แบบ บก.๐๑

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลางในงานจ้างก่อสร้าง

๑. ชื่อโครงการ จ้างงานขุดดิน-งานถมดิน และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน

๒. หน่วยงานเจ้าของโครงการ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์

๓. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ๔๕,๐๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท

๔. ลักษณะงาน (โดยสังเขป) ขุดดินและถมดินปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น โครงการสถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร โดยมีพื้นที่ที่จะทำการถมดินประมาณ ๖๔๙๒๗ ตารางเมตร ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณ +๑.๒๕ เมตร โดยอ้างอิงจากระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการ

๕. ราคากลางคำนวณ ณ วันที่ ๑๓ ธันวาคม ๒๕๖๖ เป็นเงิน ๔๐,๒๑๑,๘๖๕.๖๓ บาท

๖. บัญชีประมาณการราคากลาง

๖.๑ แบบ ปร.๔

๖.๒ แบบ ปร.๖ (ปร.๕ก+ปร.๕ข)

๗. รายชื่อคณะกรรมการกำหนดราคากลาง

๗.๑ ว่าที่ร้อยตำรวจโทหญิงนภา	ศิริวิวัฒนากุล	ผู้อำนวยการสถาบันมะเร็งแห่งชาติ	ประธานกรรมการ
๗.๒ นายขจรศักดิ์	เยาวลักษณ์	นายช่างโยธาปฏิบัติงาน	กรรมการ
๗.๓ นายไชยพัฒน์	พงษ์สุข	นายช่างโยธาชำนาญงาน	กรรมการ
๗.๔ นางกรรณิกา	ไมทอง	นักวิชาการพัสดุชำนาญการ	กรรมการ
๗.๕ นายฐิติพงศ์	โพธิ์ทอง	นิติกร	กรรมการ
๗.๖ นายศุภกร	พิทักษ์การกุล	รองผู้อำนวยการด้านการแพทย์	กรรมการ
๗.๗ นายโชคชัย	สุขเหลือง	รองผู้อำนวยการด้านอำนวยการ	กรรมการ
๗.๘ นายสุระพันธ์	กาสุนันท์	นายช่างเทคนิคชำนาญงาน	กรรมการ

บัญชีแสดงรายการก่อสร้างสำหรับงานก่อสร้างอาคาร

โครงการก่อสร้าง	**งานขุดดิน -งานถมดิน และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร**	แบบเลขที่ :	-
สถานที่ก่อสร้าง	**สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร**	เอกสารเลขที่	**ก.43/พ.ค./66**

ลำดับ	รายการ	ราคาค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
	ส่วนที่ 1 ค่างานต้นทุน (คำนวณในราคาทุน)		
1	**กลุ่มงานที่ 1**		
	(คิดเฉพาะค่าวัสดุและค่าแรงงานหรือทุนซึ่งยังไม่รวมค่าอำนวยการ ดอกเบี้ย กำไร และภาษี)		
	1.1 งานดินขุดดินถม		
	1.1.1 งานดินขุดดินถม	31,748,535	
	รวมค่างานกลุ่มงานที่ 1	**31,748,535**	
2	**กลุ่มงานที่ 2**		
	(คิดเฉพาะค่าวัสดุและค่าแรงงานหรือทุนซึ่งยังไม่รวมค่าอำนวยการ ดอกเบี้ย กำไร และภาษี)		
	2.1 งานครุภัณฑ์จัดจ้าง หรือสั่งทำ		
	2.2 งานตกแต่งภายในอาคาร		
	รวมค่างานกลุ่มงานที่ 2	**0**	
3	**กลุ่มงานที่ 3**		
	(คิดเฉพาะค่าวัสดุและค่าแรงงานหรือทุนซึ่งยังไม่รวมค่าอำนวยการ ดอกเบี้ย กำไร และภาษี)		
	3.1 งานภูมิทัศน์	0	
	3.2 งานผังบริเวณ และงานก่อสร้างประกอบอื่นๆ	0	
		0	
	รวมค่างานกลุ่มงานที่ 3		
	รวมค่างานส่วนที่ 1	**31,748,535**	
	ส่วนที่ 2 หมวดงานครุภัณฑ์จัดซื้อ หรือสั่งซื้อ		
	(คิดราคาผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยังไม่รวมค่าภาษี)		
	1 งานครุภัณฑ์จัดซื้อ หรือสั่งซื้อ		
	รวมค่างานส่วนที่ 2	**0**	
	ส่วนที่ 3 ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดฯ (ถ้ามี)		
	(คิดในราคาเหมารวม ซึ่งรวมค่าใช้จ่ายและค่าภาษีไว้ด้วยแล้ว)		
	1 หมวดค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนด เงื่อนไข และความจำเป็นต้องมี	1,542,150	
	รวมค่างานส่วนที่ 3	**1,542,150**	

บัญชีแสดงรายการก่อสร้างสำหรับงานก่อสร้างอาคาร

โครงการก่อสร้าง	**งานขุดดิน -งานถมดิน และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน**			แบบเลขที่ :	
สถานที่ก่อสร้าง	**สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร**			เอกสารเลขที่	**ก.43/พ.ค./66**
ผู้ประมาณการ	คณะทำงาน	วันที่ประมาณราคา	**พฤศจิกายน 2566**	พื้นที่อาคาร	**64,927** ตร.ม.
ผู้ปรับราคา	คณะทำงาน	วันที่ปรับราคา	**พฤศจิกายน 2566**	จำนวน	**-** ชั้น

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมเงิน
				ต่อหน่วย	เป็นเงิน	ต่อหน่วย	เป็นเงิน	
	ส่วนที่ 1 ค่างานต้นทุน (คำนวณในราคาทุน)							
	1. กลุ่มงานที่ 1							
	1.1 งานโครงสร้างวิศวกรรม							
	1.1.1 งานคินขุดดินถม							
2	ขุดดิน และถมคืน	ลบ.ม.	15,834	0	0	112	1,773,408	1,773,408
3	งานถมดินคุณสมบัติตามมาตรฐาน มยผ.2101-57	ลบ.ม.	72,579	413.00	29,975,127		0	29,975,127
	พร้อมบดอัด มาตรฐาน มยผ.2201-57 (ดินหลวมก่อนบดอัด)							
	เผื่อการบวมของดิน 25%							
	รวม (1.1)				**29,975,127**		**1,773,408**	**31,748,535**
	ส่วนที่ 3 ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดฯ							
1	ค่าเคลียร์พื้นที่บดอัดดิน							
	- ค่าเช่าเครื่องสูบน้ำ 1 เครื่อง	วัน	7		0	3,000	21,000	21,000
	- ค่าเช่ารถแบคโฮ PC-200 จำนวน 2 คัน	วัน	15		0	20,000	300,000	300,000
	- ค่าเช่ารถเกรดเดอร์ จำนวน 1 คัน	วัน	30		0	12,000	360,000	360,000
	- ค่าเช่าแทรกเตอร์ D4 จำนวน 1 คัน	วัน	30		0	7,000	210,000	210,000
	- ค่าเช่ารถบด 10 ตัน จำนวน 1 คัน	วัน	30		0	9,000	270,000	270,000
	- ค่าเช่ารถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 2 คัน	วัน	15		0	14,000	210,000	210,000
2	รั้งชั่วคราว (เมทัลชีท) ความสูง 3 เมตร	เมตร	489		0	350	171,150	171,150
	รวม (3.1)				**0**		**1,542,150**	**1,542,150**

หมายเหตุ : - ปริมาณงานใน BOQ.นี้ไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงในการก่อสร้างจริงได้ ผู้เสนอราคาต้องเสนอตามแบบรูป และเอกสารรายการประกอบแบบที่กำหนด

- บัญชีแสดงปริมาณวัสดุเป็นเอกสารราชการกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ใช้เฉพาะเป็นแนวทางในการประมาณราคาเท่านั้น

- หากต้องการ ใช้ BOQ.นี้ให้ผู้เสนอราคา กรอกรายละเอียดในการเสนอราคา จะต้องลบปริมาณวัสดุและราคาออกก่อน

บัญชีแสดงรายการก่อสร้างสำหรับงานก่อสร้างอาคาร

ส่วนราชการ กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

☐	ประเภท **งานขุดดิน -งานถมดิน และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร** ☐
☐	สถานที่ก่อสร้าง **สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร**
☐	หน่วยงานออกแบบแปลนและรายการ **กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ**
☐	แบบเลขที่ - เอกสารเลขที่ **ก.43/พ.ค./66** พื้นที่อาคาร 64,927 ตร.ม.
☐	ประมาณราคาตามแบบ ปร.4 จำนวน 2 แผ่น จำนวนชั้น - ชั้น
☐	ราคาค่าวัสดุ สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ กรุงเทพฯ ประจำเดือน **ตุลาคม 2566**
☐	ราคาค่าแรงงานตามบัญชีค่าแรงงาน / ค่าดำเนินการ สำหรับถอดแบบคำนวนราคากลางงานก่อสร้าง **มีนาคม 2566**
☐	ประมาณราคาเมื่อวันที่ เดือน พ.ศ. ปรับราคาเมื่อเดือน **พฤศจิกายน 2566**

ตามหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างและตามหนังสือกรมบัญชีกลาง ด่วนที่สุด ที่ กค.0433.2 / ว499 ลงวันที่ 28 สิงหาคม 2566

FACTOR . F ประเภทงานอาคาร เงื่อนไข - เงินล่วงหน้าจ่าย 0% , - เงินประกันผลงานหัก 0 % , - ดอกเบี้ยเงินกู้ 7 % , ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

ลำดับที่	รายการ	ราคาค่าก่อสร้าง	หมายเหตุ
1	ค่างานส่วนที่ 1 ค่างานต้นทุน (คำนวณในราคาทุน)	31,748,535.00	
	ราคารวมค่า Factor F **1.2180**	**38,669,715.63**	
2	ค่างานส่วนที่ 2 หมวดงานครุภัณฑ์จัดซื้อ หรือสั่งซื้อ	0.00	
	ราคารวมค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) **7 %**	**0.00**	
3	ค่างานส่วนที่ 3 ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดฯ (ถ้ามี)	**1,542,150.00**	
รวมเงิน (1)+(2)+(3)		**40,211,865.63**	
คิดเป็นเงินทั้งสิ้นโดยประมาณ		**40,211,865.63**	
พื้นที่อาคาร 64,927 ตร.ม.	เฉลี่ยราคา	619	บาท / ตร.ม.
☐ **(ตัวอักษร)**		**สี่สิบล้านสองแสนหนึ่งหมื่นหนึ่งพันแปดร้อยหกสิบห้าบาทหกสิบสามสตางค์**	

รายการโครงการจ้างงานขุดดิน – งานถมดิน และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน

ความเป็นมา

ตามที่กรมการแพทย์ได้รับบริจาคที่ดิน เนื้อที่ประมาณ ๘๔ ไร่ ตั้งอยู่ ณ ตำบลท่าข้าม อำเภอบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ให้ทางราชการเพื่อสาธารณประโยชน์ ทางด้านการแพทย์และการสาธารณสุข โดยก่อสร้างสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (บางขุนเทียน)

วัตถุประสงค์

เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับก่อสร้างสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (บางขุนเทียน)

คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

๑. มีความสามารถตามกฎหมาย

๒. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๔. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๕. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทิ้งงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทิ้งงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๖. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดไว้ในราชกิจจานุเบกษา

๗. เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพ รับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๘. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๙. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น

๑๐. ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

๑๑. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

๑๒. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า ๑ ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีการรายงานงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ต้องมีทุนจดทะเบียนไม่ต่ำกว่า ๘ ล้านบาท

(๓) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน ๕๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท ขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน ๙๐ วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(๔) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียนหรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบโดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน ๙๐ วัน)

(๕) กรณีตาม (๑) - (๔) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(๕.๑) ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(๕.๒) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ ๑๐) พ.ศ. ๒๕๖๑

(๕.๓) งานจ้างก่อสร้างที่กรมบัญชีกลางได้ขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการงานก่อสร้างแล้ว และงานจ้างก่อสร้างที่หน่วยงานของรัฐได้มีการจัดทำบัญชีผู้ประกอบการงานก่อสร้างที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นไว้แล้วก่อนวันที่พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างฯ มีผลใช้บังคับ

๑๓. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเป็นนิติบุคคล ซึ่งจดทะเบียนในประเทศไทย และมีผลงานก่อสร้าง งานอาคารหรือ งานปรับปรุงที่มีลักษณะงานประเภทเดียวกันกับงานจ้างก่อสร้างนี้ (งานขุดดิน-งานถมดิน และถมที่ดิน) ไม่น้อยกว่า ๑๓,๕๐๐,๐๐๐.๐๐ (สิบสามล้ านห้าแสนบาทถ้วน) ร้อยละ ๓๐ (สามสิบ) ของวงเงินงบประมาณ และต้องเป็นผลงานในสัญญาเดียว ที่ผู้รับจ้างได้ทำงานแล้วเสร็จตามสัญญา มีการส่งมอบงานและตรวจรับเรียบร้อยแล้ว เป็นผลงานที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับส่วนราชการ องค์กร หรือหน่วยงานของรัฐ รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานเอกชนที่สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ เชื่อถือ และต้องเป็นผลงานภายในระยะเวลา ๕ ปี ก่อนวันยื่นข้อเสนอ พร้อมแนบหนังสือรับรองผลงาน สำเนาสัญญาจ้างก่อสร้าง และสำเนาบัญชีปริมาณงานก่อสร้าง โดยรับรองสำเนาถูกต้องทุกหน้า และให้ยื่นมาในวันเสนอราคา

๑๔. ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างต้องมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตั้งแต่ระดับภาคีวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. ๒๕๔๒

<u>แบบและเอกสารประกอบการก่อสร้าง</u> ประกอบด้วย

๑. รายการงานถมดินปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น เอกสารเลขที่ ก.๔๓/พ.ค./๖๖ จำนวน ๑๓ แผ่น

๒. มาตรฐานการก่อสร้างอาคารของกองแบบแผน พ.ศ. ๒๕๕๓ จำนวน ๑ เล่ม

๓. มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment: Material) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.๒๑๐๑-๕๗) จำนวน ๑ เล่ม

๔. มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.๒๒๐๑-๕๗) จำนวน ๑ เล่ม

<u>หมายเหตุ</u> เอกสารประกอบการก่อสร้าง ให้ใช้รายละเอียดเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้องานเท่านั้น

<u>ข้อกำหนดทั่วไป</u>

๑. <u>ตำแหน่งถมดิน</u>

ตำแหน่งของการถมดิน ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่โครงการจ้างงาน ขุดดิน – งานถมดิน และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ส่วนตำแหน่งที่แน่นอนคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะกำหนดอีกครั้งในวันตรวจสอบผังการก่อสร้าง

๒. <u>ระดับ</u>

ระดับของที่ดิน หลังจากการถมดินเสร็จสิ้น ให้เท่ากับหรือสูงกว่าระดับถนนสายหลักบริเวณใกล้เคียงสถานที่ถมดิน หากระดับของที่ดินสูงกว่าระดับถนน ให้ปรับระดับทางเข้าลาดเอียงลงสู่ระดับถนนเพื่อให้การสัญจรจากถนนหลักเข้าสู่ที่ดินสามารถทำได้โดยสะดวก ทั้งนี้ ระดับที่แน่นอนอาจจะปรับได้เพื่อความเหมาะสมด้านประโยชน์ใช้สอย ซึ่งจะกำหนดให้ในวันตรวจสอบผัง โดยไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

๓. <u>การถมดินการขุดดิน</u>

๓.๑. ให้ถมดินและขุดดินปรับระดับ โดยมีพื้นที่ที่จะทำการถมดินประมาณ ๖๔,๙๒๗ ตารางเมตร (ประมาณ ๔๐ ไร่) ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณ +๑.๒๕ เมตร โดยอ้างอิงจากระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการ เพื่อใช้เป็นระดับสำหรับทำงานก่อสร้างต่อไป โดยมีปริมาณการดังนี้

๓.๑.๑. ปริมาตรดินถมประมาณ ๗๒,๕๗๙ ลูกบาศก์เมตร (ดินถมอัดแน่น)

๓.๑.๒. ปริมาตรดินขุดประมาณ ๑๕,๘๓๔ ลูกบาศก์เมตร (โดยขุดจากพื้นที่ก่อสร้าง)

๓.๒. คุณสมบัติของดินถมให้ใช้ตามมาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment: Material) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.๒๑๐๑-๕๗) เป็นอย่างน้อย

๓.๓. ให้ถมดินแล้วบดอัดดินทีละชั้น โดยที่ชั้นละไม่เกิน ๐.๕๐ เมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า ๙๐% ของ Standard Proctor Compaction Test โดยใช้รายละเอียดตามมาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.๒๒๐๑-๕๗) โดยอนุโลม และในแต่ละชั้นจะต้องดำเนินการทดสอบความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test) ของ กรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.๒๒๐๑-๕๗) จำนวนไม่น้อยกว่า ๕ จุด/ชั้น

๓.๔. ดาวน์โหลด มยผ. ได้ที่ http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/std2100.pdf

๓.๕. ก่อนการดำเนินการผู้รับจ้างต้องดำเนินการดังนี้

๓.๕.๑. เสนอบ่อดินที่จะใช้ในการถมดินบริเวณก่อสร้าง ต้องเป็นบ่อดินที่ถูกต้องตามกฎหมาย

๓.๕.๒. ระหว่างถมดินต้องมีการตรวจนับปริมาณดินถมที่นำเข้ามาในบริเวณก่อสร้าง หากปริมาณดินที่นำเข้ามาในหน่วยงานก่อสร้าง <u>น้อยกว่า</u>ที่กำหนดในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามสัญญาจ้าง (BOQ.) ให้พิจารณาราคาเปรียบเทียบงานลด ก่อนส่งงานงวดสุดท้าย

๓.๕.๓. ผู้รับจ้างเสนอเครื่องจักรที่ใช้ในการดำเนินการ ต้องประกอบด้วย อย่างน้อย รถเกลี่ยดิน, รถบด, รถสเปรย์น้ำ, รถขุดตัก เป็นต้น

๓.๕.๔. ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการดำเนินการบดอัดดินเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาก่อนการดำเนินการ โดยมีการรับรองวิธีการโดยวิศวกรโยธาระดับไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร

๔. <u>สิ่งกีดขวางการก่อสร้าง</u>

๔.๑. สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่จะต้องรื้อถอน, รื้อย้าย หรือนำไปติดตั้งใหม่ทั้งสิ้น โดยหน้าที่และค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

๔.๒. สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่ได้รื้อถอน, รื้อย้าย หรือนำไปติดตั้งใหม่ นั้น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้ใช้งานได้ดีเหมือนเดิม

๔.๓. ให้ผู้รับจ้างนำวัสดุ – อุปกรณ์ ส่วนที่ยังประโยชน์ได้ ที่ได้จากการรื้อถอน ไปเก็บรักษาไว้ยังสถานที่ที่ทางสถาบันมะเร็งแห่งชาติ เจ้าของสถานที่เป็นผู้กำหนดให้

๔.๔. ในส่วนของขยะที่ได้จากการรื้อถอน จะต้องนำไปทิ้งภายนอก เป็นหน้าที่และค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

๔.๕. ในการก่อสร้างถ้ามีความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงานหรือขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง-ซ่อมแซมแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาเพิ่มเติม

๕. <u>การป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัย</u>

๕.๑. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพื่อให้เกิดความสงบเรียบร้อยและปลอดภัยแก่ประชาชนและเจ้าหน้าที่ของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ เช่น กั้นรั้วขอบเขตของการก่อสร้าง, ตาข่ายกั้นวัสดุตกหล่น, ปิดกั้นช่องปล่องลิฟท์, การจัดเจ้าหน้าที่เวรยามของผู้รับจ้าง และติดตั้งป้ายแสดงรายการก่อสร้างโครงการ

๕.๒. ให้ผู้รับจ้างเสนอแผนการป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัยต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ หากผู้ว่าจ้างเห็นว่ามาตรการที่ผู้รับจ้างจัดไว้ยังไม่เพียงพอ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างอาจจะให้ผู้รับจ้างดำเนินการเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม

๕.๓. ทั้งนี้ให้ถือว่าการป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัยนี้ เป็นเนื้องานที่อยู่ในงานงวดที่ ๑ ด้วย

๖. <u>การก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว</u>

๖.๑. ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว ตามข้อกำหนดในมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. ๒๕๕๓ หัวข้อที่ ๑.๕ การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง รายละเอียดตามหัวข้อย่อยที่ ๑.๕.๙

๖.๒. ให้ถือว่าการก่อสร้างสำนักงานชั่วคราวนี้ เป็นเนื้องานที่อยู่ในงานงวดที่ ๑ ด้วย

<u>หมวดการควบคุมงานและประมาณราคา</u>

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูปสัญญา โดยมีผู้ควบคุมงานที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ว่าจ้างเป็นผู้ตรวจสอบและควบคุมงานให้เป็นไปตามเอกสารสัญญา หรือหากกรณีผู้ว่าจ้างยังไม่มีการแต่งตั้งผู้ควบคุมงานให้ติดต่อประสานงานกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างหรือผู้ว่าจ้าง โดยถือเป็นพันธะหน้าที่ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จตามสัญญา ไม่สามารถอ้างเป็นเหตุในการขยายเวลาหรืองดเว้นค่าปรับได้ โดยงานก่อสร้างในระหว่างสัญญาให้ผู้รับจ้างดำเนินการดังนี้

๑. บทบาทหน้าที่ของผู้รับจ้างในงานก่อสร้างตามสัญญา

๑.๑ การก่อสร้างตามรูปแบบรายการสัญญาและงวดงาน ให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างตามรายการประกอบแบบ แบบก่อสร้าง ข้อกำหนดในเอกสารประกอบต่างๆ ที่ลงนามในสัญญา และพระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน พ.ศ. ๒๕๔๓ โดยต้องเป็นไปตามลำดับการก่อสร้างและลักษณะวิชาชีพที่ดี

๑.๒ ผู้รับจ้างต้องระบุตนเองหรือแต่งตั้งผู้แทน เป็นผู้รับผิดชอบประจำโครงการและกำหนดลำดับอำนาจการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง ผังองค์กรของผู้รับจ้าง ที่เป็นวิศวกร สถาปนิก หัวหน้างานหรือวิชาชีพใด ตามที่กำหนดในสัญญา เพื่อการติดต่อประสานงาน การรับส่งเอกสารและการสั่งการ พร้อมเอกสารระบุตัวตน โดยส่งแผนผังองค์กรและรายละเอียดบุคลากร ภายใน ๑๕ วันภายหลังการส่งมอบพื้นที่

๑.๓ การจัดทำแผนงานหลักและแผนงานย่อย (ถ้ามี) ให้มีการจัดทำแผนงานหลักและแผนงานย่อย (ถ้ามี) เพื่อแสดงว่า ผู้รับจ้างได้มีการวางแผนงานก่อสร้าง โดยพิจารณาแบบก่อสร้างและรายละเอียดต่างๆ ตามสัญญาอย่างรอบคอบ รวมถึงการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง การขนส่ง เครื่องจักรกลก่อสร้าง แรงงาน สภาพอากาศ ตลอดจนการป้องกันปัญหาอุปสรรคต่างๆ ที่คาดว่าอาจเกิดขึ้นได้ ผู้รับจ้างจึงต้องจัดทำแผนงานการก่อสร้างหลัก ตามช่วงเวลาปฏิทินอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้คาดหมายได้ว่างานก่อสร้างจะแล้วเสร็จถูกต้องครบถ้วนทันตามข้อกำหนดในสัญญาและไม่มีเหตุผลเพื่อขอขยายระยะเวลาก่อสร้างได้ โดยแผนงานหลักต้องส่งภายใน ๑๕ วันภายหลังการส่งมอบพื้นที่

๑.๔ การดำเนินการก่อสร้างและการแก้ไขปัญหา ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการก่อสร้างและหลักวิชาชีพสาขาต่างๆ ไม่ข้ามขั้นตอน ไม่ลัดขั้นตอน เช่น ไม่ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ขออนุมัติ ไม่ก่อสร้างงานโครงสร้างอาคารที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงโดยไม่ผ่านการอนุมัติเห็นชอบ ต้องทำการก่อสร้างอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เช่น การตรวจการติดตั้งแบบหล่อก่อน จึงทำการติดตั้งและตรวจสอบเหล็กเสริม จากนั้นจึงขออนุมัติเทคอนกรีต ก่อนการเทคอนกรีต ตามลำดับ เป็นต้น

๑.๕ การขออนุมัติการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างและแบบขยายการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการขออนุมัติล่วงหน้า จนได้รับการอนุมัติก่อนถึงลำดับขั้นตอนการก่อสร้างงานนั้นๆ ซึ่งต้องถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด การที่ผู้รับจ้างขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์และแบบขยายการติดตั้งจริง ที่ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการก่อสร้าง อาทิ การขออนุมัติที่ล่าช้า หรือการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ก่อนได้รับการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ถือว่าเป็นการกระทำโดยพลการ ซึ่งอาจทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการพิสูจน์ว่า วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งนั้นถูกต้องตรงตามข้อกำหนดของสัญญา เหตุของความล่าช้าที่เกิดจากผู้รับจ้าง ไม่สามารถนำมาอ้างอิงเพื่อขอเพิ่มค่าใช้จ่ายขยายเวลาสัญญา หรืองดเว้นค่าปรับได้

๑.๖ การบันทึกรายงานการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจัดทำบันทึกรายงานการก่อสร้างรายวันจัดเป็นแฟ้มเอกสารมีสาระสำคัญ เช่น ลักษณะงาน ปริมาณงาน จำนวนแรงงาน สภาพแวดล้อมและอุปสรรค เป็นต้น การบันทึกภาพถ่ายอย่างสม่ำเสมอเป็นลำดับ ส่งให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบทุกสัปดาห์ และเตรียมพร้อมหากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ร้องขอตรวจสอบ รวมถึงบันทึกรายงานความปลอดภัย ปัญหาอุปสรรคและการแก้ไขในงานก่อสร้าง พร้อมภาพถ่ายทันทีในวันที่เกิดเหตุ

๑.๗ การรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างและหน่วยงานหรือองค์กรที่ผู้รับจ้างจัดหาต้องรับรองเอกสารขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์หรือด้านวิชาชีพ เช่น แบบขยายการติดตั้ง ผลการทดสอบวัสดุ การทดลองอุปกรณ์ เอกสารรับประกันการติดตั้ง มาตรฐานหรือเอกสารอื่นๆ ที่ต้องมีผู้ประกอบวิชาชีพสาขาต่างๆ ลงนามรับรอง ต้องเป็นผู้มีคุณวุฒิตามที่กฎหมายกำหนด การรับรองสำเนาเอกสารอื่นที่ไม่ใช่ด้านวิชาชีพ เช่น เอกสารบุคคล เอกสารรับรองจากผู้ผลิต เอกสารการนำเข้า ใบกำกับภาษี ผู้รับจ้างต้องลงนามและประทับตราโดยผู้มีอำนาจ

๑.๘ การขออนุญาตและแจ้งหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างต้องแจ้งการถมดินต่อเจ้าหน้าที่พนักงานท้องถิ่น ตามแบบที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนด โดยต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติการขุดดิน พ.ศ. ๒๕๔๓ และนำใบรับแจ้งการถมดิน มาประกอบการส่งมอบงานจ้าง (ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่สำนักงานที่ดินเป็นของผู้รับจ้าง)

๒. เอกสารการติดต่อกับราชการ

๒.๑ เอกสารทั่วไป

เพื่อการประสานงาน เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างหรือถึงผู้ว่าจ้าง การส่งเอกสารต่างๆ ให้ส่งผ่านผู้ควบคุมงานรับทราบและตรวจสอบ ก่อนลงรับเอกสารที่งานพัสดุหรือธุรการ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า ๓ ชุด โดย ๑ ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน ๑ ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) ๑ ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)

๒.๒ เอกสารการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง

๒.๒.๑ เอกสารส่งมอบงานตรวจรับพัสดุฯ ของผู้รับจ้าง เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง หรือถึงผู้ว่าจ้าง โดยเอกสารต้องผ่านผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาให้ความเห็น โดยนับต่อจากวันที่ส่งเอกสารเป็นวันเริ่มต้นตามระยะเวลาที่ระเบียบราชการกำหนดและนำส่งเอกสาร เพื่อลงรับที่งานพัสดุเพื่อรายงานต่อประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ และดำเนินการตรวจรับพัสดุฯ ต่อไป

๒.๒.๒ เอกสารประกอบการส่งมอบงานการตรวจรับพัสดุฯ

- ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ(ดูรายการข้อ ๒.๔) จำนวน ๒ เล่ม สำหรับผู้ควบคุมงาน๑ เล่ม แนบเอกสารนำส่งถึงประธานฯ ๑ เล่ม และจัดทำเอกสารสำหรับประกอบการตรวจรับพัสดุฯ จำนวนเล่มเท่ากับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ และผู้ควบคุมงานในวันนัดตรวจรับพัสดุ

๒.๓ เอกสารการขออนุมัติ หรือแจ้งเพื่อทราบ

๒.๓.๑ เอกสารการขออนุมัติ

- ให้ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างดูรายการข้อ ๒) กรณีทั่วไป จำนวนรวมไม่น้อยกว่า ๕ ชุด ๑ ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน ๑ ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) ๑ ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) และ ๒ ชุด สำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบหรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนดภายหลัง
- แบบเอกสารการขออนุมัติงานวิชาชีพดูรายการข้อ ๒) เช่น แบบขยายงานก่อสร้างวิชาชีพในส่วนที่สำคัญ แบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง หรือแบบขยายที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าต้องขออนุมัติคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า ๕ ชุด ๑ ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน ๑ ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) ๑ ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) ๒ ชุด สำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบ หรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนดภายหลัง
- แบบเอกสารทั่วไปที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ สามารถพิจารณาได้เอง แบบเอกสารที่อยู่ในขั้นตอนการก่อสร้างตามปกติ เอกสารแจ้งเพื่อทราบ เอกสารขออนุมัติวัสดุอย่างง่ายหรือที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าไม่ต้องหารือหน่วยงานวิชาชีพหรือผู้ออกแบบ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า ๓ ชุด ๑ ชุดสำหรับผู้ควบคุมงาน ๑ ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) ๑ ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)

๒.๓.๒ เอกสารที่เกี่ยวข้องประกอบการขออนุมัติของผู้รับจ้าง

การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง	การขออนุมัติงานวิชาชีพ
■ เอกสารระบุชื่อผลิตภัณฑ์แบบรุ่น หรือหมายเลขรุ่น ■ เอกสารผู้ผลิตผู้นำเข้าหรือผู้แทนจำหน่าย และผู้ติดตั้ง ■ เอกสารข้อมูลด้านเทคนิค (ถ้ามี) ■ รายละเอียดการติดตั้งแบบขยาย หรือแคตตาล๊อค ■ ผลการทดสอบทดลองตรวจสอบ (ถ้ามี) ■ เอกสารรับรองมาตรฐาน ■ เอกสารอ้างอิงผลงานที่ผ่านมา ■ ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามแบบ กับผลิตภัณฑ์ที่ขออนุมัติ ■ เอกสารต้นฉบับและที่เป็นสำเนา ให้รับรองโดยผู้ประกอบวิชาชีพที่เกี่ยวข้องนั้นๆ พร้อมเอกสารประกอบวิชาชีพของผู้รับรอง	■ เอกสารรายการแบบขยายงานก่อสร้าง แบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างเป็นต้น ■ เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ■ รายการคำนวณวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ■ ลงนามรับรองแบบและรายการคำนวณวิชาชีพโดยผู้มีวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ■ ลงนามประทับตรารับรองเอกสารที่เป็นสำเนาโดยวิชาชีพหรือผู้มีอำนาจลงนาม

๒.๓.๓ การดำเนินการพิจารณาของฝ่ายผู้ว่าจ้างแต่ละครั้งมีระยะเวลา ๑๕ วันทำการ ผู้รับจ้างต้องวางแผนดำเนินการล่วงหน้าและจัดเตรียมเอกสารให้ครบถ้วนในคราวเดียว อาทิ การพิจารณางานฐานรากเสาเข็ม การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง แบบ Shop Drawing การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างหรืออื่นๆ เป็นต้น

๒.๓.๔ การดำเนินการขออนุมัติล่าช้าหรือเอกสารไม่ครบถ้วนไม่ถูกต้อง ทำเป็นเหตุให้ล่าช้าไม่เป็นไปตามกำหนดแผนงานหลัก หรือล่าช้าไม่ทันกับการใช้งาน ไม่เป็นเหตุในการอ้างขอขยายเวลา หรืองดเว้นค่าปรับ

๒.๔ เอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำเป็นรูปเล่มเรียกว่า “เอกสารประกอบการตรวจรับงวดงานที่ .....” เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ใช้พิจารณาประกอบการตรวจรับพัสดุฯ ประกอบด้วยเอกสารอย่างน้อยตามลำดับดังนี้

๒.๔.๑ หน้าปก ระบุ ชื่อเอกสาร งวดงานที่ตรวจรับพัสดุ ชื่ออาคาร แบบเลขที่ สถานที่ก่อสร้าง ชื่อองค์กรผู้รับจ้าง วันที่ตรวจรับพัสดุ

๒.๔.๒ หน้าสารบัญ เรียงตามลำดับเอกสาร

๒.๔.๓ หน้าข้อมูลสำคัญของสัญญา และสรุปสถานะปัจจุบัน เช่น เลขที่สัญญา วันที่ลงนาม ชื่ออาคาร แบบเลขที่ สถานที่ก่อสร้าง ชื่อองค์กรผู้รับจ้าง ชื่อองค์กรผู้ว่าจ้าง มูลค่าสัญญาจ้าง วันเริ่มต้นและสิ้นสุดสัญญา จำนวนวันขยายเวลาสัญญาและวันที่สิ้นสุดสัญญาใหม่ จำนวนงวดงานทั้งหมด งวดงานที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ (รวมงวดงานวันที่ตรวจ) จำนวนเงินที่เบิกค่างวดงานไปแล้ว จำนวนวันก่อสร้างตามสัญญาทั้งหมด จำนวนวันที่ก่อสร้างไปแล้ว จำนวน วันที่เหลือ สถานะของโครงการก่อสร้างล่าช้าหรือเร็วกว่าเมื่อเทียบกับสัญญาและแผนงานหลัก ความก้าวหน้าของงานก่อสร้างคิดเป็นร้อยละ วันที่ที่คาดว่างานก่อสร้างงวดงานถัดไปแล้วเสร็จ ปัญหาอุปสรรคในปัจจุบัน แนวทางแก้ไข เป็นต้น ตอนล่างเอกสารลงนามชื่อผู้รับจ้างหรือผู้แทนและวันที่

๒.๔.๔ หน้าสำเนาสัญญาจ้าง แผ่นที่ระบุรายละเอียดงวดงานที่ผ่านมา งวดงานที่ตรวจรับพัสดุในปัจจุบัน และงวดงานต่อไป

๒.๔.๕ หน้าเอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ เช่น

- **เอกสารที่ได้รับการอนุมัติ**

  แบบขยายงานก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงวดงาน หากมีเอกสารจำนวนมากสามารถจัดทำเป็นตารางรายการและอ้างอิงถึงเอกสารที่ได้รับการอนุมัติ

■ **เอกสารผลการทดสอบ**

วัสดุก่อสร้างกำลัง วัสดุการทดลองอุปกรณ์ เอกสารการนำเข้าจากต่างประเทศ เอกสารการสั่งซื้อสินค้าจากผู้ผลิต ใบรับประกันสินค้า ใบรับประกันการติดตั้ง ใบรับรองโดยวิชาชีพควบคุม เอกสารที่บ่งบอกถึงคุณภาพงานก่อสร้างและความถูกต้องวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างตามงวดงาน

■ **เอกสารอื่นๆ**

๒.๔.๖ หน้าภาพถ่ายงานก่อสร้างให้ตรงตามหัวข้อที่ระบุในงวดงาน พร้อมคำบรรยายประกอบ โดยแต่ละหัวข้อควรมีภาพประกอบมากกว่า ๒ ภาพ แต่ละภาพขนาดพอเหมาะ จำนวนภาพไม่เกิน ๒ ภาพ ต่อหน้ากระดาษ A๔

๒.๔.๗ หน้าแผนงานการก่อสร้างเดิม จนถึงแผนงานฉบับที่ปรับเป็นปัจจุบัน

๓. การดูแลสภาพแวดล้อมและพื้นที่โครงการก่อสร้าง

๓.๑ ผู้รับจ้างต้องดูแลอาคารก่อสร้างและพื้นที่โดยรอบโครงการก่อสร้างให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น กฎหมายแรงงาน กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

๓.๒ ผู้รับจ้างต้องดูแลความสะอาดอาคารก่อสร้างพื้นที่โดยรอบและถนนเชื่อมต่อกับโครงการก่อสร้าง เพื่อลดปริมาณฝุ่นและขยะก่อสร้าง

๓.๓ ผู้รับจ้างต้องดูแลการจราจรทางเข้าออกและถนนที่ใช้ร่วมกันให้มีความปลอดภัย เช่น การจัดเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยดูแลการจราจร การติดป้ายเตือนไฟเตือนและเครื่องหมายจัดการจราจร แผนการจัดการจราจรภายในสถานพยาบาล เป็นต้น

๔. งานประมาณราคาและค่า K

งานประมาณราคาและค่า K ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการในระหว่างสัญญา

๔.๑ งานประมาณราคา

๔.๑.๑ กรณีที่ แบบรูปรายการ และรายละเอียดการก่อสร้าง กำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้าง แต่ปรากฏว่าผู้รับจ้างไม่ได้คำนวณเสนอรายการวัสดุและราคาในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูปรายการ และรายละเอียดการก่อสร้างนั้นๆ ให้แล้วเสร็จ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างไม่สามารถคิดเงินและระยะเวลาก่อสร้างจากเหตุดังกล่าวได้

๔.๑.๒ กรณีที่ แบบรูปรายการ ข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา ให้ยกเลิกรายการก่อสร้างรายการใดรายการหนึ่งแต่ปรากฏว่ารายการก่อสร้างดังกล่าวปรากฏอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญากำหนดให้ผู้รับจ้างจะต้องคืนเงินให้กับทางราชการ

๔.๑.๓ กรณีที่มีการเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างที่ไม่มีอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญาให้ผู้รับจ้างสืบราคาพร้อมเอกสารประกอบจำนวนไม่น้อยกว่า ๓ ผลิตภัณฑ์หรือผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ นำเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ พิจารณาตรวจสอบ ก่อนนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างต่อไป

๔.๒ งานจัดทำค่า K

กรณีสัญญาแบบปรับราคาได้ (ค่า K) ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการคำนวณเพิ่ม -ลดค่างานตามเงื่อนไขของสัญญาตามระเบียบวิธีที่ทางราชการกำหนด นำส่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ภายใน ๙๐วัน ภายหลังการตรวจรับพัสดุแต่ละงวดงานที่แล้วเสร็จ ส่วนการตรวจรับพัสดุงานงวดสุดท้ายให้ดำเนินการตามที่ระเบียบราชการกำหนด

กำหนดส่งมอบพัสดุ

ภายใน ๙๐ วันนับถัดจากวันลงนามสัญญา

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

โดยใช้เกณฑ์ราคา

วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

โดยใช้เงินบำรุงปี ๒๕๖๗ ในวงเงิน ๔๕,๐๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท (สี่สิบห้าล้านบาทถ้วน)

งวดงานและการจ่ายเงิน

งวดที่ ๑ จำนวนเงิน ๗.๕ % (ร้อยละเจ็ดจุดห้าของเงินสัญญาจ้าง)
จ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการ

๑.๑ รื้อถอนสิ่งกีดขวาง

๑.๒ กั้นรั้วขอบเขตของการก่อสร้าง รอบบริเวณโครงการงานก่อสร้าง

๑.๓ สูบน้ำ

๑.๔ ขุดดินบ่อน้ำ

๑.๕ บดอัดชั้นดินเดิม ให้ได้ระนาบเดียวกันทั้งพื้นที่ (ยกเว้นบ่อหน่วงน้ำจำนวน ๒ จุด)
ทั้งหมดแล้วเสร็จ กำหนดเวลา ๙๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

งวดที่ ๒ จำนวนเงิน ๔๖.๒๕ % (ร้อยละสี่สิบหกจุดสองห้าของเงินสัญญาจ้าง)
จ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการ

๒.๑ บดอัดชั้นดินพื้นที่สำหรับก่อสร้างอาคารในอนาคต
ที่ระดับความสูงเมื่อบดอัดแล้ว +๐.๒๕ ม.

๒.๒ บดอัดชั้นดินได้ ๕๐ % ปริมาณทั้งหมด
หรือที่ระดับความสูงเมื่อบดอัดแล้ว +๐.๘๕ ม.

๒.๓ ส่งผลทดสอบคุณสมบัติของดิน (มยผ.๒๑๐๑-๕๗)

๒.๔ ส่งผลทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (มยผ.๒๒๐๑-๕๗)
ทั้งหมดแล้วเสร็จ กำหนดเวลา ๑๓๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

งวดที่ ๓ (สุดท้าย) จำนวนเงิน ๔๖.๒๕ % (ร้อยละสี่สิบหกจุดสองห้าของเงินสัญญาจ้าง)
จ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการ

๓.๑ บดอัดชั้นดินได้ ๑๐๐ % ปริมาณทั้งหมด
หรือที่ระดับความสูงเมื่อบดอัดแล้ว +๑.๒๕ ม.

๓.๒ ส่งผลทดสอบคุณสมบัติของดิน (มยผ.๒๑๐๑-๕๗)

๓.๓ ส่งผลทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (มยผ.๒๒๐๑-๕๗)

๓.๔ ทำความสะอาดพื้นที่ถมดินโดยรอบ

และได้ดำเนินการรายการต่าง ๆ ทั้งหมดแล้วเสร็จ ครบถ้วน ถูกต้องตามรูปแบบรายการและสัญญาทุกประการทั้งหมดแล้วเสร็จ กำหนดเวลา ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

อัตราค่าปรับ

คิดอัตราร้อยละ ๐. ๑๐ ของราคาค่าจ้างต่อวัน

การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

รับประกันความชำรุดบกพร่อง ๒ ปี นับถัดจากวันที่รับมอบงานจากผู้รับจ้าง หากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือความเสียหายเกิดขึ้นจากการจ้างนี้ ผู้รับจ้างจะต้องรีบเข้ามาทำการซ่อมแซมแก้ไขให้เรียบร้อย และมีสภาพดีดังเดิม ภายใน ๑๕ วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้างโดยผู้ว่าจ้างไม่ต้องออกเงินใด ๆในการนี้ทั้งสิ้น

คณะกรรมการจัดทำแบบรูปรายการงานจ้างงานดินขุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็ง - แห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน

มาตรฐานการก่อสร้างอาคาร

พ.ศ.๒๕๕๓





กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

คำนำ

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ มีภารกิจในการให้บริการแก่หน่วยงานที่ให้บริการด้านสุขภาพและการสาธารณสุข ของกระทรวงสาธารณสุข โดยมีผลผลิตเป็นงานบริการหลักด้านอาคารสถานที่และสภาพแวดล้อม 5 หมวด คือ งานมาตรฐาน งานแผนแม่บท (MASTER PLAN) งานรับรองมาตรฐาน งานมาตรฐานแบบรูปและการก่อสร้าง และงานองค์ความรู้ การดำเนินงานดังกล่าวจะเกิดประสิทธิผลที่ดีได้นั้นเป็นผลมาจากการดำเนินการตามมาตรฐานต่างๆด้านอาคารสถานที่และสภาพแวดล้อม ที่ได้รับการจัดทำขึ้นอย่างถูกต้อง โดย สหวิชาการในวิชาชีพสาขาต่างๆ ข้อกฎหมาย และที่สำคัญบุคลากรวิชาชีพสาขาต่างๆที่มีความเชี่ยวชาญ ความชำนาญ และประสบการณ์ที่ยาวนานในงานอาคารสถานที่และสภาพแวดล้อมของกระทรวงสาธารณสุขเป็นการเฉพาะ

กองแบบแผนจึงได้จัดทำคู่มือเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการก่อสร้างอาคาร เรียกว่า “มาตรฐานการก่อสร้างอาคาร ฉบับปี พ.ศ.2553” เพื่อรองรับงานการให้บริการของกองแบบแผน โดยปรับปรุงมาจากรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้าง ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมานานกว่า 40 ปี จากรายการทั่วไปประกอบแบบเล่มแรกจนถึงเล่มสุดท้ายฉบับปีพ.ศ.2543 ที่ดำเนินการ โดยคณะกรรมการจากสาขาวิชาชีพต่างๆ และผู้ทรงคุณวุฒิจาก สภาวิศวกรรม สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ นิติกรและผู้เชี่ยวชาญกระทรวงสาธารณสุข ร่วมพิจารณา สำหรับมาตรฐานการก่อสร้างอาคารฉบับปีพ.ศ.2553 นี้ มีการแก้ไข ปรับปรุงกลั่นกรอง แลกเปลี่ยน เพิ่มเติมข้อกำหนดและระเบียบวิธี ให้มีความเป็นปัจจุบันและรองรับแนวโน้มในอนาคต โดยคณะกรรมการที่มาจากสาขาวิชาชีพต่างๆ ด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรมโยธา,ไฟฟ้า,เครื่องกล,สิ่งแวดล้อม มัณฑนาการ ภูมิสถาปัตยกรรม โดยได้รับการพิจารณาให้มีความสมบูรณ์ จากผู้เชี่ยวชาญ “ระดับวุฒิ” ในสาขาวิชาชีพต่างๆของกองแบบแผน และผู้ทรงคุณวุฒิ จากสภาวิศวกร, สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์,กรมโยธาธิการและผังเมือง และโรงพยาบาลรามาธิบดี

มาตรฐานการก่อสร้างอาคาร ฉบับปี พ.ศ.2553 เป็นคู่มือสำหรับใช้เป็นแนวทาง และระเบียบวิธีในการบริหารจัดการ และการควบคุมกำกับการก่อสร้าง เพื่อให้อาคารสถานบริการสุขภาพ และการสาธารณสุขของกระทรวงสาธารณสุข มีคุณภาพตรงตามประโยชน์ใช้สอย ได้มาตรฐาน มีความมั่นคงแข็งแรง ปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ขอขอบคุณผู้อำนวยการกองแบบแผนที่ให้แนวนโยบาย คณะทำงานฯ และผู้เชี่ยวชาญในวิชาชีพต่างๆ ที่ได้ทำให้ “คู่มือมาตรฐานการก่อสร้าง” แล้วเสร็จลงด้วยดี

กองแบบแผน

๑๘ พฤษภาคม ๒๕๕๓

สารบัญ

หน้า

1. **หมวดงานทั่วไป**.....
1.1 วัตถุประสงค์.....
1.2 นิยามความหมาย.....
1.3 ข้อกำหนดทั่วไป.....
1.4 การจัดเตรียมแผนงาน.....
1.5 การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง.....
1.6 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์.....
1.7 ระเบียบข้อปฏิบัติในการก่อสร้าง.....
1.8 การปักผังกำหนดระดับ.....
1.9 การถม ขุด ปรับระดับ.....
1.10 การบันทึกรายงานการก่อสร้าง.....
1.11 การตรวจการจ้าง และควบคุมงาน.....
2. **หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง**.....
2.1 งานเสาเข็ม.....
2.2 งานฐานราก.....
2.3 งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก.....
2.4 งานดัด และการต่อเหล็กเส้น.....
2.5 งานเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า.....
2.6 งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป.....
2.7 ตัวอย่างรายงานตรวจสอบงานวิศวกรรมโครงสร้าง.....
3. **หมวดงานสถาปัตยกรรม**.....
3.1 งานผนัง.....
3.2 งานผิวพื้น.....
3.3 งานผ้าเพดาน.....
3.4 งานหลังคา.....
3.5 งานประตู หน้าต่าง และช่องแสง.....
3.6 งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์.....
3.7 งานราวบันได ราวระเบียง ราวกันตก ที่เป็นโลหะ.....
3.8 งานป้องกันความร้อน.....
3.9 งานสี.....
3.10 งานระบบกันซึม.....
3.11 งานไม้.....

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4. **หมวดงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และระบบสุขาภิบาล**……..
4.1 รายการทั่วไป……..
4.2 ระบบประปา……
4.3 ระบบระบายน้ำฝนและระบบระบายน้ำทิ้ง…….....
4.4 ระบบป้องกันอัคคีภัย……...
4.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย……
4.6 ระบบสุขาภิบาล และห้องปฏิบัติการ……
4.7 ระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม……..
4.8 การทดสอบและการฝึกอบรม……
4.9 รูปแสดงมาตรฐานการติดตั้ง/ก่อสร้างงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม……..
5. **หมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร**……..
5.1 ขอบเขตความรับผิดชอบ…….
5.2 ระบบไฟฟ้า…….
5.3 ระบบป้องกันฟ้าผ่า……..
5.4 ระบบโทรศัพท์……..
5.5 ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้…….
5.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน……
5.7 ระบบเรียกพยาบาล……
5.8 รูปแสดงมาตรฐานการติดตั้ง/ก่อสร้างงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร……..……...
6. **หมวดงานวิศวกรรมเครื่องกล**……..……..
6.1 ข้อกำหนดทั่วไประบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ……
6.2 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน……
6.3 งานท่อลม……...
6.4 การทดสอบระบบ……..
6.5 พัดลม…….
6.6 มาตรฐานการติดตั้งระบบก๊าซทางการแพทย์……..
6.7 มาตรฐานการติดตั้งระบบลิฟต์ และระบบบันไดเลื่อน……..
6.8 รูปแสดงมาตรฐานการติดตั้ง/งานก่อสร้างวิศวกรรมเครื่องกล…….
7. **หมวดงานมัณฑนาการ**……
7.1 ข้อกำหนดงานทั่วไป……..
7.2 งานไม้……..….

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

7.3 งานผนัง……..…..
7.4 งานฝ้าเพดาน……
7.5 งานสี……..
7.6 การทำความสะอาด……..
7.7 งานครุภัณฑ์สเตนเลส……
7.8 งานติดตั้งพรมทอ/พรมแผ่น ……
7.9 การติดตั้งม่าน……
8. **หมวดงานงานภูมิทัศน์ และสิ่งแวดล้อม**……
8.1 งานดิน และเครื่องปลูก……..……...
8.2 การเตรียมการปลูกต้นไม้……..
8.3 งานปลูก,ปูหญ้าดู และแลสนามหญ้า……
8.4 วัสดุพืชพันธุ์……
8.5 การดูแลรักษางานภูมิทัศน์……..
8.6 อุปกรณ์และการดูแลรักษา……..
8.7 การส่งตัวอย่างวัสดุ……..
8.8 งานในส่วนที่เกี่ยวข้อง……
8.9 งานสี……
8.10 ไฟในสวน……..
8.11 การให้น้ำต้นไม้……
8.12 งานประดิษฐ์ตกแต่งสวน……..…
9. **ภาคผนวก**……
แบบฟอร์มรายงานการก่อสร้าง (แบบ ยธ. 1-1) ……
แบบฟอร์มบันทึกรายงานการก่อสร้างประจำวัน (แบบ ยธ. 1-2) ……..
แบบฟอร์มบันทึกเหตุการณ์แวดล้อมประจำวัน (แบบ ยธ. 1-3) ……
แบบฟอร์มรายงานสรุปผลการก่อสร้าง ประจำเดือน (แบบ ยธ. 2-1) ……
แบบฟอร์มรายงานสรุปผลการก่อสร้างแล้วเสร็จ (แบบ ยธ. 3-1) ……..
แบบฟอร์มแผนงานแสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง (แบบตัวอย่าง 1) ……..
แบบฟอร์มแผนงานแสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง (แบบตัวอย่าง 2) ……..
ข้อกำหนดในการเจาะสำรวจดิน เอกสารเลขที่ 800/ต.ค./29……...

1

หมวดงานทั่วไป



1. หมวดงานทั่วไป

1.1 วัตถุประสงค์

คู่มือมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร ฉบับปี พ.ศ.2553 กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เป็นคู่มือที่ประกอบด้วยรายการละเอียด ข้อกำหนด ระเบียบวิธี ลำดับขั้นตอน วิธีการก่อสร้าง และแบบขยายมาตรฐานในหมวดวิชาชีพต่างๆ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการและกำกับการก่อสร้างอาคารสถานบริการสุขภาพและการสาธารณสุข ของกระทรวงสาธารณสุข โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การก่อสร้างได้อาคารที่มีคุณภาพ มาตรฐานถูกต้องตามกฎหมาย หลักวิชาการ วิชาชีพ มีความมั่นคงปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้งานใช้ควบคู่กับแบบรูปและประกอบสัญญาจ้างเพื่อทำให้สัญญามีความสมบูรณ์ครบถ้วน หรือกรณีแบบรูปและรายการละเอียดของสัญญาไม่ได้ระบุคุณสมบัติของวัสดุ ลำดับขั้นตอน วิธีการทำงาน แบบขยาย หรือรายการละเอียดที่ระบุไว้ไม่ชัดเจน ให้ถือปฏิบัติตามคู่มือมาตรฐานการก่อสร้างอาคารนี้ โดยถือประโยชน์ใช้สอยและผลประโยชน์ของรัฐเป็นหลัก

1.2 นิยามความหมาย

นิยามความหมาย อธิบายคำที่ระบุอยู่ในมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร เพื่อให้มีความเข้าใจในการนำไปใช้งาน การอธิบายความหมายอาจไม่ละเอียดครอบคลุมในทุกกรณีของข้อตกลงในสัญญาที่อาจมีขึ้น การนำความหมายไปใช้งานจึงต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์และข้อตกลงในสัญญา โดยถือผลประโยชน์ของรัฐเป็นหลัก

“มาตรฐาน” หมายความว่า ข้อความ ระเบียบวิธี ข้อบังคับ หรือเอกสารที่ได้รับความเห็นชอบยอมรับตามแนวทางเฉพาะแห่งกิจกรรม ถือเอาเป็นหลักสำหรับเทียบเกณฑ์กำหนด ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหรือบ่งชี้แนวทางปฏิบัติให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดจนบรรลุความสำเร็จสูงสุดของงาน

“อาคาร” หมายความว่า สิ่งปลูกสร้างถาวรที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือใช้สอยได้ เช่น อาคารที่ ทำการ โรงพยาบาล โรงเรียน สนามกีฬา สถานีนำร่อง หรือสิ่งปลูกสร้างอย่างอื่นที่มีลักษณะทำนองเดียวกัน และรวมตลอดถึงสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ใช้สอยสำหรับอาคารนั้น ๆ เช่น เสาธง รั้ว ท่อระบายน้ำ หอถังน้ำ ถนน ประปาและสิ่งอื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของตัวอาคาร เช่น เครื่องปรับอากาศ ลิฟต์ ครุภัณฑ์ ฯลฯ

“การก่อสร้าง” หมายความว่า การสร้างสิ่งปลูกสร้างอาคารขึ้นใหม่ และหมายความรวมถึง การดัดแปลง รื้อถอน ปรับปรุง ติดตั้ง ต่อเติม อาคารหรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ

“แบบรูป แบบแปลน แบบ” (DRAWING) หมายความว่า แผ่นภาพเขียน แผ่นภาพลายเส้น ภาพถ่าย ภาพ3มิติ หุ่นจำลอง และ/หรือรายการละเอียดข้อกำหนดประกอบแบบ แสดงส่วนสำคัญที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร

“รายการละเอียด รายการประกอบแบบ” (SPECIFICATION) หมายความว่า ข้อความชี้แจงรายการละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพ จำนวน ชนิดวัสดุ ตลอดจนวิธีปฏิบัติหรือวิธีการสำหรับการก่อสร้าง หรือมาตรฐานที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์แบบแปลนหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนด

“แบบรูปขยายรายละเอียด” (SHOP DRAWING) หมายความว่า แบบที่แสดงแบบรูปและรายการละเอียดบางส่วนหรือทั้งหมดของงานที่กำลังจะดำเนินการก่อสร้าง จัดทำขึ้นเพื่อให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาอนุมัติ ก่อนการก่อสร้าง และเพื่อทำความเข้าใจในแบบรูปที่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของแบบรูปฉบับสัญญา และการเตรียมความพร้อมสำหรับใช้ในการก่อสร้างจริง งานที่ได้รับการอนุมัติ (SHOP DRAWING) แล้วมิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างได้รับการยกเว้นความรับผิดชอบในการก่อสร้างส่วนนั้นๆ ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบการแก้ไขให้ถูกต้อง ในกรณีที่ตรวจพบว่างานก่อสร้างส่วนนั้นไม่ถูกต้องตามสัญญาในภายหลัง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาเพิ่มเติม

“แบบรูปการก่อสร้างจริง” (AS-BUILT DRAWING) หมายความว่า แบบที่แสดงแบบรูปและรายการละเอียดของงานที่ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จตามสภาพความเป็นจริง เพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการตรวจการจ้างงาน และเพื่อมอบให้ผู้ว่าจ้างใช้สำหรับการบำรุงรักษาอาคารต่อไป

1.3 ข้อกำหนดทั่วไป

1.3.1 การก่อสร้างอาคาร ต้องเป็นไปตามที่ปรากฏในแบบรูป รายการละเอียด เอกสารประกอบแบบและเอกสารประกอบอื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในข้อตกลงของสัญญาจ้าง

1.3.2 ผู้รับจ้างที่ได้ลงนามในสัญญาจ้าง ถือว่าเป็นผู้ได้ตรวจดูแบบรูป รายการละเอียด และเอกสารประกอบแบบต่างๆโดยถี่ถ้วน และเข้าใจความหมายโดยแจ่มแจ้งทุกประการ ถ้าปรากฏว่าแบบรูปหรือรายการละเอียดประกอบแบบ หรือทั้งสองส่วน มีปัญหาเกิดขึ้น โดยมีการขัดแย้งกัน สงสัยจะคลาดเคลื่อน ไม่ละเอียดเพียงพอ แบบรูปพิมพ์ไม่ชัดเจน กรณีใดกรณีหนึ่งหรือหลายกรณี หรือกรณีอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องเสนอแนวทางในการดำเนินการแก้ไขตามแต่กรณีของปัญหา ขอความเห็นชอบหรือคำวินิจฉัยต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน โดยคณะกรรมการตรวจการจ้าง อาจมีความเห็นที่แตกต่างจากแนวทางแก้ไขที่ผู้รับจ้างเสนอการพิจารณาจะถือเอาสาระสำคัญของสัญญา ความถูกต้องเป็นธรรมตามหลักวิชาชีพที่ใช้ในการก่อสร้างตลอดจนความเหมาะสมในประโยชน์ใช้สอยเป็นหลักในการวินิจฉัยทั้งนี้ ผู้รับจ้างจะไม่ดำเนินการไปก่อนที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะให้ความเห็นชอบหรือวินิจฉัยชี้ขาด และผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขและดำเนินการก่อสร้างตามคำแนะนำหรือคำวินิจฉัยของคณะกรรมการตรวจการจ้าง เมื่อการแก้ไขนั้นไม่ผิดไปจาก

รายการสำคัญในแบบรูปและรายการละเอียด ผู้รับจ้างจะต้องยอมทำงานนั้นๆให้เสร็จเรียบร้อย โดยไม่เรียกร้องค่าใช้จ่ายและเวลาเพิ่มจากที่กำหนดในสัญญา

1.3.3 สิ่งใดที่มิได้กล่าวไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด แต่สิ่งนั้นเป็นส่วนจำเป็นที่ต้องกระทำเพื่อความถูกต้องตามหลักวิชาแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำงานนั้นๆ โดยไม่เรียกร้องเงินค่าจ้างเพิ่มอีก

1.3.4 สิ่งใดที่ได้กำหนดไว้ในแบบรูปและรายการละเอียดแล้ว แต่ไม่สามารถระบุให้ชัดเจนได้ เช่น ความอ่อนแก่ของสี การติดตั้ง รูปร่าง ลักษณะและสิ่งปลีกย่อยต่างๆ ตลอดจนแบบรูปขยายรายละเอียดเป็นต้น คณะกรรมการชี้สถานที่ หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างจะชี้แจงอธิบายรายละเอียดเป็นลายลักษณ์อักษรให้ขณะนำดูสถานที่หรือขณะทำการก่อสร้าง การชี้แจงรายละเอียดนี้ ถือเป็นส่วนหนึ่งของแบบรูปและรายการละเอียดในการก่อสร้างครั้งนี้

1.3.5 การอ่านแบบรูปและกำหนดขนาด ให้ถือเอาระยะหรือขนาดที่ระบุเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรระยะต่างๆที่กำหนดไว้เป็นมาตราเมตริก ยกเว้นที่ระบุไว้เป็นอย่างชัดเจนว่าเป็นอย่างอื่น

1.3.6 ในกรณีที่การก่อสร้างมีความจำเป็น ต้องทำการก่อสร้างกลับแบบจากซ้ายเป็นขวา หรือจากหน้าเป็นหลัง (ตำแหน่งอาคารยังอยู่ในตำแหน่งเดิม) ให้อยู่ในดุลพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาโดยไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงสัญญา

1.3.7 การจัดส่งเอกสารเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง ควรเสนอผ่านนายช่างผู้ควบคุมงานเพื่อทราบและช่วยพิจารณาความสมบูรณ์ของเนื้อหาและเอกสารประกอบ ให้ครบถ้วน

1.3.8 ก่อนการดำเนินการก่อสร้างอาคารตามแผนการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบรูปขยายรายละเอียด เสนอผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณาเห็นชอบ จำนวน 1ชุด ส่วนงานใดที่มีความจำเป็นต้องเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณาเห็นชอบ เพิ่มเป็นจำนวน 3 ชุด

1.3.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน หรือช่างฝีมือที่มีความรู้ความสามารถ ความชำนาญในแต่ละวิชาชีพที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้าง มาดำเนินงานนั้นๆโดยเฉพาะ และต้องจัดหามาให้มีจำนวนเพียงพอเพื่อให้การก่อสร้างแล้วเสร็จทันตามกำหนดเวลา ในกรณีที่ลูกจ้างแรงงาน ช่างคนใดของผู้รับจ้าง ไม่มีความรู้ความสามารถ ความชำนาญในงานที่ปฏิบัตินั้นๆ หรือมีพฤติกรรมไม่เหมาะสม นายช่างผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างมีอำนาจในการขอให้ย้ายออก หรือเปลี่ยนลูกจ้างหรือช่างคนนั้นได้ และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาคนใหม่มาแทนโดยเร็ว ส่วนการแก้ไขงานหรือเวลาที่เสียไปเพราะการนี้ ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างเรียกร้องค่าเสียหาย หรือขอขยายกำหนดระยะเวลาก่อสร้างไม่ได้

1.3.10 ในกรณีที่เกิดปัญหาทางด้านวิศวกรรมโครงสร้าง หรือวิศวกรรมสาขาวิชาชีพอื่นๆ อันเนื่องมาจากความขัดแย้งของแบบรูปหรือรายการละเอียด หรือแบบรูปรายการละเอียดไม่ชัดเจ หรือกรณีใดๆที่อาจทำให้สูญเสียความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร หรือเกิดความไม่ปลอดภัยในการใช้สอยอาคารก็ดี ให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะเสนอเป็นแบบรูปรายการละเอียดวิธีการแก้ไข รายการคำนวณ(ถ้ามี) และใบรับรองโดยผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรม สาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง และมีระดับคุณวุฒิตามที่สภาวิศวกรหรือสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย(วสท.)กำหนด ต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบ ก่อนการดำเนินการก่อสร้างต่อไป

1.3.11 กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบรูปและ/หรือรายการละเอียดในการก่อสร้างอาคาร เช่นงานฐานรากเสาเข็ม หรืองานอื่นๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้สอยอาคารหรือเป็นผลประโยชน์ของรัฐมากที่สุด

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว หากสาระของสัญญาไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น หรือสัญญามีความขัดแย้งกัน ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

1.3.12 ไฟฟ้า ประปาชั่วคราวที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นหน้าที่และค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างในการจัดหา การขุดบ่อน้ำ การขุดบ่อบาดาล การติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้า การปักเสาพาดสาย การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชั่วคราว ต้องได้รับการอนุมัติความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

1.3.13 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานและรับผิดชอบในการทำงาน ให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระเบียบข้อบังคับต่าง ๆที่ออกโดยหน่วยราชการท้องถิ่น ที่ ๆสถานที่ก่อสร้างตั้งอยู่ เช่นกฎหมายที่เกี่ยวกับการควบคุมอาคาร ด้านแรงงาน ด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยในการทำงาน ด้านการคุ้มครองผู้บริโภค เพื่อให้การปฏิบัติงานก่อสร้างเป็นไปด้วยความสงบเรียบร้อยถูกต้องตามกฎหมาย และมีความปลอดภัยตามหลักอาชีวอนามัย

1.3.14 การพิจารณาให้ความเห็นชอบ การพิจารณาอนุมัติต่าง ๆจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการและการควบคุมกำกับเพื่อให้งานก่อสร้างอาคารมีคุณภาพแล้วเสร็จทันตามกำหนดของสัญญา ส่วนการดำเนินการก่อสร้างจริงเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง ความผิดพลาด ความคลาดเคลื่อนคุณภาพของเนื้องานก่อสร้าง การใช้วัสดุ การติดตั้งอุปกรณ์ หรือหากไม่ถูกต้องตามสาระสำคัญของสัญญา ผู้รับจ้างมิอาจพ้นผิดจากความรับผิดชอบตามข้อผูกมัดของสัญญา

1.4 การจัดเตรียมแผนงาน

1.4.1 ผู้รับจ้างต้องแต่งตั้งผู้แทนรับผิดชอบหน่วยงานก่อสร้างที่เป็นสถาปนิก หรือวิศวกรโยธา หรือผู้ที่มีประสบการณ์เหมาะสมกับงานก่อสร้าง และมีอำนาจเต็มประจำสถานที่ก่อสร้างอย่างน้อย 1 คน เสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบ โดยผู้แทนผู้รับจ้างจะต้องอยู่ปฏิบัติงานที่หน่วยงานก่อสร้างตลอดระยะเวลาที่มีการปฏิบัติงานก่อสร้าง คำแนะนำ ผลพิจารณาอนุมัติหรือคำสั่งใดจากนายช่างผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง ให้ถือเสมือนว่าได้ดำเนินการแก่ผู้รับจ้างโดยตรง ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะขอเปลี่ยนตัวแทนของผู้รับจ้างหากเห็นว่าไม่เหมาะสม และต้องดำเนินการสลับเปลี่ยนโดยไม่มีการเว้นว่างตัวแทนผู้รับผิดชอบ ภายใน 15 วัน

1.4.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการปฏิบัติงานในรูป C.P.M (CRITICAL PATH METHOD) หรือตารางกำหนดการดำเนินงานก่อสร้าง (WORK SCHEDULE) แสดงรายการปฏิบัติงาน จำนวนช่างและแรงงาน งวดงาน ประกอบระยะเวลาแล้วเสร็จภายในอายุสัญญา พร้อมทั้งจัดลำดับ กำหนดการ การประสานงานลงในแผนงาน และต้องนำเสนอต่อนายช่างผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้าง ภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ลงนามในสัญญาหรือวันที่ได้รับมอบสถานที่ก่อสร้าง

1.4.3 ผู้รับจ้างต้องแสดงแผนผังการปฏิบัติงานไว้ในหน่วยงานก่อสร้าง บันทึกการทำงานที่เป็นจริงเปรียบเทียบกับแผนงานที่ได้วางไว้ และสรุปรายงานผลการดำเนินงานก่อสร้างต่อนายช่างผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้าง ทุกสัปดาห์ หากผลการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างไม่สอดคล้องกับแผนงานที่วางไว้ ผู้รับจ้างต้องทำการปรับแผนการปฏิบัติงานรายงานต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อให้การก่อสร้างแล้วเสร็จตามกำหนดระยะเวลาของสัญญา

1.4.4 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการตรวจสอบ สำรวจบริเวณสถานที่การก่อสร้างให้รู้สภาพต่าง ๆของสถานที่ก่อสร้าง และจัดทำแผนผังหน่วยงานก่อสร้าง กำหนดขอบเขต ระบุตำแหน่งอาคาร สำนักงานชั่วคราว ไฟฟ้า ประปา โรงเก็บวัสดุอุปกรณ์ บ้านพักคนงาน(ถ้ามี) เส้นทางสำหรับการขนส่งวัสดุก่อสร้าง และอื่นๆ โดยผังดังกล่าวต้องมีผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบน้อยที่สุด นำเสนอผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบ

1.4.5 ในกรณีที่การก่อสร้างมีความจำเป็น ต้องทำการก่อสร้างกลับแบบจากซ้ายเป็นขวา หรือจากหน้าเป็นหลัง และแบบรูปประกอบสัญญาไม่ได้ดำเนินการกลับแบบรูปตามข้อกำหนดของสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบรูปที่ถูกต้องสำหรับการก่อสร้าง โดยมีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับแบบรูปฉบับสัญญา เสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาอนุมัติให้ใช้เป็นแบบสำหรับการก่อสร้าง

1.5 การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง

1.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำผังสำรวจสถานที่ก่อสร้าง เก็บข้อมูลตามสภาพความเป็นจริง ทั้งส่วนที่มองเห็นและส่วนที่มองไม่เห็น เช่น ระยะห่างของอาคารข้างเคียง ต้นไม้ ถนน ท่อระบายน้ำ ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ แนวท่อระบบบำบัดน้ำเสียใต้ดิน และอื่นๆ เพื่อใช้ประกอบการจัดเตรียมแผนงาน รายงานต่อนายช่างผู้ควบคุมงาน

1.5.2 กรณีที่ต้องมีการย้ายระบบสาธารณูปโภคที่เป็นอุปสรรคในการก่อสร้าง หากสัญญาจ้างมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการโยกย้ายระบบสาธารณูปโภคที่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้างทุกชนิดที่มีอยู่เดิม ให้พ้นจากบริเวณก่อสร้างอาคาร การโยกย้ายดังกล่าวจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ถูกต้องตามหลักวิชาช่าง ต้องไม่มีผลกระทบเสียหายต่อการใช้งานปกติ สามารถใช้งานได้ดีดังเดิม ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนการโยกย้ายระบบสาธารณูปโภค โดยแผนการดังกล่าวประกอบด้วยแผนปฏิบัติการแบบรูป ผัง การใช้วัสดุอุปกรณ์และ/หรือเครื่องจักรกล ผู้รับจ้างต้องระบุให้ชัดเจนว่า เป็นการโยกย้ายชั่วคราวแล้วนำกลับมาติดตั้งตามเดิม หรือเป็นการโยกย้ายถาวร เสนอนายช่างผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาอนุมัติจากก่อน จึงจะทำการโยกย้ายได้

1.5.3 การตัดต้นไม้ ถ้าการก่อสร้างนี้จำเป็นต้องตัดต้นไม้ในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างตัดต้นไม้ได้เฉพาะต้นที่มีขนาดลำต้นเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 7.5 เซนติเมตร ส่วนขนาดที่ใหญ่กว่าการตัดหรือย้ายต้นไม้ ที่กีดขว้างการก่อสร้างจะต้องได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของสถานที่ก่อนจึงดำเนินการได้ โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

1.5.6 การสร้างโรงงานและที่พักคนงานชั่วคราว(ถ้ามี) การปลูกสร้างโรงงาน หรือที่พักคนงานชั่วคราวในบริเวณสถานที่ของทางราชการ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน ในกรณีที่จำเป็นจะต้องปลูกสร้างนอกสถานที่ของทางราชการ จะต้องได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อประโยชน์ในการยึดทรัพย์เมื่อมีการละทิ้งงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างที่พัก ที่ปรุงอาหาร ส้วม และห้องอาบน้ำของคนงานให้มิดชิด และถูกสุขลักษณะ วัสดุที่ใช้สร้างต้องไม่ติดไฟง่าย ไม่สกปรก หรือรกรุงรัง การอยู่อาศัยให้อยู่เฉพาะผู้ที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง และต้องอยู่ในบริเวณที่ก่อสร้างเท่านั้น ห้ามออกไปในบริเวณอื่น หากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือเจ้าของสถานที่ ระบุให้การทำบัตรประจำตัว

คนงานหรือ ผู้เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง เพื่อใช้ในการผ่านเข้าออกบริเวณก่อสร้างผู้รับจ้างต้องยอมปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด

1.5.7 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรั้วชั่วคราว กำหนดเขตพื้นที่ก่อสร้างโดยรอบ ทำด้วยวัสดุที่มีความคงทนแข็งแรง สามารถป้องกันการบุกรุกได้ดีพอสมควร ความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร มีประตูผ่านเข้าออกเท่าที่จำเป็น มีแผ่นป้ายเตือน “อันตราย ห้ามเข้าเขตก่อสร้าง” มองเห็นอ่านได้ในระยะ 10.00 เมตร ในกรณีที่สัญญาการก่อสร้างมีงานก่อสร้างหลายอาคารหรือมีระยะอาคารห่างกัน การจัดทำรั้วชั่วคราวให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงานและ/หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้กำหนดให้

1.5.8 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีไฟแสงสว่าง บริเวณสถานที่ก่อสร้างในเวลากลางคืน สามารถมองเห็นได้อย่างปลอดภัย ต้องจัดให้มียามรักษาการตลอด 24 ชั่วโมง บริเวณทางเข้าออกสถานที่ก่อสร้าง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 คน สำหรับงานก่อสร้างที่มีมูลค่าสัญญารวมเกิน 30 ล้านบาท และจำนวนไม่น้อยกว่า 2 คน สำหรับงานก่อสร้างที่มีมูลค่าสัญญารวมเกิน 80 ล้านบาท

1.5.9 สำนักงานชั่วคราว ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างสำนักงานชั่วคราวสำหรับนายช่างผู้ควบคุมการก่อสร้างของผู้ว่าจ้างทันทีที่ทำการตรวจสอบผังการก่อสร้างค่าใช้จ่ายของสำนักงานชั่วคราวทั้งหมดที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง เป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้นสำนักงานควบคุมงานแบ่งเป็นลักษณะต่างๆ ดังนี้

• ขนาดที่ 1 ราคาก่อสร้างของโครงการ ไม่เกิน 10 ล้านบาท ขนาดของสำนักงานมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 15 ตารางเมตร ประกอบด้วย ไฟฟ้า ประปา ห้องน้ำ-ส้วม และอุปกรณ์ประกอบสำนักงานที่จำเป็น

• ขนาดที่ 2 ราคาค่าก่อสร้างของโครงการ ตั้งแต่ 10 ล้านบาทขึ้นไป และไม่เกิน 80 ล้านบาท ขนาดของสำนักงานมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 30 ตารางเมตร ประกอบด้วย ไฟฟ้า ประปา ห้องน้ำ-ส้วม และอุปกรณ์ประกอบสำนักงานที่จำเป็น พร้อมจัดทำสถานที่เก็บตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์

• ขนาดที่ 3 ราคาค่าก่อสร้างของโครงการ ตั้งแต่ 80 ล้านบาทขึ้นไป ขนาดของสำนักงานมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตร ประกอบด้วย ไฟฟ้า ประปา ห้องน้ำ-ส้วม ห้องเก็บตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ โต๊ะประชุมคณะกรรมการตรวจการจ้าง ขนาดประมาณ 12 คน และอุปกรณ์ประกอบสำนักงานที่จำเป็น พร้อมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศโทรศัพท์ เป็นต้น

1.5.10 วัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร ต้องกองเก็บในโรงเรือนที่มีหลังคาคลุม ไม่ควรสัมผัสแดด ลม หรือฝน หากการกองเก็บวัสดุไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความเสียหาย เกิดสนิม เปลี่ยนสี บวม สภาพเก่า หรืออื่นๆ ผู้รับจ้างต้องจัดหามาใหม่ หรือแก้ไขจนกว่านายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้งานได้

1.6 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

1.6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและ/หรือติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ตามแบบรูปและรายการละเอียด วัสดุและ/หรืออุปกรณ์ที่ต้องสั่งจากต่างประเทศ หรือจัดทำขึ้นใหม่ หรือสิ่งของที่มีในท้องถิ่นมีจำนวนจำกัด ผู้รับจ้างต้องจัดหาให้ครบทันตามกำหนดเวลา และจะอ้างเป็นเหตุในการขอต่ออายุสัญญาไม่ได้

1.6.2 วัสดุอุปกรณ์ ในงานก่อสร้างต้องเป็นวัสดุใหม่ ไม่เคยถูกใช้งาน ไม่เก่าเก็บ มีคุณสมบัติและคุณภาพตามที่กำหนดในแบบรูและรายการละเอียด วัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ได้กำหนดรายการละเอียดไว้เป็นอย่างอื่น

ให้เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ผลิตในประเทศ มีคุณภาพได้มาตรฐานประเทศไทย และ/หรือมาตรฐานต่างประเทศตามลำดับ

1.6.3 วัสดุอุปกรณ์ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ต้องสั่งซื้อจากตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต มีการรับรองการให้บริการทั้งอะไหล่และการบำรุงรักษาได้อย่างต่อเนื่อง การนำเข้าต้องเป็นไปตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติม และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1.6.4 การทดสอบต่างๆในระหว่างการก่อสร้าง เช่น การทดสอบกำลังวัสดุ คุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ความสมบูรณ์ของเสาเข็ม การรับน้ำหนักของเสาเข็ม เป็นต้น ค่าใช้จ่ายในการทดสอบค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเป็นของผู้รับจ้าง การติดต่อประสานงานกับหน่วยงานหรือสถาบันต่างๆเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง โดยส่งสำเนารายงานนายช่างผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้าง

1.6.5 ผู้รับจ้างต้องขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์ รายการสำคัญ เช่น เสาเข็ม เหล็กเสริม เหล็กรูปพรรณ วัสดุกันซึม วัสดุตกแต่งผิว วัสดุเคลือบผิว วัสดุอุปกรณ์งานระบบต่างๆประกอบอาคาร และอื่นๆ โดยจัดทำเอกสารรายการละเอียดเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนการจัดซื้อ การพิจารณาเอกสารที่เสนอขออนุมัติแต่ละครั้งใช้เวลา 15 วันทำการ ดังนั้นผู้รับจ้างจึงควรรวบรวมเอกสารการขออนุมัติในคราวเดียวให้ครบถ้วน การเสนอขออนุมัติที่ล่าช้า ผู้รับจ้างไม่สามารถถือเป็นเหตุอ้างอิงในการขอต่ออายุสัญญา วัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับการอนุมัติแล้ว ยังไม่พ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ทำการติดตั้งไม่เป็นไปตามหลักวิชาช่างหรือตามกรรมวิธีของผู้ผลิต หรือวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้งานหรือติดตั้งไม่ตรงกับที่ได้รับอนุมัติ

1.6.6 ผู้รับจ้างสามารถขอใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่า ในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาได้ตามที่แบบรูปและรายการละเอียดกำหนด หรือเหตุกรณีอื่นๆ โดยมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่แบบรูปรายการละเอียดกำหนด ผู้รับจ้างต้องจัดทำเอกสารระบุเหตุผลขอเทียบเท่า รายการเปรียบเทียบคุณสมบัติและราคา ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาอนุมัติ เห็นชอบ หากวัสดุอุปกรณ์ที่ขอเทียบเท่ามีราคาสูงกว่าที่ตกลงในสัญญา ผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมิได้ และหากราคาวัสดุอุปกรณ์ต่ำกว่าที่ตกลงในสัญญา ผู้รับจ้างต้องยินยอมหักลดเงินค่าจ้างตามจำนวนที่แตกต่าง ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิ์ที่จะปฏิเสธการขอเทียบเท่า และยืนยันให้ใช้วัสดุตามแบบรูปรายการละเอียด หรือตามข้อตกลงของสัญญา (<u>การคำนวณราคาค่าก่อสร้างเพื่อเสนอราคาให้เสนอราคาตามที่กำหนดในแบบรูป รายการละเอียดและเอกสารประกอบแบบ เท่านั้น</u>)

1.6.7 เครื่องจักรกล อุปกรณ์ก่อสร้าง และเครื่องมือที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าของผู้รับจ้างที่ใช้ในการก่อสร้างต้องมีสภาพดี สามารถใช้งานเป็นปกติ มีความปลอดภัย เครื่องมือและเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ เช่น รถขุด รถแทรคเตอร์ เครื่องปั๊มลม เครื่องสกัด รถขุดเจาะ อื่นๆ ต้องอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย กรณีเครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ต้องมีการติดตั้ง เช่น ปั้นจั่นยกวัสดุขนาดใหญ่ ทาวเวอร์เครน กำแพงกันดิน ชั่วคราว นั่งร้าน หรืออื่นๆ ให้ปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และจัดทำผังแบบรูป รายการละเอียดการติดตั้ง รายการคำนวณ(ถ้ามี) และใบรับรองโดยผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรม สาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง และมีระดับคุณวุฒิตามที่สภาวิศวกรหรือสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย(วสท.)กำหนด เสนอต่อนายช่างผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบ

1.7 ระเบียบข้อปฏิบัติในการก่อสร้าง

1.7.1 การป้องกันอันตรายในกรณีที่การก่อสร้างอาคารตั้งแต่ 3 ชั้นขึ้นไป ให้ผู้รับจ้างจัดทำระบบป้องกันเศษวัสดุตกหล่นซึ่งอาจทำอันตราย หรือทำให้ทรัพย์สินเสียหาย โดยจัดทำปล่องทิ้งขยะหรือเศษวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้าง ตามจุดที่เหมาะสม หรือจุดที่กรรมการตรวจการจ้างกำหนด ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เศษวัสดุ ฝุ่นผงต่างๆ ทำความเดือดร้อนรำคาญแก่บุคคลและบริเวณข้างเคียง หรือตามที่กฎหมายกำหนด

1.7.2 กรณีที่การก่อสร้างอาคารห่างจากอาคารข้างเคียงน้อยกว่า 10 เมตร ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนและดำเนินการป้องกันฝุ่นละอองและเสียงที่ดังเกินกว่าที่กำหมายกำหนด ในขณะดำเนินการก่อสร้าง และให้ถือว่ามาตรการในการป้องกันฝุ่นละอองและเสียงเป็นเรื่องสำคัญ

1.7.3 ถนนและทางเดินชั่วคราว ในระหว่างการก่อสร้างหากมีความจำเป็นจะต้องทำถนนชั่วคราว เพื่อใช้ ขนส่งวัสดุหรืออำนวยความสะดวกของผู้รับจ้าง เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำถนนดังกล่าว โดยค่าใช้จ่าย ทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง ทั้งนี้ถนนชั่วคราวเป็นกรรมสิทธิ์ของทาง ราชการและผู้ว่าจ้าง หรือคณะกรรมการการตรวจการจ้างมีสิทธิที่จะใช้ถนนดังกล่าวในการให้ผู้รับ จ้างรายต่อๆไปได้ร่วมใช้ถนนชั่วคราวหากมีความจำเป็น ส่วนการซ่อม ดูแลบำรุงรักษาเป็นหน้าที่ ที่จะตกลงร่วมกันระหว่างผู้รับจ้างทุกรายที่มีส่วนร่วมใช้ถนนดังกล่าว ทางเดินชั่วคราว ในกรณีที่มีความจำเป็นจะต้องจัดสร้างทางเดินชั่วคราว ผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติก่อนการก่อสร้างทางเดินดังกล่าว ทั้งนี้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างทางเดินให้แข็งแรง ปลอดภัย โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น และเมื่อหมดความจำเป็นแล้วผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนออก พร้อมทั้งซ่อมแซมส่วนที่เสียหายให้ดีดังเดิม ทางเดินดังกล่าวจะต้องป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น และติดตั้งเครื่องหมายแสดงบริเวณที่อาจเกิดอันตรายทุกแห่ง

1.7.4 ผู้รับจ้างต้องดูแลบำรุงรักษาผิวทางจราจร การทำความสะอาด การขนส่งวัสดุก่อสร้างที่มีน้ำหนักมาก เช่นการขนส่งดิน หิน ทราย เหล็ก คอนกรีต ต้องระมัดระวังมิให้เกิดความเสียหายกับผิวจราจร ทั้งภายใน-ภายนอกหน่วยราชการที่ทำการก่อสร้าง หรือทางสาธารณะ หากเกิดความเสียหายผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมให้ดีดังเดิม ค่าใช้จ่ายการการนี้ ค่าปรับหรือค่าธรรมเนียมท้องถิ่นที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างไม่สามารถเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

1.7.5 การรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเดิม ถ้าการก่อสร้างนี้จำเป็นต้องรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเดิมของผู้ว่าจ้างและในรายการมิได้กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างเสนอขออนุญาตต่อผู้ว่าจ้างก่อน และเมื่ออนุมัติแล้วจึงจะทำการรื้อถอนได้ การรื้อถอนสิ่งต่างๆ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการและออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น ส่วนวัสดุต่างๆ ของผู้ว่าจ้างที่รื้อถอนออกนี้ ถือว่าเป็นของผู้ว่าจ้างทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องนำไปเก็บไว้ ณ ที่อันสมควร ซึ่งผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ โดยการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น เว้นแต่สัญญาจะระบุไว้อย่างชัดเจนเป็นอย่างอื่น

1.7.6 แบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (SHOP DRAWING) ผู้รับจ้างจะต้องทำเสนอแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง ในส่วนที่มีอุปสรรคทางด้านต่างๆ หรือส่วนที่ไม่สามารถทำตามแบบจริงได้ หรือมีหลายประเภทงานในบริเวณหรือจุดที่ติดตั้งเดียวกัน อาทิเช่น งานด้านวิศวกรรมโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานระบบต่างๆ จะต้องสอดคล้องและไม่ขัดแย้งกันในขณะก่อสร้าง และหากแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง เกี่ยวข้องกับการมั่นคงแข็งแรงและปลอดภัย ต้องมีวิศวกรระดับสามัญของสาขา

วิชาชีพนั้นๆ ลงนามกำกับแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง เสนอให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง ตรวจแก้ไขเห็นชอบเสียก่อนล่วงหน้าก่อนการดำเนินการในระยะเวลาอันสมควร การทำรูปแบบขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะอ้างเป็นเหตุในการขอคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่ได้

1.7.7 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ก่อสร้างให้มีความสะอาด ไม่สะสมมูลฝอยที่ทำให้เกิดแหล่งเพาะเชื้อโรค มูลฝอย และเศษวัสดุก่อสร้าง ให้ขนออกนอกพื้นที่ก่อสร้าง ในระยะเวลาที่เหมาะสม อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หรือตามผู้ควบคุมงานสั่ง นำไปกำจัดโดยวิธีที่ถูกต้องตามประเภทของมูลฝอย ห้ามทิ้งสะสมไว้ในบริเวณก่อสร้าง หรือทิ้งลงถังขยะท้องถิ่น

1.7.8 วัสดุไวไฟที่ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น ทินเนอร์ แอลกอฮอล์ เบนซิน หรืออื่นๆ หลังการใช้งานวัสดุไวไฟในแต่ละวัน ให้นำกลับมากองเก็บยังอาคารเก็บวัสดุไวไฟ รวมทั้งภาชนะบรรจุที่หมดแล้ว ห้ามวางทิ้งไว้ในอาคารหรือบริเวณก่อสร้างเป็นอันขาด

1.7.9 การเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าหรือแก๊สให้มีมาตรการป้องกันประกายไฟขณะทำการเชื่อม ทุกๆครั้งที่มีการเชื่อม ให้มีถังดับเคมีเพลิงขนาด 15 ปอนด์ ที่หน้างานเชื่อมอย่างน้อยจุดละ 1 ถัง และมีถังดับเคมีเพลิงสำรองอีกจำนวนไม่น้อยกว่า 5 ถัง โดยต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว ทันที

1.7.10 การยก การเคลื่อนย้ายวัสดุขึ้นที่สูง การใช้เครน รอก ลิฟต์ ให้ใช้ความระมัดระวัง อุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายจะต้องอยู่ในสภาพดี มีการตรวจสอบ ซ่อมบำรุงให้อยู่ในสภาพดีตลอดการใช้งาน ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีผู้ขับเคลื่อน ผู้บันทึกการเคลื่อนย้ายวัสดุ และผู้ควบคุม ตำแหน่งไม่น้อยกว่าระดับหัวหน้าคนงาน ห้ามยกเคลื่อนย้ายวัสดุข้ามผ่านคนทำงานหรือผ่านเหนืออาคารใดๆโดยเด็ดขาด

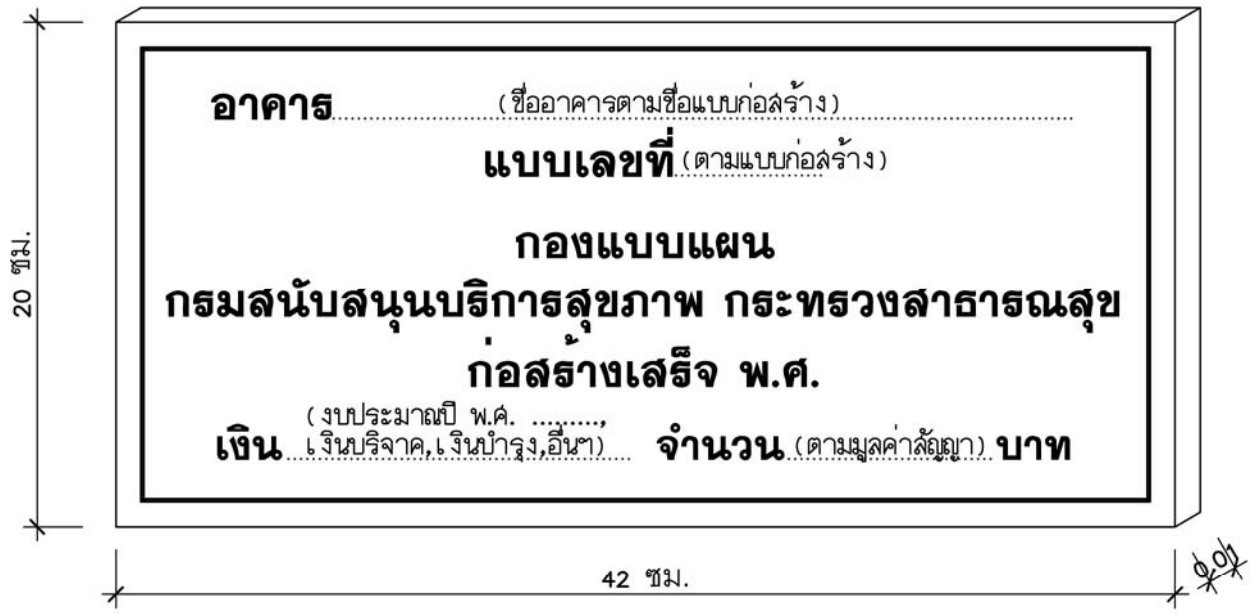
1.7.11 การก่อสร้างปกติให้มีการบันทึกด้วยภาพถ่ายดิจิตอลเป็นระยะๆ การก่อสร้างหรือการติดตั้งงานก่อสร้างที่ผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างไม่สามารถเข้าตรวจถึง หรือมองเห็นได้ในวันตรวจการจ้าง หรืออาจเนื่องจากเหตุความปลอดภัย เช่น การติดตั้งวัสดุมุงหลังคา การติดตั้งรางลิฟต์ การติดตั้งระบบกันซึมชั้นใต้ดิน การติดตั้งระบบกำจัดปลวก การฉาบติดตั้งระบบกันซึมภายในถังเก็บน้ำ งานเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีต หรืออื่นๆ ให้ผู้รับจ้างภาพถ่ายดิจิตอลบันทึกงานที่ดำเนินการดังกล่าว ลงแผ่น CD-ROM จำนวน 2 แผ่น เพื่อใช้ประกอบการตรวจการจ้าง หรือจัดทำเพิ่มเติมกรณีที่มีข้อสงสัย หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างร้องขอ

1.7.12 ในระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการตามแผนการทำงานด้านความปลอดภัย ตามที่กฎหมายกำหนด รายงานนายช่างผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้าง

1.7.13 ป้ายแสดงรายการก่อสร้าง ขนาดไม่เล็กว่า 1.20 x 2.40 เมตร ทำด้วยวัสดุที่คงทน ติดตั้งในบริเวณทางเข้าหน่วยงานก่อสร้างหรือบริเวณที่สามารถมองเห็นได้โดยทั่วไป ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง บนพื้นสีขาว ตัวอักษรสีน้ำเงิน ข้อความตามตัวอย่าง ห้ามโฆษณา หรือมีข้อความเกินกว่าที่กำหนด

โครงการก่อสร้างอาคาร ..... สถานที่ก่อสร้าง ..... เจ้าของโครงการ .....โทร..... ราคาค่าก่อสร้าง ..... ผู้ควบคุมงาน ..... เริ่มสัญญา ..... สิ้นสุดสัญญา ..... ขยายเวลา ..... สิ้นสุดสัญญา ..... ผู้รับจ้าง .....โทร..... วิศวกรโครงการ ..... เลขทะเบียน ..... สถาปนิกโครงการ ..... เลขทะเบียน ..... ร้องเรียน/แจ้งเหตุ โทร	 โดย กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข โทร .....

1.7.14 รายละเอียดแผ่นป้ายอาคารทุกหลัง ตามแบบตัวอย่าง ยกเว้นงาน รั้ว กนน ถังน้ำ เสาธง งานปรับปรุงซ่อมแซม



แบบป้ายแสดงรายการก่อสร้าง

20x42

- รายละเอียดป้ายทำด้วยแผ่นสเตนเลส 304 ขนาด 40x42 ซม. หนา 1 มม. พับขอบหนา 1 ซม. ผิวแฮนไลน์ ตัวอักษรและกรอบกัดกรดเซาะร่องฝังสีเขียวอมน้ำเงิน ติดตั้งกับผนังด้วยซิลิโคน ตำแหน่งติดตั้งให้ขณะก่อสร้าง

1.8 การปักผัง กำหนดระดับ

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหมุดระดับอ้างอิงเบื้องต้น เปรียบเทียบกับอาคารถาวรข้างเคียง วางบนตำแหน่งที่มีความมั่นคง ในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง เพื่อให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณากำหนดระดับสำหรับการก่อสร้างจริง

1.8.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการปักผังแสดงแนวเสาและวางระดับอ้างอิง ตามที่กำหนดไว้ตามแบบรูปและรายการละเอียด เมื่อผู้รับจ้างดำเนินการเรียบร้อยแล้วให้รายงานต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อพิจารณาตรวจสอบผังให้ความเห็นชอบ ภายในระยะเวลา 10 วัน นับแต่วันที่คณะกรรมการตรวจการจ้างรับรายงาน การดำเนินงานที่ล่าช้า ผู้รับจ้างจะอ้างเป็นเหตุในการขอต่ออายุสัญญาจ้างไม่ได้

1.8.3 กรณีที่แบบรูปและรายการละเอียดไม่ได้แสดงตำแหน่งของอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำผังสำรวจบริเวณก่อสร้าง พร้อมทั้งกำหนดตำแหน่งอาคารโดยสังเขป เสนอขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อตรวจสอบผังต่อไป

1.8.4 กรณีที่อาคารไม่สามารถก่อสร้างอาคารได้ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบรูป และรายการละเอียด คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดตำแหน่งอาคารให้ใหม่ในบริเวณใกล้เคียง โดยไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการและสัญญาจ้าง

1.9 การถม ขุด ปรับระดับ

1.9.1 การถม ในกรณีที่แบบรูปและรายการละเอียด มิได้ระบุการถมที่ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือว่าการก่อสร้างอาคารรวมถึงการถมที่บริเวณที่ตั้งของอาคารด้วยทุกครั้ง ส่วนความสูงของระดับดินถมประมาณเท่าทางเท้า หรือหลังถนน โดยความกว้างห่างจากริมอาคารต้องไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร ในแนวระดับแล้วลาดเอียง ในกรณีที่รายการถมดินไม่ครบตามจำนวนที่กำหนด ให้นำส่วนที่เหลือไปถมในที่ซึ่งคณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด ทั้งนี้ ไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการและสัญญา

1.9.2 การถมดินรอบอาคาร ในกรณีที่แบบรูปและรายการละเอียดระบุให้ถมดินรอบอาคาร ให้ถมตามที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด และให้ทำเอียงลาด 1 ต่อ 2 (แนวดิ่ง 1 ส่วน ต่อแนวราบ 2 ส่วน) ลงสู่ระดับดินเดิม พร้อมตกแต่งและบดอัดจนเรียบ (ความสูงให้ถือตามแบบรูปและรายการละเอียด)

1.9.3 การถมที่ ให้ดำเนินการกำจัดวัชพืชออกก่อน กรณีที่มีน้ำท่วมขังให้สูบน้ำออก ขุดลอกดินเลนออก จึงทำการถมที่ได้ ในกรณีถมที่ที่มีระดับความสูงมากกว่า 0.50 เมตร ให้ถมเป็นชั้นๆละไม่เกิน 0.50 เมตร แต่ละชั้นให้บดอัดด้วยเครื่องบดอัดจนแน่น เศษวัชพืชให้ขนออกไปทิ้งนอกสถานที่

1.9.4 กรณีที่ถมด้วยทรายต้องหาวิธีป้องกันมิให้ทรายไหลออกจากบริเวณที่ต้องการถมพร้อมทั้งหล่อน้ำไว้จนทรายทรุดตัวแน่น

1.9.5 กรณีที่แบบรูปและรายการละเอียด มิได้ระบุการถมหรือปรับระดับไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือว่าการก่อสร้างอาคารรวมถึงการให้ปรับระดับดินใต้อาคาร โดยการถมดิน หรือทราย ให้สูงกว่าระดับทางเท้าหรือระดับดินโดยรอบอาคาร ไม่น้อยกว่า 0.20 เมตร

1.9.6 การขุดดิน หรือร่องน้ำ หรือคูระบายน้ำที่กำหนดในแบบรูปรายการละเอียด หรือขุดเพื่อการระบายน้ำระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังการขุด ไม่ให้มีผลกระทบต่อบริเวณข้างเคียง หากมีความเสียหายเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบแก้ไข

1.9.7 การใช้เครื่องจักรกล ในการถม ขุด ปรับระดับ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังน้ำหนักและการขับเคลื่อนของเครื่องจักรกล ไม่ให้มีผลกระทบต่องานฐานรากหรือบริเวณข้างเคียง หากมีความเสียหายเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบแก้ไข

1.9.8 การถมดินในท้องถิ่นที่สถานที่ก่อสร้างตั้งอยู่ ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับต่างๆ ที่ออกโดยหน่วยราชการท้องถิ่นนั้นๆ รวมทั้งค่าธรรมเนียมและค่าปรับที่อาจมีขึ้น อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1.10 การบันทึกรายงานการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดทำบันทึกรายงานการก่อสร้างตามที่สัญญากำหนด หากมิได้กำหนดไว้ผู้รับจ้างต้องจัดทำบันทึกรายงานการก่อสร้าง ทุกวัน และรายงานต่อผู้ควบคุมงานทุกสัปดาห์ รายงานประกอบด้วย ลำดับงวดงาน รายการงานที่ปฏิบัติรายวัน จำนวนแรงงาน ช่างสาขาต่างๆ ผู้ควบคุมงาน ระบุเครื่องจักรกล สภาพอากาศ ปัญหาอุปสรรค ลงนามรับรองโดยผู้รับจ้างหรือตัวแทนผู้รับผิดชอบในแต่ละวัน

1.11 การตรวจการจ้าง และการควบคุมงาน

การตรวจการจ้าง และการควบคุมงาน ให้เป็นไปตามระเบียบทางราชการ

2

หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง



2. หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

มีทั้งฐานราก

2.1 งานเสาเข็ม

ในกรณีที่แบบรูปแสดงฐานรากไว้เกิน 1 ชนิด เช่น มีทั้งรากชนิดตอกเสาเข็มคอนกรีต ฐานรากชนิดตอกเสาเข็มไม้ ฐานรากชนิดเสาเข็มเจาะ และฐานรากชนิดไม่ตอกเสาเข็ม หากรายการละเอียดและรายการวันชี้สถานที่มิได้กำหนดให้ใช้ฐานรากชนิดใดไว้ ให้ผู้รับจ้างเสนอราคาค่าก่อสร้างโดยใช้ฐานรากชนิดที่มีราคา และค่าใช้จ่ายสูงสุดตามที่ระบุไว้ในรูปแบบ และ ให้ผู้รับจ้างดำเนินการเจาะสำรวจดินตามข้อกำหนดในเอกสารเลขที่ 800/ต.ค./29 กรณีที่ผลการเจาะสำรวจดิน กำหนดให้ใช้ฐานรากนอกเหนือจากที่เสนอราคาให้เปรียบเทียบเพิ่ม-ลด ค่าฐานรากโดยถือตามผลสรุปจากรายงานผลการเจาะสำรวจดินเป็นที่สิ้นสุด

2.1.1 เสาเข็มไม้

ในกรณีที่แบบรูปและรายละเอียดระบุให้ใช้เสาเข็มไม้ ให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนเป็นเสาเข็มคอนกรีตขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าพื้นที่หน้าตัดของเสาเข็มไม้ที่ระบุไว้เดิม โดยยกเลิกการใช้เสาเข็มไม้ที่ระบุในแบบความยาวของเสาเข็มที่จะใช้เท่ากับความยาวของเสาเข็มไม้เดิม และไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

2.1.2 เสาเข็มคอนกรีต

2.1.2.1 เสาเข็มคอนกรีตที่นำมาใช้ในการก่อสร้างต้องเป็นเสาเข็มที่ผลิตจาก โรงงานที่มีอุปกรณ์และวิศวกรผู้ชำนาญงานพอเพียงแก่การผลิตเสาเข็มให้มีคุณภาพดีเสาเข็มทุกต้นต้องระบุวันเดือนปีที่ผลิตและชื่อผู้ผลิตแสดงไว้ชัดเจน

2.1.2.2 การกำหนดจุดยกและการขนส่ง เสาเข็มทุกต้นจะต้องแสดงจุดยกให้ชัดเจน และหากทำการทดสอบด้วยการนำเสาเข็มวางบนหมอนรองรับที่จุดยก รอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นจะต้องไม่กว้างมากกว่า 1.20 มิลลิเมตร

2.1.2.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมได้

2.1.2.3.1 ความคดงอของเสาเข็มตามยาวขณะวางในสภาวะปกติไม่ได้รับ BENDING จะต้องไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ต่อความยาว 3.00 เมตร หรือ 9.5 มิลลิเมตร ต่อความยาว 12.00 เมตร

2.1.2.3.2 ปลายที่ตอกเสาเข็มต้องมีผิวหน้าเรียบ และตั้งฉากกับแกนความยาวของเสาเข็มโดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อน ไม่เกิน 1 องศา

2.1.2.4 การตอกเสาเข็ม การตอกเสาเข็มโดยใช้ลูกตุ้มชนิดปล่อย ถ้าแบบรูปหรือรายการละเอียดไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่าอื่น ให้ถือปฏิบัติดังนี้

2.1.2.4.1 การใช้น้ำหนักของลูกตุ้มที่ตอกเสาเข็มและระยะยก ให้เป็นไปตามสูตรคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม โดยทั่วไป ทั้งนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายการคำนวณของวิศวกรสาขาโยธา ระดับไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร ให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง พิจารณาเห็นชอบเสียก่อน

2.1.2.4.2 ในกรณีที่ตอกเสาเข็มแล้วปรากฏว่า ศูนย์เสาเข็มผิดไปจากตำแหน่งที่กำหนดไว้เกินกว่า 1 ใน 4 ของความกว้างหน้าตัดเสาเข็มแต่ไม่เกิน 10 เซนติเมตร หรือพบว่าเสาเข็มเกิดความเสียหายไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการแก้ไขโดยวิศวกรโยธาระดับ วุฒิวิศวกร เพื่อขอความ

เห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนจะทำการแก้ไขต่อไป โดยจะคิดเงินและเวลาเพิ่มจากทางราชการมิได้

2.1.2.4.3 การตอกเสาเข็ม ต้องป้องกันมิให้หัวเสาเข็มชำรุด เช่น มีกระสอบป่านหรือวัสดุอื่นๆ รองรับเหนือหัวเสาเข็ม รัดปลอกเหล็กรอบหัวเสาเข็ม และคอยระมัดระวังอยู่เสมอ

2.1.2.4.4 การตอกเสาเข็มจะต้องนับ BLOW COUNT ของเสาเข็มทุกต้น และให้เริ่มนับ BLOW COUNT ตั้งแต่ 5 ฟุตสุดท้ายเป็นอย่างน้อยก่อนที่หัวเสาเข็มจะจมถึงระดับที่กำหนดหากปรากฏว่าจำนวน BLOW COUNT ต่อฟุต มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็วแสดงว่าต้องมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับเสาเข็มหรือดินที่ตอกเสาเข็มอยู่ให้ รายงานผู้ควบคุมงาน หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบทันที เพื่อทำการแจ้งวิศวกร เพื่อวินิจฉัย และ สรุปแนวทางแก้ไข

2.1.2.4.5 ในกรณีที่เสาเข็มคอนกรีตตอกลงได้ไม่หมดความยาวตามที่ระบุ แต่สามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้ตามที่ระบุให้ตัดส่วนที่ตอกไม่ลงออกได้พร้อมทั้งตัดแต่ง หัวเสาให้เรียบร้อย (ห้ามใช้ปูนทรายตกแต่ง และผู้รับจ้างไม่ต้องคืนเงินให้แก่ทางราชการ)

2.1.2.4.6 ในกรณีที่ตอกเสาเข็มถึงระดับที่กำหนดตามแบบรูป หรือรายการละเอียดแล้วจำนวนนับ BLOW COUNT ได้ตามการคำนวณแล้วปรากฏว่า เสาเข็มยังรับน้ำหนักปลอดภัยไม่ได้ตามที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีแก้ไข เช่นเพิ่มขนาดหรือความยาวของเสาเข็มจนสามารถรับน้ำหนักปลอดภัยได้โดยวิศวกรโยธา ระดับวุฒิวิศวกร ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง โดยผู้รับจ้างจะคิดเงินค่าใช้จ่ายและเวลาเพิ่มไม่ได้

2.1.2.4.7 ให้ผู้รับจ้างส่งรายงานผลการตอกเสาเข็มพร้อมลงนามรับรองโดยวิศวกรผู้ควบคุมคุณภาพของผู้รับจ้าง ให้กรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการต่อไป

2.1.2.5 การทดสอบสภาพการรับน้ำหนักของเสาเข็ม โดยวิธี STATIC PILE LOAD TEST

2.1.2.5.1 ในกรณีที่ต้องทำการทดสอบสภาพการรับน้ำหนักของเสาเข็ม (PILE LOAD TEST) วิศวกรกองแบบแผน โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้างจะเป็นผู้กำหนดตำแหน่งของจุดที่จะทำการทดสอบ และให้ทำการทดสอบจำนวน 1 ต้น แต่ถ้าหากผลการทดสอบเป็นที่น่าสงสัยหรือล้มเหลว คณะกรรมการตรวจการจ้างอาจจะกำหนดให้ทำการทดสอบเพิ่มอีก 1 ต้น ก็ได้ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มแต่อย่างใด

2.1.2.5.2 ในกรณีที่มีกำหนดเรื่องการทดสอบสภาพการรับน้ำหนักของเสาเข็ม (PILE LOAD TEST) ในแบบรูปและรายการละเอียดแล้ว ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในแบบรูปรายการละเอียดเท่านั้น

2.1.2.5.3 ในกรณีที่จะต้องทดสอบโดยวิธี PILE LOAD TEST ส่วนปลอดภัย (FACTOR OF SAFETY) ให้ใช้ดังนี้

(ก) สำหรับเข็มเจาะ (BORE PILE) ให้ใช้ส่วนปลอดภัยไม่น้อยกว่า 2

(ข) สำหรับเข็มตอก ให้ใช้อัตราส่วนปลอดภัยไม่น้อยกว่า 2.5

2.1.3 กรณียกเลิกการตอกเสาเข็ม ถ้าแบบรูปและรายการละเอียด หรือรายการวันชี้สถานที่ไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น จะยกเลิกการตอกเสาเข็มได้เฉพาะกรณีต่อไปนี้

2.1.3.1 ผู้รับจ้างขอยกเลิกการตอกเสาเข็ม โดยมีหนังสือรับรองแสดงว่าได้ทำการทดสอบการรับน้ำหนักของดิน โดยวิธี BORING TEST โดยวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ สาขาวิศวกรรมโยธา ระดับวุฒิวิศวกร เป็นผู้รับรองผลการทดสอบ โดยให้วิศวกรที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบเป็นผู้พิจารณา

2.1.3.2 เมื่องดตอกเสาเข็มที่กำหนดในการก่อสร้างนี้ ให้คิดราคาฐานรากและเสาเข็มที่กำหนดในการก่อสร้างนี้กับราคาฐานรากชนิดไม่มีเสาเข็ม หักกลบลบกันแล้วเป็นเงินต่างกันเท่าใด ผู้รับจ้างยินยอมให้ผู้ว่าจ้างหักเงินค่าจ้างเท่ากับจำนวนที่ต่างกันนั้น การคิดราคาดังกล่าวให้เป็นไปตามสัญญา และ/หรือตามระเบียบพัสดุ

2.1.4 รูปร่างของเสาเข็มนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ ผู้รับจ้างสามารถนำมาใช้ได้ แต่จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ และระยะห่างของศูนย์เสาต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เท่า จะต้องให้วิศวกรโยธาที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบเป็นผู้พิจารณาเสียก่อน

2.1.5 กรณีที่จะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเสาเข็มและฐานราก ในกรณีที่ตอกเสาเข็มแล้วปรากฏว่า เสาเข็มชำรุด หัก เสาเข็มรับน้ำหนักปลอดภัยไม่ได้ตามข้อกำหนด ให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดการแก้ไขฐานราก โดยวิศวกรโยธาระดับวุฒิวิศวกร เพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อนที่จะทำการแก้ไขต่อไป และการแก้ไขนี้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างเรียกร้องเงินเพิ่มไม่ได้

2.1.6 การขอใช้เสาเข็มชนิดต่อ หากในแบบรูปไม่ได้กำหนดให้ใช้เสาเข็มชนิดต่อ แต่มีความจำเป็นจะต้องใช้เสาเข็มชนิดต่อ ผู้รับจ้างจะต้องใช้ชนิดต่อกันไม่เกิน 2 ท่อน ข้อต่อต้องเป็นเหล็กเหนียว และหล่อเป็นส่วนเดียวกับตัวเข็มแต่ละส่วน การต่อให้ต่อโดยวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้าและทุกท่อนที่เมื่อต่อแล้วต้องเป็นเส้นตรงเดียวกัน ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างเสนอรายละเอียดเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อน สำหรับการต่อวิธีนอกเหนือจากที่กำหนดนี้ให้ผู้รับจ้างเสนอรายละเอียดและผลการทดสอบ เพื่อให้กองแบบแผนพิจารณาเป็นรายๆ ไป

2.1.7 ข้อกำหนดทั่วไป

2.1.7.1 ในกรณีที่เสาตอม่อมีความยาวเกิน 15 เท่า ของหน้าตัดเสาตอม่อด้านแคบ ให้ผู้รับจ้างขยายหรือตัดเสาตอม่อดังกล่าว จนมีความยาวไม่เกิน 15 เท่า ของหน้าตัดเสาตอม่อนั้น

2.1.7.2 ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังในการก่อสร้าง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออาคารและทรัพย์สินข้างเคียง หากมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดเกิดชำรุดเสียหายอันเนื่องจากการกระทำดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น

2.2 งานฐานราก

หากแบบรูปหรือรายการละเอียดไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือปฏิบัติดังนี้

2.2.1 การเตรียมงาน ก่อนการตอกเสาเข็มหรือขุดหลุมจะต้องปักผังวางระดับให้ถูกต้องเสียก่อนจึงจะลงมือดำเนินการขั้นต่อไป

2.2.2 การตอกเสาเข็ม ถ้ากำหนดให้มีการตอกเสาเข็มไม้หรือคอนกรีตให้ปฏิบัติตามรายการนั้น ๆ และถือว่าเสาเข็มเป็นส่วนหนึ่งของรากฐานด้วย

2.2.3 การขุดหลุม หากเป็นดินร่วนปนทราย ดินอ่อนหรือชิดกับสิ่งก่อสร้างอื่นๆ จะต้องจัดทำผนังกันดินชั่วคราวที่มีความมั่นคงแข็งแรงพอเพื่อป้องกันดินพัง หากมีน้ำใต้ดินมากจะต้องขุดบ่อพักน้ำใกล้บริเวณหลุมฐานรากให้ลึกกว่าระดับฐานราก เพื่อให้น้ำจากบริเวณก้นหลุมฐานรากไหลมารวมกันแล้วสูบน้ำออกไป ความลึกของฐานราก อาจน้อยกว่าหรือมากกว่าตามที่กำหนดไว้ในรูปแบบและรายการละเอียดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการทดสอบดินและหรือได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

2.2.4 งานคอนกรีตก้นหลุม ก่อนเทคอนกรีตจะต้องสูบน้ำก้นหลุมออกจนสามารถปฏิบัติงานได้ ขุดปรับแต่งดินก้นหลุมแล้วปรับด้วยทรายหยาบหรือหินเกล็ดแน่นได้ระดับ หากปรากฏว่าหัวเสาเข็มไม่เสมอกันให้ตัดให้เสมอกันทุกต้น และตรงตามระดับที่กำหนดไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด ทำความสะอาดหัวเสาเข็มจนปราศจากดินโคลน แล้วจึงเทคอนกรีตก้นหลุมโดยใช้ส่วนผสม 1 : 2 : 4 ความหนาและรายละเอียดตามรูปแบบ คอนกรีตก้นหลุมนี้เมื่อเทเสร็จแล้ว หัวเสาเข็มทุกต้นจะต้องโผล่เหนือผิวบนของคอนกรีตประมาณ 25 มิลลิเมตร ระหว่างเทคอนกรีตก้นหลุมจะต้องสูบน้ำออกอยู่เสมอ

2.2.5 การวางเหล็ก เมื่อคอนกรีตก้นหลุมแข็งตัวแล้ว ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงวางเหล็กตะแกรงโดยหนุนให้เหล็กสูง ห่างจากหัวเสาเข็ม 50 มิลลิเมตร และผิวคอนกรีตก้นหลุม 75 มิลลิเมตร ด้วยลูกปูนแล้วจึงตั้งเหล็กแกนเสาถ่างออกทางมุม เหล็กทุกเส้นต้องงอปลายและยึดให้แน่น ด้วยลวดผูกเหล็ก ทั้งนี้เหล็กตอม่อนี้ต้องได้ดิ่ง ได้ฉาก ได้แนว ตรงตามรูปและรายการละเอียด ก่อนเทคอนกรีตต้องตั้งไม้แบบแบบด้านข้างและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบให้ถูกต้องก่อน จึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้

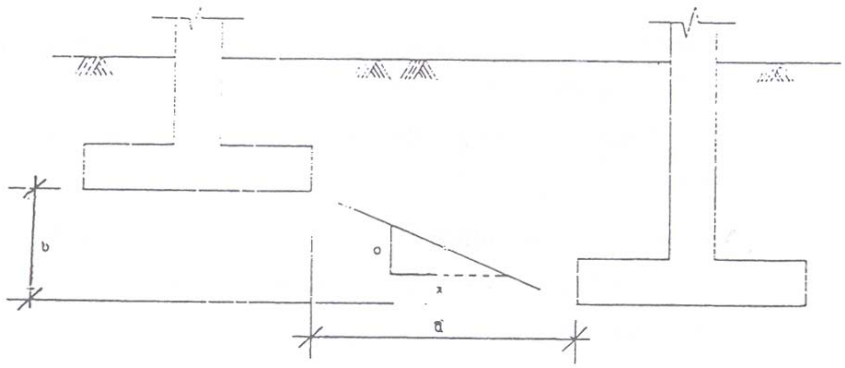
2.2.6 ไม้แบบ การเทฐานรากจะต้องตั้งไม้แบบด้านข้างทุกครั้ง โดยให้ความสูงของไม้แบบไม่น้อยกว่าความหนาของฐานรากนั้นๆ การวางไม้แบบให้วางบนผิวคอนกรีตก้นหลุมทุกด้าน ส่วนการถอดไม้แบบให้ปฏิบัติตามรายการคอนกรีต และคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปสำหรับงานก่อสร้างอาคาร

2.2.7 คอนกรีต ปฏิบัติตามรายการคอนกรีต และคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไป สำหรับงานก่อสร้างอาคารการ เทคอนกรีตให้เทจนเต็มไม้แบบ ส่วนการถมดินกลบคอนกรีตจะต้องไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงให้ถมดินกลบได้

2.2.8 ในกรณีที่การก่อสร้างฐานรากมีสิ่งกีดขวาง และไม่สามารถทำตามแบบรูปและรายการละเอียดได้วิศวกรฝ่ายผู้รับจ้างจะต้องออกแบบฐานราก และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งฐานรากให้ใหม่ โดยมีความมั่นคงแข็งแรงเท่ากับฐานรากเดิมหรือมากกว่า ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรกอบแบบแผนก่อนดำเนินการ และผู้รับจ้างยินยอมไม่คิดค่าจ้างเพิ่ม

2.2.9 การก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกต่างกัน จะต้องทำการก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกมากที่สุดก่อนเสมอไป ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันมิให้ฐานรากที่มีระดับตื้นกว่าพังขณะทำฐานรากตัวอยู่ลึกกว่า

2.2.9.1 ฐานรากที่ระดับลึกต่างกว่ากันนั้น จะต้องมีระดับลึกต่างกันไม่เกินข้อกำหนดข้างล่าง และแบบรูปและรายละเอียดกำหนดระดับต่างกันของฐานรากเกินข้อกำหนดแล้ว ต้องสอบถามวิศวกรผู้ออกแบบของผู้ว่าจ้าง เพื่อวินิจฉัยความถูกต้องอีกครั้งหนึ่งเสียก่อน จึงจะดำเนินการ ต่อไปได้

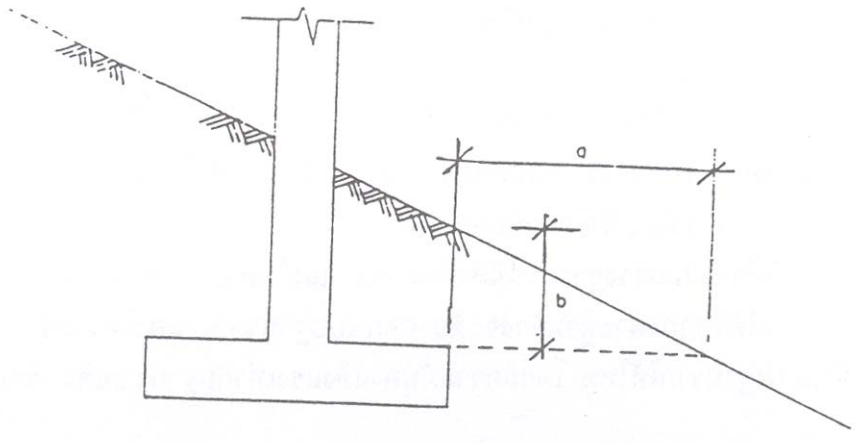


ข้อกำหนด

สำหรับฐานรากวางบนดิน (SOIL) b ไม่มากกว่า a/2 หรือ x ไม่น้อยกว่า 2

สำหรับฐานรากวางบนหิน (ROCK) b ไม่มากกว่า a หรือ x ไม่น้อยกว่า 1

2.2.9.2 ในการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่เอียงลาดนั้น ฐานรากตัวริมที่ติดกับพื้นที่เอียงลาดนั้นจะต้องมีระยะจากขอบนอกสุดส่วนบนของฐานถึงพื้นที่เอียงลาดนั้น (EDGE DISTANCE) เป็นไปตามข้อกำหนดข้างล่าง ทั้งนี้ เพื่อเป็นการป้องกันการสึกกร่อนของผิวดินอันจะเป็นอันตรายแก่ฐานรากภายหลัง



ข้อกำหนด

สำหรับฐานรากวางบนดิน (SOIL) a ไม่น้อยกว่า 1 เมตร ROCK

สำหรับฐานรากวางบนหิน (ROCK) a ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร

สำหรับฐานรากวางบนดิน (SOIL) และหิน (FOCK) b ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

หากแบบรูปและรายการละเอียดได้กำหนดระยะของขอบฐานรากดังกล่าวไว้เป็นอย่างอื่นแล้วให้ถือปฏิบัติตามแบบรูปรายการละเอียดที่ได้กำหนดไว้ แต่จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น

2.2.10 ในกรณีเมื่อขุดดินเพื่อทำฐานรากลึกไม่ได้ระดับตามแบบรูปหรือรายการละเอียด เนื่องจากขุดถึงชั้นลูกรังหรือชั้นหินพืดแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติดังนี้

2.2.10.1 รีบแจ้งรายละเอียดให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อตรวจสอบและวินิจฉัยว่าจะต้องปฏิบัติอย่างไร คำวินิจฉัยดังกล่าวถือเป็นที่สิ้นสุด ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

2.2.10.2 หากเป็นชั้นหินพืด ฐานรากจะต้องฝังเป็นระดับอยู่ในหินพืดนั้นลึกไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร (วัดตรงที่ตื้นที่สุด) และเพื่อให้ทราบแน่นอนว่าเป็นหินพืดจริงหรือไม่ ผู้รับจ้างจะต้องเจาะรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 2.5 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร ฐานรากหนึ่งไม่น้อยกว่า 2 รู เพื่อพิจารณาประกอบด้วย ในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองและคิดเวลาเพิ่มไม่ได้

2.2.11 ในกรณีที่ทำการขุดดินจนถึงระดับก้นฐานรากตามที่แบบรูปหรือรายการละเอียดได้กำหนดไว้ให้แล้วปรากฏว่า ดินใต้ฐานรากนั้นเป็นดินถมหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ ผู้รับจ้างจะต้องขุดดินให้ลึกลงไปอีกจนถึงชั้นดินแข็ง และเพื่อเป็นการทราบแน่นอนว่าพื้นดินชั้นดังกล่าวจะมีความสามารถในการรับน้ำหนัก บรรทุกได้ตามที่แบบรูปหรือรายการละเอียดกำหนดหรือไม่ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของชั้นดินนั้น ๆ

2.2.12 ในกรณีที่มีปัญหาอุปสรรคในงานก่อสร้างฐานราก อันเนื่องมาจากการตอกเสาเข็มหรือกรณีอื่น ๆ เช่น ความคลาดเคลื่อนของรูปแบบ ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบฐานรากให้ใหม่และจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงตามเดิมโดยไม่ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

2.3 งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.3.1 วัตถุประสงค์

2.3.1.1 คอนกรีต เป็นสิ่งที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์ ทราย หินหรือกรวด น้ำ และได้รับการบ่มด้วยความชื้นจนมีความแข็งแรงตามที่ต้องการ

2.3.1.2 การผสมคอนกรีต จะต้องมีส่วนผสมที่เหมาะสมกับงานที่ใช้ ผสมกันให้มีความเหลวพอตัวกับความแข็งแรงที่ต้องการ ต้องผสมด้วยเครื่อง

2.3.1.3 ความแข็งแรงของคอนกรีต จะใช้เกณฑ์ความแข็งแรงของคอนกรีตที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน เป็นเกณฑ์ทั่วไป การทดสอบความแข็งแรงของคอนกรีตให้ทดสอบจากแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก ขนาด 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร จะต้องมีกำลังต้านทานแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH)

ไม่น้อยกว่า 150 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อายุ 7 วัน หรือไม่น้อยกว่า 210 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร ที่อายุ 28 วัน

2.3.1.4 ถ้าการทดสอบแท่งคอนกรีตตามข้อ 2.3.1.3 คอนกรีตมีค่ากำลังต้านทานแรงอัดน้อยกว่าที่กำหนดวิศวกรแบบแผนโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง จะนำค่ากำลังต้านทานแรงอัดที่ทดสอบได้ไปตรวจสอบกับรายการคำนวณโครงสร้าง เพื่อให้ผู้รับจ้างดำเนินการแก้ไขหรืออนุญาตให้ดำเนินการก่อสร้างต่อไป หากโครงสร้างนั้น ยังสามารถรับน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยได้

2.3.2 วัสดุ

2.3.2.1 ปูนซีเมนต์

2.3.2.1.1 สำหรับงานโครงสร้างทั้งหมด (ยกเว้นงานปูนก่อ ปูนฉาบ และส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างของอาคาร เช่น ทางเท้า รางระบายน้ำ ฯลฯ) ให้ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1 (เช่น ปูนซีเมนต์ตราช้าง ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด ปูนซีเมนต์ตราพญานาคสีเขียว ของบริษัทชลประทานซีเมนต์ จำกัด ปูนซีเมนต์ตราเพชร ของบริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด เป็นต้น

2.3.2.1.2 การก่อสร้างในส่วนที่ไม่ได้เป็นโครงสร้าง เช่น งานปูนก่อ ปูนฉาบ รวมถึงทางเท้า และรางระบายน้ำทั่วไป ให้ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ไม่ใช่ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ได้

2.3.2.2 ทราย ต้องเป็นทรายธรรมชาติ มีลักษณะเม็ดเป็นไปทาง จัตุรัส แข็ง ทนทาน สะอาด ไม่มีสารอินทรีย์ เจือปน

2.3.2.3 หินย่อยหรือกรวด ต้องมีลักษณะเม็ดไปทางจัตุรัส จะต้องมีก้อนชนิดที่ขนาดด้านหนึ่งเกิน 3 เท่า ของอีกด้านหนึ่ง ปะปนได้ไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และจะต้องเป็นก้อนแข็งแกร่ง ไม่ผุ ถ้ามีฝุ่น ดิน หรือสิ่งสกปรกเจือปน ก่อนไปใช้ต้องนำไปล้างน้ำให้สะอาด

2.3.2.4 น้ำ น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด และปราศจากสารต่างๆ เช่น น้ำมัน กรด ด่าง เกลือ อินทรียวัตถุ หรือสารอื่นใดในปริมาณที่จะเป็นอันตรายต่อคอนกรีตหรือเหล็กเสริม

2.3.2.5 เหล็กเสริม ต้องเป็นเหล็กเส้นเหนียว ไม่มีสนิมกร่อน หรือน้ำมันจับเกาะ เส้นตรงไม่ดุ้ง ไม่งอเป็นชนิดที่ตรงกับที่ระบุไว้ในแบบรูปรายการละเอียด คือ เป็นเหล็กกลม (ROUNDED BARS) หรือเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2543 และ มอก. 24-2548

ตารางที่ 1 สมบัติทางกลของเหล็กเส้นกลม เหล็กข้ออ้อย

สัญลักษณ์	ความต้านแรงดึงที่จุดครากไม่น้อยกว่า (กก./ตร.ซม.)	ความต้านแรงดึงสูงสุดไม่น้อยกว่า (กก. ตร. ซม.)	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น	
				มุมการดัด (องศา)	เส้นผ่าศูนย์กลางวงดัด
SR 24	2400	3900	21	180	1.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางระบุ
SD 30	3000	4900	17	180	4 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 40	4000	5700	15	180	5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 50	5000	6300	13	90	5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

2.3.2.6 การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ

2.3.2.6.1 ผู้รับจ้างต้องตัดเหล็กเส้นทุกๆ ขนาด แต่ละขนาดยาวไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร เพื่อทำการทดสอบ

2.3.2.6.2 การเก็บตัวอย่างให้เก็บหนึ่งตัวอย่างจากเหล็กเส้นเส้นหนึ่ง ต่อจำนวนเหล็กเส้นทุกๆ 100 เส้น หรือเศษของ 100 เส้น แต่จำนวนตัวอย่างแต่ละขนาดที่ส่งมาทดสอบในแต่ละชุดต้องไม่น้อยกว่า 3 ตัวอย่าง

2.3.2.6.3 การเก็บตัวอย่างต้องเก็บจากกองเหล็กเส้นแต่ละชุดที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้าง และต้องเก็บตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

2.3.2.6.4 เมื่อเก็บตัวอย่างได้เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องนำส่งมายังผู้ว่าจ้างเพื่อทำการทดสอบ ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างอาจแจ้งให้นำไปทดสอบที่หน่วยราชการอื่น ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

2.3.2.6.5 การพิจารณาผลการทดสอบ ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ถือว่าเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตชุดนั้นใช้ไม่ได้ขนาด ระยะห่าง และจำนวนของเหล็กเสริมอาจกำหนดให้ใหม่ได้ ทั้งนี้ พื้นที่หน้าตัดจะต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่หน้าตัดตามแบบรูปรายการละเอียดเดิม ส่วนความมั่นคงแข็งแรงจะต้องไม่ลดลง

ตารางที่ 2

ขนาดระบุของเหล็กเส้นกลม

หมายเลขขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง มิลลิเมตร	เส้นรอบวง มิลลิเมตร	เนื้อที่หน้าตัด ตร.มิลลิเมตร	น้ำหนัก กก./เมตร
6	6	18.86	28.3	0.222
9	9	28.29	63.6	0.499
12	12	37.71	113	0.888
15	15	47.14	177	1.39
19	19	59.71	284	2.23
22	22	69.14	380	2.98
25	25	78.57	491	3.85
28	28	88.00	616	4.83
34	34	106.9	908	7.13

ตารางที่ 3

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลาง

หมายเลขขนาด	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ ไม่เกินกว่ามิลลิเมตร (1)	ผลต่างของเส้นผ่าศูนย์กลาง วัด ณ ตำแหน่งเดียวกัน ไม่เกินกว่ามิลลิเมตร (2)
6 ถึง 15	$\pm$ 0.4	0.64
19 ถึง 25	$\pm$ 0.5	0.80
28 ถึง 34	$\pm$ 0.6	0.96

ตารางที่ 4

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตรของเหล็กข้ออ้อย

ชื่อขนาด	น้ำหนัก กก/เมตร	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับน้ำหนักต่อเมตร	
		เฉลี่ย ร้อยละ	แต่ละเส้น ร้อยละ
DB 10	0.612	+ 3.5	= 6
DB 12	0.888	+ 3.5	= 6
DB 16	1.578	+ 3.5	= 6
DB 20	2.466	+ 3.5	= 6
DB 22	2.984	= 3.5	= 6
DB 25	3.853	= 3.5	= 6
DB 28	4.834	= 3.5	= 6
DB 32	6.313	= 3.5	= 6

2.3.2.7 การผสมคอนกรีต ให้ผสมคอนกรีตด้วยเครื่องผสมซึ่งหมุนไม่เร็วกว่า 30 รอบต่อนาที และจะต้องผสมชุดหนึ่งใช้เวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ และไม่นานกว่า 3 เท่าของเวลาที่กำหนดนี้

ความจุของเครื่องผสม (ลูกบาศก์เมตร) เวลาผสม (นาที)

2 หรือน้อยกว่า 1 3/4

3 หรือน้อยกว่า 2 1/2

4 หรือน้อยกว่า 2 3/4

5 หรือน้อยกว่า 3

เครื่องผสมจะต้องสะอาด ต้องไม่มีคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วอยู่ในเครื่องผสมโดยเด็ดขาด ในการผสมผู้รับจ้างจะต้องทำกะบะไม้หรือกะบะเหล็ก สำหรับตวงให้เรียบร้อย คอนกรีตเมื่อผสมแล้วจะต้องใช้ภายใน 30 นาที หรือภายในกำหนด ระยะการแข็งตัวขั้นต้น (INITIAL SETTING TIME) ห้ามใช้คอนกรีตที่ผสมไว้นานเกินกำหนดนี้เป็นอันขาด

2.3.2.8 คอนกรีตผสมเสร็จ ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ หรือขอใช้คอนกรีตผสมเสร็จลำเลียงโดยรถเครื่องผสมเคลื่อนที่ (TRUCK MIXER) ห้ามใช้คอนกรีตที่ผสมไว้นานเกินกำหนดนี้เป็นอันขาด

2.3.2.8.1 คอนกรีตจะต้องที่กำลังต้านทานแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH) ตามที่แบบแปลนกำหนด โดยให้ผู้รับจ้างเสนอรายการคำนวณพร้อมรายละเอียดให้กองแบบแผนพิจารณาทั้งนี้ ปริมาณปูนซีเมนต์ต้องไม่น้อยกว่า 300 กก/.ม.^{3} จะต้องมีกำลัง

2.3.2.8.2 รถสำหรับลำเลียงคอนกรีต จะต้องเป็นรถบรรทุกที่มีตัวถังพิเศษเพื่อการนี้ กล่าวคือ ภายในเรียบ น้ำไม่รั่ว เป็นโลหะ มุมต่างๆ มน และสามารถเทคอนกรีตลงในแบบด้วยวิธีการที่เหมาะสมและสะดวก

2.3.2.8.3 คอนกรีตผสมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องใช้ภายในระยะเวลาก่อนระยะเวลาการแข็งตัวขั้นต้น (INITIAL SETTING TIME) ยกเว้นกรณีการใช้ RETARDING AGENT ห้ามใช้คอนกรีตที่ผสมไว้นานเกินกว่ากำหนดนี้เป็นอันขาด

2.3.2.9 วิธีมาตรฐานการเปรียบเทียบความเหลวของคอนกรีต (SLUMP TEST)

เครื่องมือ

2.3.2.9.1 กรวยมาตรฐานสูง 30 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปลาย 10 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางฐาน 20 เซนติเมตร

2.3.2.9.2 เหล็กกระทุ้งกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 60 เซนติเมตร ปลายหนึ่ง มนสำหรับไว้กระทุ้งคอนกรีต

วิธีปฏิบัติ

ล้างกรวยสะอาดแล้วเช็ดให้แห้ง แล้ววางลงบนพื้นราบที่ไม่ดูดน้ำ ตักคอนกรีตที่ได้เลือกมาเป็นตัวอย่างจากกะบะผสม เทลงในกรวยชั้นหนึ่งๆ สูงประมาณ 1/3 ของกรวยทุกชั้นกระทุ้งด้วยเหล็กปล่อยตกลง 25 ครั้งเมื่อคอนกรีตเต็มกรวยแล้ว ปาดหน้าคอนกรีตเสมอยอดกรวยพอดีแล้วค่อยๆ ยกกรวยขึ้นตรงตามแนวดิ่ง ตั้งกรวยลงข้างๆ พาดไม้แบบปากกรวยแล้ววัดระยะที่ยอดคอนกรีต เรียกว่าระยะยุบตัว

ระยะยุบตัว กำหนดให้ใช้ดังนี้

(1) คาน พื้น เสา และ ผนัง	อยู่ระหว่าง 7.5 15 เซนติเมตร
(2) ฐานราก และกำแพง	อยู่ระหว่าง 5 12.5 เซนติเมตร
(3) ฐานรากชนิดไม่เสริมเหล็ก เช่น ฐานกำแพง หรือตอม่อ	อยู่ระหว่าง 2.5 10 เซนติเมตร
(4) พื้น PAVEMENT	อยู่ระหว่าง 5 7.5 เซนติเมตร
(5) MASS CONCRETE	อยู่ระหว่าง 2.5 7.5 เซนติเมตร

7.5 ถึง 15 เซนติเมตร

2.3.2.10 ส่วนผสมคอนกรีต ถ้าในแบบรูปรายการละเอียดไม่ได้ระบุส่วนผสมเป็นอย่างอื่นให้ถือปฏิบัติดังนี้

สำหรับสายงานคอนกรีตทั่วไป สำหรับคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตรใช้

ปูนซีเมนต์	310	กิโลกรัม
ทราย	434	ลิตร
หิน	868	ลิตร
น้ำ	140 200	ลิตร

140 ถึง 200

และในอัตราส่วนดังกล่าว ถ้าผสมคอนกรีตใช้ปูนซีเมนต์ครั้งละ 1 ถุง จะเท่ากับ

ปูนซีเมนต์	50	กิโลกรัม (1 ถุง)
ทราย	70	ลิตร
หิน	140	ลิตร

น้ำ 22 32 ลิตร 22 ถึง 32

ในกรณีที่ใช้กรวดผสมคอนกรีตแทนหิน

สำหรับคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตรใช้

ปูนซีเมนต์	342	กิโลกรัม
ทราย	390	ลิตร
หิน	780	ลิตร
น้ำ	140 180	ลิตร 140 ถึง 180

และในอัตราส่วนผสมดังกล่าว ถ้าผสมคอนกรีตใช้ปูนซีเมนต์ครั้งละ 1 ถุง จะเท่ากับ

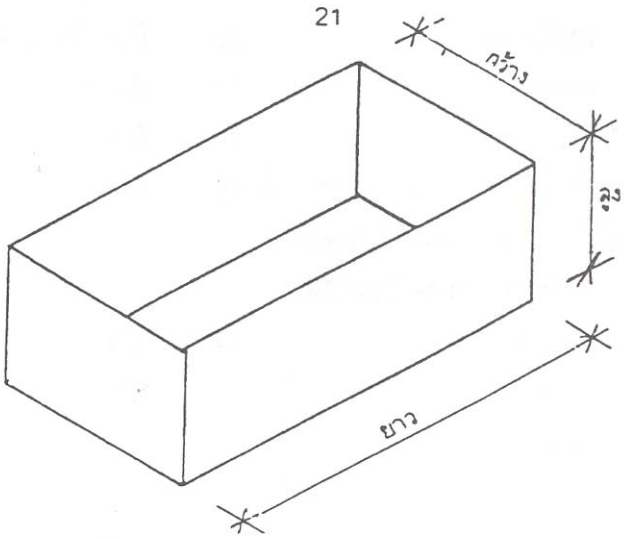
ปูนซีเมนต์	50	กิโลกรัม (1 ถุง)
ทราย	57	ลิตร
หิน	114	ลิตร
น้ำ	22 26	ลิตร

ตัวอย่าง ขนาดกะบะตวงวัสดุ ผสมคอนกรีต ใช้สำหรับการผสมคอนกรีตด้วยเครื่องโม่ โดยการผสมคอนกรีตแค่ละครั้ง ใช้ส่วนผสมดังนี้

ปูนซีเมนต์	50	กิโลกรัม (1 ถุง)
ทราย	70	ลิตร
หิน	140	ลิตร
น้ำ	22 32	ลิตร

ตารางขนาดกะบะตวงวัสดุ

แบบที่	กว้าง (เซ็นติเมตร)	ยาว (เซ็นติเมตร)	สูง (เซ็นติเมตร)	ปริมาตร ลิตร
1	40	50	35	70
2	40	58	30	70
3	40	70	25	70



กรวดที่นำมาใช้แทนหิน จะต้องสะอาดปราศจากวัตถุอื่นเจือปนอยู่ด้วย เช่น ก้อนดิน เศษไม้ และวัสดุอื่นๆ อันอาจจะทำให้ลดคุณภาพของคอนกรีต จะต้องเป็นกรวดชนิดเนื้อแข็งก้อนโต ไม่เกิน 2.5 เซนติเมตร เมื่อนำมาใช้ทุกครั้งต้องล้างน้ำให้สะอาด

2.3.2.11 การเทคอนกรีต ก่อนเทคอนกรีตจะต้องตรวจดูแบบหล่อว่าแข็งแรงมั่นคงสามารถรับน้ำหนักคอนกรีตเหลวและรับน้ำหนักบรรทุกอย่างอื่นได้ และตรวจการวางเหล็กเสริมให้ถูกต้องตามแบบรูปรายละเอียด

ในการเทคอนกรีตต้องใช้เครื่องสั่นเขย่าให้คอนกรีตแน่นตัวเต็มแบบหล่อและจับเหล็กแน่น ถ้าหากว่าผู้รับจ้างเทคอนกรีตแล้วเกิดเป็นโพรงหรือไม่เรียบร้อย มีลักษณะแสดงว่าไม่มีความแข็งแรงพอ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขตามคำวินิจฉัยของผู้ควบคุม หรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

เมื่อการเทคอนกรีตส่วนใดไม่สามารถเทต่อเนื่องจนเสร็จได้ ก็ให้หยุดเทโดยหยุดให้ตรงตามที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายละเอียด หรือตามที่กำหนดดังนี้

(ก) สำหรับเสาให้เทถึงระดับ 75 มิลลิเมตร ต่ำจากท้องคานหัวเสา

(ข) สำหรับคานให้เทถึงกลางคาน

(ค) สำหรับพื้นให้เทถึงกลางแผ่น

เมื่อเทคอนกรีตต่อจากที่หยุดไว้ ให้กะเทาะหน้าคอนกรีตเก่า ทำความสะอาดผิวหน้าคอนกรีต ราดน้ำให้เปียก แล้วให้ผสมปูนซีเมนต์และทราย ในอัตราส่วนที่เท่ากันราดให้ทั่วหน้าคอนกรีตที่เทต่อแล้วจึงเทคอนกรีตต่อไปได้

2.3.2.12 การบำรุงคอนกรีต เมื่อหน้าคอนกรีตหมาดแข็งปราศจากรอยแล้ว ต้องปกคลุมมิให้ถูกแดดหรือลมร้อนและมิให้ถูกรบกวน หรือสะเทือนโดยเฉพาะภายในระยะ 24 ชั่วโมงแรก และจะต้องจัดการให้คอนกรีตเปียกชุ่มน้ำเป็นเวลาน้อยกว่า 7 วันหรือใช้พ่นด้วยน้ำยาเคมี แต่ต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบ

ก่อน การบ่มคอนกรีตทำได้หลายวิธี เช่น การใช้กระสอบคลุมแล้วรดน้ำให้ชุ่ม หรือการคลุมหน้าด้วยทรายและรดน้ำให้ชุ่มตลอดเวลา หรือการกั้นขอบแล้วหล่อน้ำ ซึ่งทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

2.3.2.13 การทำแบบหล่อคอนกรีต

2.3.2.13.1 วัสดุที่ใช้เป็นแบบหล่อคอนกรีต ในกรณีที่ในแบบรูปรายการละเอียดไม่ได้ระบุให้ใช้วัสดุอย่างใด อนุญาตให้ใช้ไม้ ไม้อัด เหล็ก สังกะสี หรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสมในด้านเทคนิคการก่อสร้าง และหรือวิธีการอย่างอื่น เช่น ให้ใช้ปูนทราย หรือดินกระทุ้งแน่น แล้วเทปูนทราย หนาประมาณ 3 เซนติเมตร ทิ้งไว้จนแข็งตัวแล้วใช้เป็นแบบหล่อคอนกรีตได้ โดยก่อนเทคอนกรีตต้องทำให้ผิวปูนทรายที่แข็งตัวแล้วนี้ชุ่มน้ำ (วิธีนี้ห้ามใช้กับบริเวณที่ต้องมีการซ่อมระบบท่อ) รูและรอยต่อแบบต้องทำการอุดเพื่อป้องกันน้ำปูนทรายมิให้หนีออกจากส่วนผสมคอนกรีต

2.3.2.13.2 แบบหล่อคอนกรีตและนั่งร้านรองรับคอนกรีตเหลว และต้องมีความมั่นคงแข็งแรงพอรับน้ำหนักได้ โดยไม่ทรุดหรือแอ่นตัวจนเสียระดับ หรือเสียแนวการยึดโดย จะต้องมั่นคงและสามารถทนแรงสะเทือนเมื่อใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตได้

หากแบบหล่อคอนกรีตโก่งงอ หรือทรุดจนทำให้คอนกรีตที่หล่อเสร็จแล้วเสียระดับหรือเสียแนวหรือผิวขนาด คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นว่าจะเกิดผลเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นทั้งสิ้น แล้วหล่อใหม่ให้ถูกต้อง ทั้งนี้มิได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อผลเสียหาย อันอาจจะเกิดขึ้นจากการทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นๆ

2.3.2.13.3 กำหนดเวลาในการถอดแบบหล่อคอนกรีต

(ก) สำหรับปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราเพชร ตราพญานาค ให้ถอดแบบข้างคาน แบบข้างเสา แบบข้างกำแพง ได้หลังจากเทคอนกรีตแล้ว 2 วัน ให้ถอดแบบท้องคาน แบบท้องพื้นได้หลังจากเทคอนกรีตแล้ว 14 วัน

(ข) สำหรับปูนซีเมนต์ตราเอราวัณ ตราสามเพชร ตราพญานาคเจ็ดเศียร ให้ถอดแบบข้างคาน แบบข้างเสา แบบข้างกำแพงได้หลังจากเทคอนกรีตแล้ว 2 วัน ให้ถอดแบบท้องคานแบบท้องพื้นได้หลังจากเทคอนกรีต แล้ว 7 วัน

2.3.2.14 กรณีถอดแบบแล้วผิวหน้าคอนกรีตเป็นรูพรุน ก่อนที่จะทำการอุดหรือตกแต่งผิวคอนกรีตนั้นจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อน

กรณีที่ถอดแบบแล้วผิวหน้าคอนกรีตเป็นรูพรุนเพียงเล็กน้อย ให้ใช้ปูนซีเมนต์ผมทรายและน้ำ อุดหรือแต่ง โดยถืออัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1 ต่อ 2 โดยปริมาตรก่อนทำการอุดหรือแต่งให้ทำความสะอาดผิวที่จะอุดหรือแต่ง หรือใช้น้ำปูนราดให้ชุ่มจึงทำการอุดหรือตกแต่ง หลังจากทำการอุดหรือแต่ง แล้วให้บ่มเหมือนกับคอนกรีตทั่วไป กรณีที่ถอดแบบแล้วผิวหน้าคอนกรีตเป็นรูพรุนมาก ต้องทำการอุดด้วยวัสดุพิเศษ หรือจะต้องมีการทุบทำลายชิ้นส่วนนั้น การทุบทำลายจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง ทั้งนี้ให้ดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานโดยเคร่งครัด ทั้งนี้มิได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อผลเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้นได้จากการทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นๆ

2.3.2.15 การนำส่งตัวอย่างวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นควรให้ส่งตัวอย่างวัสดุใดเพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องนำส่งวัสดุนั้นให้ส่วนราชการที่มีเครื่องมือ

ทดสอบตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุนั้น แล้วส่งผลการทดสอบให้กองแบบแผนพิจารณา ในการนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งสิ้นในการส่งตัวอย่างวัสดุ ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

วัสดุ	ปริมาณ	การบรรจุ
คอนกรีต	ลูกบาศก์ขนาด 150 x 150 x 150 มิลลิเมตร จำนวน 3 ก้อน	ถังไม้หรือถังโลหะมีทรายละเอียดหุ้มก้อนคอนกรีตโดยรอบ
หินย่อย กรวด	40 ลิตร	ถุงหรือถังไม้หรือถังโลหะ
ทราย	40 ลิตร	ถุงหรือถังไม้หรือถังโลหะ
เหล็กเสริมคอนกรีต	ขนาดละ 3 ท่อน ท่อนละ 900 มิลลิเมตร	

2.3.3 การทดสอบงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

การทดสอบในการก่อสร้างใดๆ ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงาน

2.3.4 การเก็บรักษา

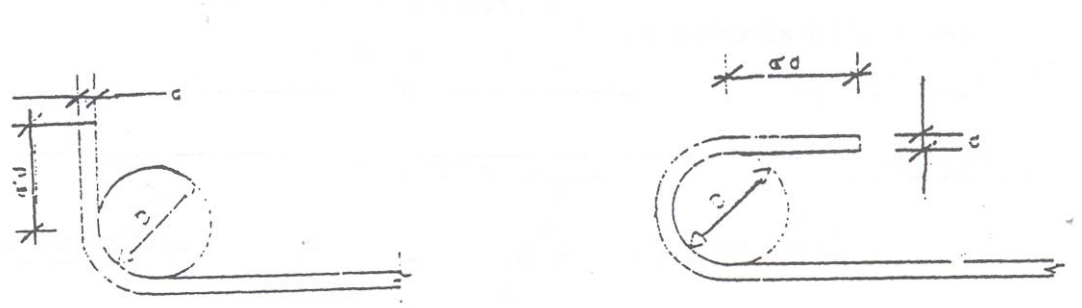
2.3.4.1 ปูนซีเมนต์ จะต้องเก็บในสถานที่แห้งมีหลังคาและผนังคุมมิดชิด และที่เก็บจะต้องสูงจากพื้นดินไม่ต่ำกว่า 0.30 เมตร

2.3.4.2 ทราย กรวด หิน ให้เก็บกองเรียบร้อย พื้นกองให้มีระดับลาด ระบายน้ำได้ง่ายและเป็นพื้นที่แข็งปรับ ระดับเรียบ การกองให้กองเป็นชั้นๆ ตามระดับราบเพื่อมิให้วัสดุใหญ่ไหลแยกตัวจากก้อนเล็ก

2.4 งานดัด และการต่อเหล็กเส้น

2.4.1 การงอขอปลายเล็ก

2.4.1.1 การงอขอให้ใช้วิธีดัดเย็น ดังรูป



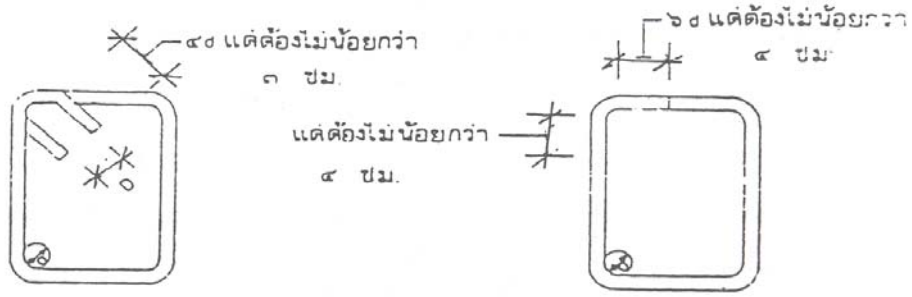
ของอ 90 องศา ของอ 180 องศา

D ไม่น้อยกว่า 4 d หรับเหล็กเส้นกลม

D ไม่น้อยกว่า 5 d หรับเหล็กข้ออ้อย SD-30, SD-40 และ SD-50

2.4.1.2 การงอขอ 90 องศา ใช้ได้ในเหล็กข้ออ้อยทุกขนาดและเหล็กเส้นกลมขนาดตั้งแต่ 15 มม. ขึ้นไป

2.4.1.3 การงอขอเหล็กปลอก คาน และเสา ใช้เหล็กขนาด 6 มม. หรือ 9 มม. ให้ปฏิบัติดังนี้

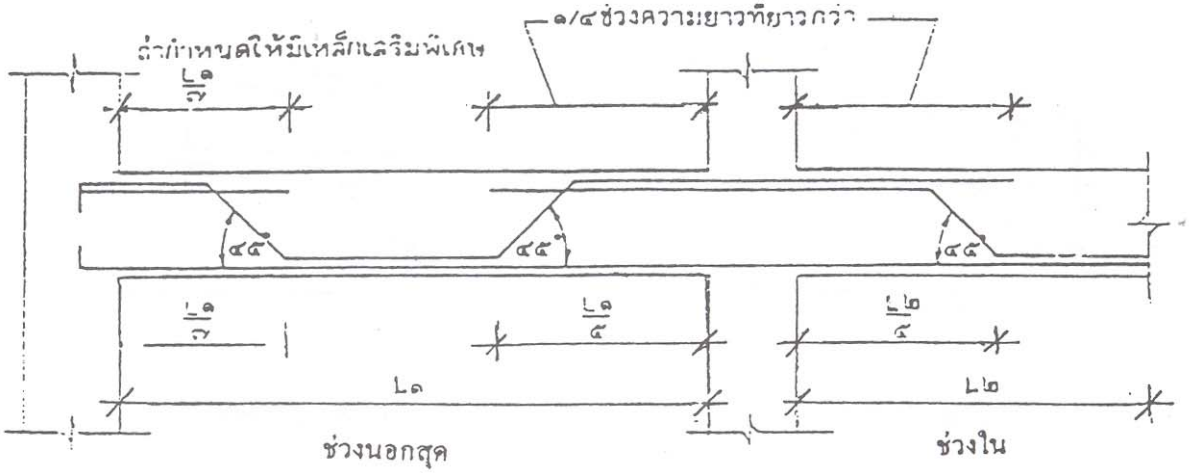


D = 4 ซ.ม. สำหรับเหล็กแกนขนาดใหญ่กว่า 25 มม.

D = 3 ซ.ม. สำหรับเหล็กแกน 19 มม. - 25 มม.

D = 2 ซ.ม. สำหรับเหล็กแกน 12 มม. - 16 มม.

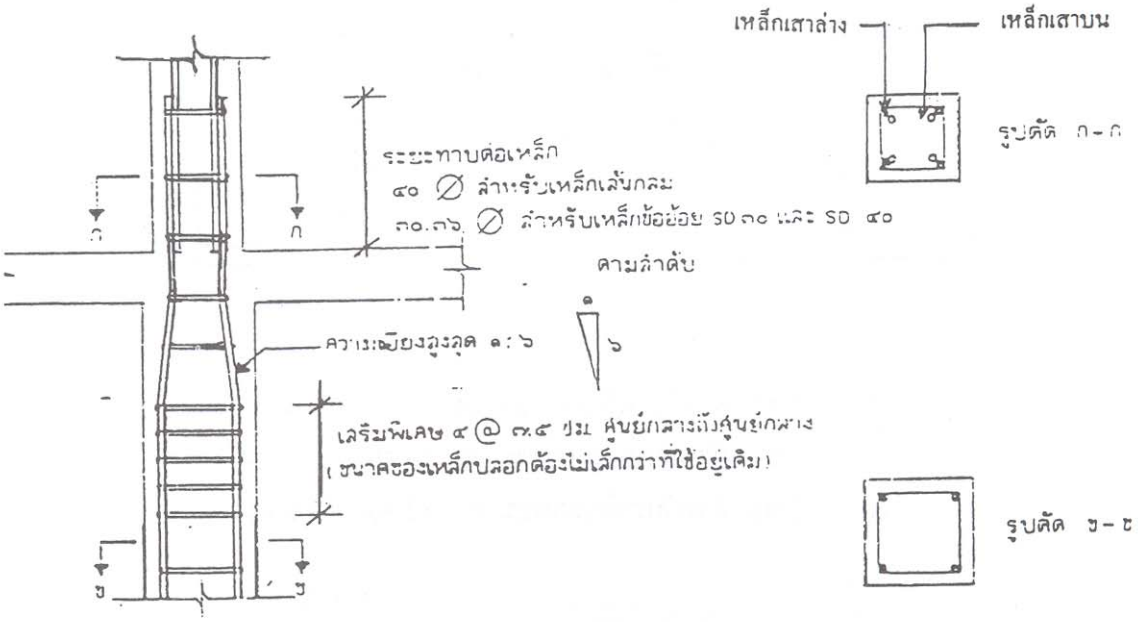
2.4.2 การดัดเหล็กคอม้า ถ้าระบุไว้ในแบบรายละเอียด ให้ปฏิบัติดังนี้



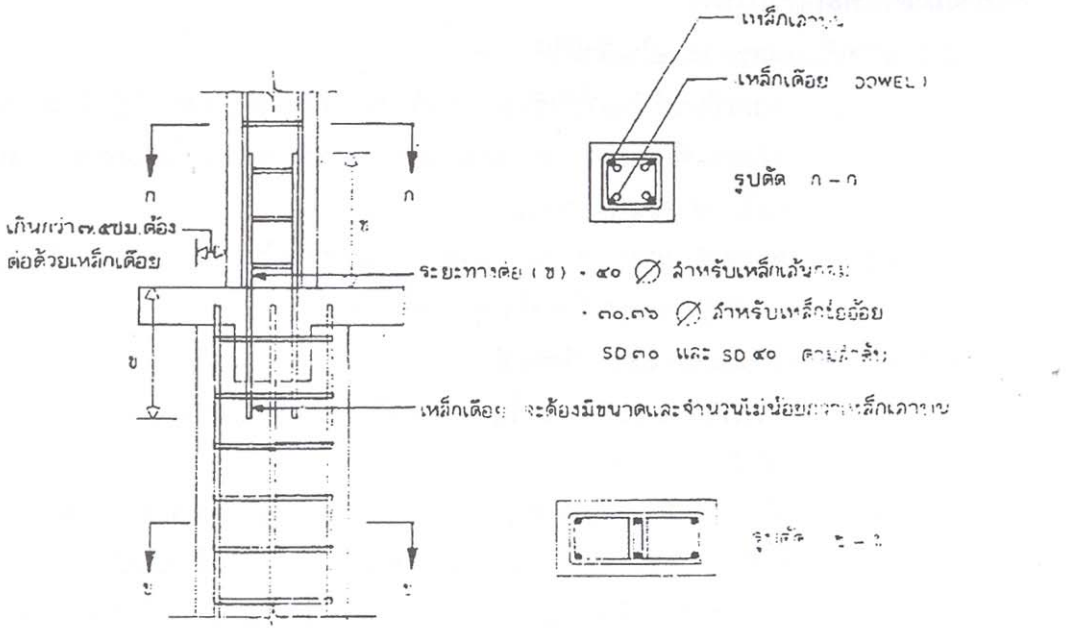
หมายเหตุ ก. รูปที่แสดงเป็นการแสดงการเสริมด้วยเหล็กข้ออ้อย ถ้าเป็นเหล็กเส้นกลมขนาดธรรมดาปลายเหล็กต้องงอขอ ตาม 2.4.1.1

ข. ในกรณีที่คานมีความเล็กมากกว่า 1.10 ของความยาวช่วงตำแหน่งต่างๆ ของเหล็กคอม้าจะใช้ตามรูปข้างบนนี้ไม่ได้

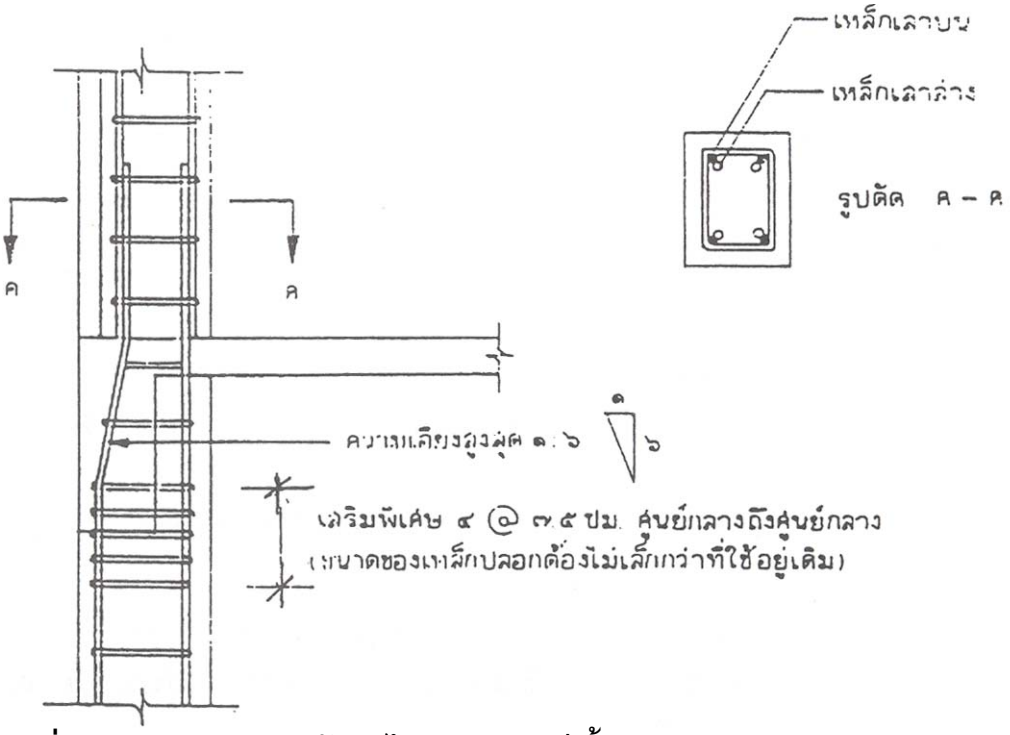
2.4.3 การต่อเหล็กเสา ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ให้ปฏิบัติดังนี้



รูปที่ 2.4.3.1 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากัน



รูปที่ 2.4.3.2 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์ตรงกัน



รูปที่ 2.4.3.3 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์เยื้องกัน

2.5 งานเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

2.5.1 ลวดเชื่อมกระแสไฟฟ้าที่ใช้

2.5.1.1 ลวดเชื่อมที่นำมาใช้เชื่อม ให้ใช้ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49 : มาตรฐานลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้มใช้เชื่อมเหล็กกล้าละมุนด้วยอาร์ก

2.5.1.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจะต้องเป็นไปตามบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมนั้นๆ กำหนดไว้

2.5.2 การต่อเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย

2.5.2.1 การเชื่อมจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนดให้แบบใดแบบหนึ่ง ที่กำหนดไว้ในข้อ 2.5.3 และข้อ 2.5.4

2.5.2.2 ตำแหน่งการต่อเหล็กจะต้องไม่ต่อ ณ จุดที่เหล็กงอ รอยต่อจะอยู่ห่างจากจุดที่เหล็กงออย่างน้อย 50 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเส้นนั้น

2.5.2.3 การต่อเหล็กให้ต่อ ณ ตำแหน่งที่เหล็กรับแรงน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถต่อเหล็ก ณ จุดที่กำหนดดังกล่าวได้ ให้เสริมเหล็กปลอกมากขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่า ในระยะห่างจากปลายของเหล็กที่เชื่อมแต่ละปลายออกไปอย่างน้อย 15 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

2.5.3 รูปแบบของการต่อเหล็กกลมและเหล็กข้ออ้อย



Full penetration welds

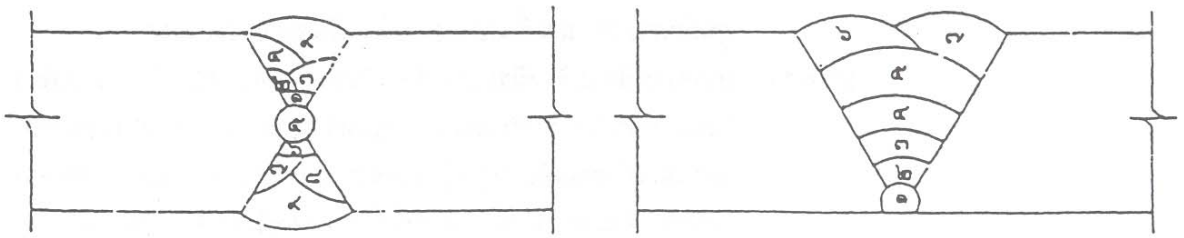
2.5.4 การดำเนินการเชื่อม

2.5.4.1 เหล็กที่จะนำมาเชื่อมต้องตัดปลายแล้ววางให้ได้รูป ตามที่ได้กำหนดในข้อ 2.5.3

2.5.4.2 บริเวณปลายเหล็กที่ตัด ก่อนที่จะนำมาเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบและสะอาดปราศจากฝุ่น สีน้ำมัน

2.5.4.3 เหล็กเส้นที่จะนำมาเชื่อมต่อกันจะต้องวางให้ได้แนวเส้นผ่านศูนย์กลางของกันและกัน ขณะที่ทำการเชื่อมควรวางอยู่บนที่รองรับยาวประมาณข้างละ 1 เมตร ห่างจากจุดที่จะเชื่อมต่อ

2.5.4.4 การเชื่อมจะต้องเชื่อมเป็นชั้นๆ หรือเป็นแนวๆ ตามลำดับดังตัวอย่างที่ได้แสดงในรูป



เมื่อเชื่อมเสร็จแต่ละชั้นหรือแต่ละแนว การเชื่อมชั้นต่อไปจะต้องเคาะขี้เหล็กออกให้หมดทุกครั้ง แล้วแปรงให้สะอาดเสียก่อน

2.5.4.5 ระหว่างการเชื่อมแต่ละแนวให้ปล่อยทิ้งไว้ในอากาศนิ่งจนอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 250 องศา เซียลเซส โดยการวัดที่ผิวตรงจุดกึ่งกลางความยาวของแนวเชื่อมห้ามกระทำใดๆ เพื่อที่จะเร่งให้อุณหภูมิลดลง

2.5.4.6 การต่อเหล็กโดยวิธีเชื่อมเหล็ก สำหรับเหล็กเสริมเส้นกลมและเหล็กเสริมข้ออ้อยระยะสั้นที่สุดที่ทาบกันจะต้องไม่น้อยกว่า 15 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมทั้งนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร

2.5.5 การเก็บรักษาวัสดุ

2.5.5.1 เหล็กเส้น จะต้องเก็บกองแยกเป็นขนาดมิให้คละกัน และมีสิ่งรองรับมิให้เปื้อนติดโคลน

2.5.6 ข้อกำหนดในการใช้วัสดุ

2.5.6.1 การผูกเหล็กเสริม ผู้รับจ้างจะต้องผูกเหล็กเสริมให้ได้แนว ได้ระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบรูปรายการละเอียด ถ้าหากว่าไม่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียดเป็นอย่างอื่น ให้ถือปฏิบัติดังนี้

2.5.6.1.1 ลวดผูกเหล็กให้ใช้เบอร์ 18 ตามมาตรบานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 138-2518 ผูกเหล็กเสริมให้แน่นพอ พันอย่างน้อย 2 รอบ โดยใช้ลวดผูกเหล็กไม่น้อยกว่า 2 เส้น

2.5.6.1.2 การดัดงอเหล็กให้ใช้รัศมีโค้งอย่างน้อย 3-5 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลาง (เหล็กเส้นกลม)

2.5.6.1.3 ตอนปลายให้งอขอ (180 องศา) หรืองอฉาก (90 องศา) การงอขอ (180 องศา) จะต้องมีรัศมี 3-5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง และเหลือปลายไว้อย่างน้อย 4 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลาง การงอฉาก (90 องศา) จะต้องมีรัศมี 3-5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางและเหลือปลายไว้อย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับเหล็กเสริมเส้นกลม (ROUNDED BARS) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 ม.ม.ขึ้นไปตอนปลายจะงอขอ (180 องศา) หรืองอฉาก (90 องศา) ก็ได้

สำหรับเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ม.ม.ขึ้นไป ตอนปลายให้งอฉาก (90 องศา)

2.5.6.1.4 การต่อเหล็กจะต้องมีระยะเหลื่อมกันอย่างน้อย 40 เท่า แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร สำหรับเหล็กเส้นกลม (ROUNDED BARS) และ 30 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ห้ามต่อเหล็กตรงส่วนที่เป็นหน้าตัดวิกฤตหรือตรงจุดที่เหล็กรับแรงดึงสูงสุด นอกจากจะต้องต่อด้วยการเชื่อมแต่จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร กองแบบแผน

2.5.6.1.5 เหล็กเสริม ในกรณีที่เป็น SIMPLE SUPPORT จะต้องยื่นเหล็กเสริมเข้าไปใน SUPPORT ซึ่งอาจเป็นคานหรือเสา อย่างน้อยเท่ากับความกว้างของ SUPPORT ในกรณีที่มีคานยื่นหรือ SLAB ยื่นจะต้องยื่นเหล็กเริมเข้าใน SUPPORT อย่างน้อย 50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม

2.5.6.1.6 การเสริมเหล็กเส้นนอก จะต้องห่างจากแบบหล่อไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร และไม่มากกว่า 50 มิลลิเมตร

2.5.6.1.7 ในกรณีที่เหล็กหลายๆ ชั้น จะต้องเสริมโดยมีช่องว่างระหว่างผิวเหล็ก (CLEAR DISTANCE) ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร และไม่เกิน 40 มิลลิเมตร

2.5.6.1.8 ในกรณีที่มีปัญหาในการก่อสร้าง เรื่องการเสริมเหล็กคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งจากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างโดยวิศวกรโยธาคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกรโยธาจะต้องเสนอรายละเอียด วิธีการแก้ไข และนำปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นมาคำนวณทางด้านวิศวกรรมโครงสร้าง เสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อพิจารณาเห็นชอบก่อนจึงจะดำเนินการต่อไป

2.5.7 การต่อเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตโดยข้อต่อเชิงกล

2.5.7.1 การต่อเหล็กเสา หรือ เหล็กเสริมคอนกรีตโครงสร้าง ผู้รับจ้างสามารถใช้ข้อต่อเหล็กเชิงกล แทนการต่อเหล็กเหล็กเสริมคอนกรีตตามข้อกำหนดข้างต้น

2.5.7.2 ข้อต่อเหล็กที่สามารถใช้ต่อเหล็กเสริมคอนกรีตต้องผลิตจากวัสดุคุณภาพดี สามารถทนต่อการรับแรงดึง แรงกดได้มากกว่าเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตทุกชั้นคุณภาพ SD 30, 40, 50

2.5.7.3 เมื่อนำข้อต่อเหล็กเสริมแรงคอนกรีต ทั้งในส่วนที่เป็นเกลียวนอก และเกลียวในขันเกลียวต่อกันเรียบร้อยต้องสามารถตรวจสอบการต่อได้สะดวกโดยสายตา และเมื่อนำไปทดสอบแรงดึง ต้องรับแรงได้เท่ากับหรือมากกว่าเหล็กเส้นเสริมแรงคอนกรีตนั้น และรอยขาดที่เกิดจากผลการทดสอบรับแรงดึงต้องขาดที่เหล็กเสริมแรงคอนกรีตนอกบริเวณจุดต่อและบริเวณที่ทำเกลียวเท่านั้น

2.5.7.4 การขอใช้ข้อต่อเชิงกล ต้องแนบผลการทดสอบการรับแรงดึง จากตัวอย่างเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตที่ใช้งานจริงของแต่ละโครงการ โดยต้องทดสอบการรับแรงดึงของทุกขนาดเหล็กที่ขอใช้มาประกอบการพิจารณาอย่างน้อยขนาดละ 1 ตัวอย่าง

2.5.7.5 การเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบให้กระทำต่อหน้าตัวแทนของผู้ว่าจ้างโดยการทำตัวอย่างต้องใช้กระบวนการที่เหมือนกับการผลิตปกติ และนำไปทดสอบที่สถาบันกลางพร้อมตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และเมื่อมีการผลิตเพื่อนำไปใช้งานจริง ให้สุ่มตัวอย่างที่เห็นว่ามีความเสี่ยงต่อการเสียหายมากที่สุดจากชิ้นงานจริงที่จะนำไปใช้ในโครงการ และหลังจากนั้นให้สุ่มทดสอบจากชิ้นงานจริง 1 ตัวอย่างจากทุกๆ 3,000 ชิ้น

2.5.8 การป้องกันดินพังขณะทำการก่อสร้าง ในกรณีที่ดินบริเวณก่อสร้างเป็นดินอ่อน เช่นพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เป็นต้น การขุดดินเพื่อทำการก่อสร้างฐานราก หรือโครงสร้างอื่นๆที่อยู่ต่ำกว่าระดับดินเกิน 3.00 เมตรจะต้องมีระบบป้องกันดินพัง (SHEET PILE) โดยมีแนวทางดังนี้

2.5.8.1 ขนาด SHEET PILE ที่ใช้ไม่ควรน้อยกว่า TYPE 3

2.5.8.2 ขุดดินลึกประมาณ 2.50 เมตรใช้ SHEET PILE ความยาว 6.00 เมตร

2.5.8.3 ขุดดินลึกประมาณ 3.00 – 6.00 เมตรใช้ SHEET PILE ความยาว 8.00 – 12.00 เมตร

2.5.8.4 ขุดดินลึกประมาณ 6.00 – 8.00 เมตรใช้ SHEET PILE ความยาว 14.00 – 16.00 เมตร

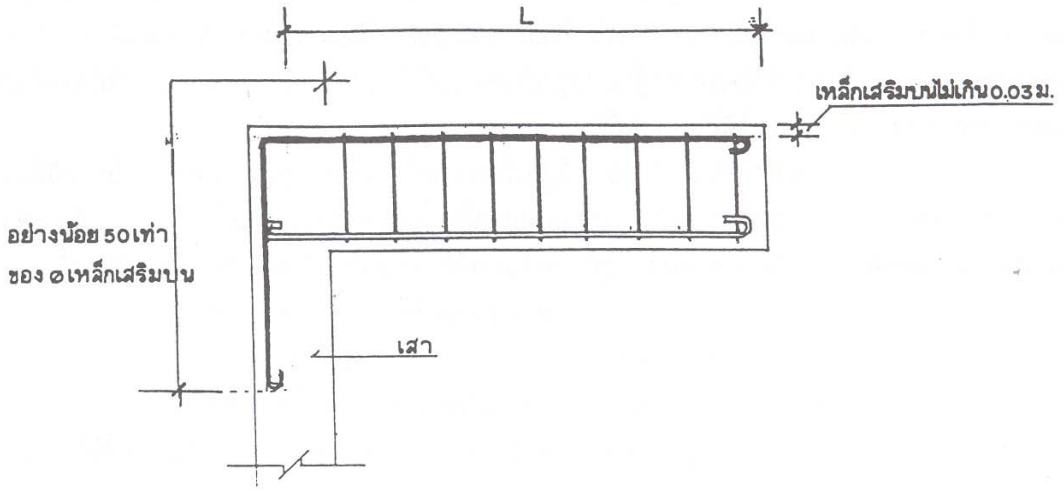
2.5.8.5 ความลึกของงานใต้ดินที่มีความลึกเกิน 3.00 เมตร ควรติดตั้ง BRACING ดังนี้

ความลึกของงานใต้ดิน 3.00 – 4.00 เมตร ควรมี BRACING 1 ชั้น

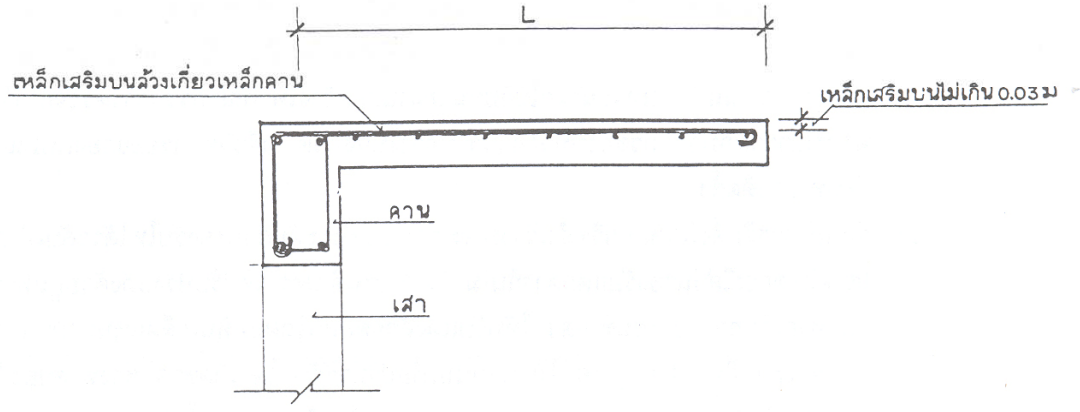
ความลึกของงานใต้ดิน 4.00 – 6.00 เมตร ควรมี BRACING 2 ชั้น

ความลึกของงานใต้ดิน 6.00 – 8.00 เมตร ควรมี BRACING 3 ชั้น

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอขั้นตอนการปฏิบัติงาน (METHOD STATEMENT) ตั้งแต่ขั้นตอนการติดตั้งจนถึงขั้นตอนการรื้อถอน พร้อมรายการคำนวณโดยวิศวกรโยธา ระดับไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกรให้กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพเพื่อพิจารณาก่อนดำเนินการ



ขยายข้อ 2.5.6.1.7 ในกรณีแบบไม่กำหนด (กรณีคานยื่นไม่ต่อเนื่อง)



ขยายข้อ 2.5.6.1.7 ในกรณีแบบไม่กำหนด (กรณี SLAB ยื่น)

2.6 งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

2.6.1 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปที่นำมาใช้ จะต้องเป็นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 576-2546 หรือ มอก. 828-2546 โดยจะเป็นแบบชิ้นส่วนเดี่ยว หรือชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ก็ได้รูปหน้าตัดตามระบุในแบบรูปเป็นของใหม่ไม่มีรอยแตกร้าว บิ่นหรือแตกหักใดๆ ทั้งสิ้น โดยมาตรฐาน มอก. ทั้ง 2 แบบให้ใช้แทนกันได้

2.6.2 การปูพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ให้ปูในทิศทางที่กำหนดให้ในรูปแบบเท่านั้น ในกรณีที่มิได้ระบุไว้จะต้องสอบถามก่อน โดยวิศวกรเป็นผู้กำหนดให้เท่านั้น พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเมื่อทำเสร็จแล้วจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามระบุในแบบรูป และในกรณีที่แบบรูปมิได้กำหนดไว้ให้ถือปฏิบัติ ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับปัจจุบัน

2.6.3 กรณีที่เลือกใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ได้มาตรฐาน มอก. 576-2546 ผู้รับจ้างต้องให้ผู้ผลิตรับรอง ผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้เป็นหนังสือ ระบุรูปแบบหน้าตัด ขนาด ความยาว จำนวน-ขนาดเหล็กเสริม และการรับน้ำหนักบรรทุก ตรงกับที่ผู้ผลิตได้รับใบอนุญาตผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม พร้อมจำนวนแผ่นพื้นที่นำมาใช้กับหน่วยงานก่อสร้างให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนติดตั้ง

2.6.4 กรณีเลือกใช้พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ได้มาตรฐาน มอก. 828-2546 ผู้รับจ้างต้องให้ผู้ผลิตรับรองผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้เป็นหนังสือ ระบุรูปแบบหน้าตัด ขนาด ความยาว จำนวน-ขนาดเหล็กเสริมตรงกับที่ผู้ผลิตได้รับใบอนุญาตผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม โดยมีรายการคำนวณทางวิศวกรรมแสดงความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามข้อกำหนดในแบบรูป และวิศวกรผู้คำนวณของผู้ผลิตต้องเป็นระดับสามัญวิศวกร พร้อมกับระบุจำนวนแผ่นพื้นที่จะนำมาใช้กับหน่วยงานก่อสร้างให้ คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาร่วมกับวิศวกรของหน่วยงานราชการในจังหวัด หรือวิศวกรของกองแบบแผนก่อนทำการติดตั้ง

2.6.5 ก่อนทำการติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องจัดแต่งระดับส่วนรองรับให้ได้ระดับเท่ากันโดยตลอดกรณีส่วนรองรับแตกต่างกันไม่เกิน 3 เซนติเมตร ให้ปรับปรุงแต่งด้วยปูนทรายและหากเกินกว่า 3 เซนติเมตร ให้ปรับแต่งด้วยคอนกรีตผสมหินเกล็ดแทนห้ามนำวัสดุอื่นๆ เช่น อิฐ อิฐมอญ เศษไม้ มาหนุนเพื่อปรับระดับ โดยเด็ดขาด ช่วงพาดของพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปหากยาวเกินกว่า 2.80 เมตร จะต้องมีแนวคานค้ำยัน รองรับการแอ่นตัวตอนกลางพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อปรับระดับให้ท้องแผ่นพื้นเท่ากันก่อนและจะถอดออกได้เมื่อเทคอนกรีตทับหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้วไม่น้อยกว่า 3 วัน

เหล็กเสริมส่วนทับหน้าของพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปให้ทำตามที่กำหนดในแบบรูป ในกรณีที่ระบุในแบบรูปให้ใช้เหล็กเสริมขนาด 6 มม. @ 0.20 ม. # หรือลวดเหล็กสำเร็จรูปขนาด 4 มม. @ 0.15 ม. # และกรณีช่วงพาดของแผ่นพื้นยาวเกินกว่า 3.30 เมตรให้มีเหล็กเสริมพิเศษขนาด 9 มม.ยาว 0.50 ม.@ 0.40 ม. วางบนแนวหัวพื้นที่ช่วงพาดที่รองรับเสมอ

คอนกรีตส่วนเททับหน้าพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปให้ใช้ตามที่ระบุ ในกรณีที่ไม่ระบุในแบบรูปให้เทคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร โดยคอนกรีตให้ใช้ตามรายละเอียดงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก และหินที่ผสมคอนกรีตอนุญาตให้ใช้หินเกล็ดแทนได้ ท้องพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปไม่ต้องฉาบปูนแต่ให้แต่งแนวหรือตามระบุในแบบรูป

2.6.6 กรณีที่ผู้รับจ้างจะเปลี่ยนแปลงงานที่เกี่ยวกับพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป แตกต่างไปจากแบบรูปและรายการที่ได้กำหนดไว้ เพื่อประโยชน์ของทางราชการ เพื่อความมั่นคงแข็งแรงขององค์อาคาร คณะกรรมการตรวจการจ้างจะพิจารณาความเหมาะสมร่วมกับวิศวกรรมกองแบบแผนพร้อมเปรียบเทียบราคา การเพิ่มเงินหรือลดเงินให้เป็นไปตามสัญญา และ/หรือตามระเบียบพัสดุ

2.7 ตัวอย่างรายงานตรวจสอบงานวิศวกรรมโครงสร้าง

แบบ คป. 1

แบบตรวจสอบส่วนประกอบและอุปกรณ์ของปั้นจั่นชนิดอยู่กับที่

(Stationary Cranes)

กองตรวจสอบความปลอดภัย

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน

.....

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี ที่อยู่เลขที่.....ซอย.....
ถนน.....เขต.....จังหวัด.....โทรศัพท์.....
สถานที่ทำงาน.....โทรศัพท์.....
ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาเครื่องกล ตามพระราชบัญญัติวิชาชีพวิศวกรรม พ.ศ. 2505 ประเภท.....เลขทะเบียน.....ตั้งแต่วันที่.....

.....

ข้าพเจ้าได้ทำการตรวจสอบส่วนประกอบและอุปกรณ์ปั้นจั่นของ.....
.....
โดย.....ผู้จัดการ ที่อยู่เลขที่.....ถนน.....
แขวง.....เขต.....จังหวัด.....เมื่อ.....
ขณะตรวจสอบปั้นจั่นใช้งานอยู่ที่.....

ข้าพเจ้าได้ทำการตรวจสอบปั้นจั่นและอุปกรณ์ ตามรายงานการตรวจสอบที่ระบุไว้ในเอกสารแนบท้ายพร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ชำรุด หรือบกพร่องจนใช้งานได้ถูกต้องปลอดภัยและขอรับรองว่าปั้นจั่นเครื่องนี้ได้ใช้งานได้อย่างปลอดภัย ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับปั้นจั่น

(ลงชื่อ).....
( )
วิศวกรผู้ตรวจสอบ

(ลงชื่อ).....
( )
เจ้าของ/ผู้จัดการ

สำหรับเจ้าหน้าที่

แบบ คป.1

รายการตรวจสอบส่วนประกอบและอุปกรณ์ปั้นจั่นชนิดอยู่กับที่

1. แบบปั้นจั่น ปั้นจั่นหอสูง (Tower Crane) POTAIN Model. FO/23 B
   ปั้นจั่นเหนือศีรษะ (Overhead Crane) (STATIC BASE)
   ปั้นจั่นขาสูง (Gantry Crane)
   อื่นๆ (ระบุ)
2. ผู้ผลิต สร้างโดย ประเทศ
   ตามมาตรฐาน
   ออกแบบให้ยกน้ำหนักได้สูงสุดที่ปลายแขนปั้นจั่น ตัน (ยาวสุด)
   ออกแบบให้ยกน้ำหนักได้สูงสุดที่ต้นแขนปั้นจั่น ตัน (สั้นสุด)
3. รายละเอียดคุณลักษณะ (Specification) และคู่มือใช้งาน การประกอบ การทดสอบ การซ่อมบำรุง และการตรวจสอบ
   มีมาพร้อมกับปั้นจั่น
   มีโดยวิศวกรกำหนดขึ้น
   ไม่มี
4. สภาพโครงสร้าง
   4.1 ภาพโครงสร้างปั้นจั่น เรียบร้อย แตก ชำรุด บิดเบี้ยว ต้องแก้ไข
   4.2 สภาพรอยเชื่อมต่อ (Joints) เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข
   4.3 สภาพของน๊อตและหมุดย้ำ เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข
5. มีการตรวจสอบปั้นจั่น
   5.1 หลังประกอบเสร็จ มี ไม่มี
   5.2 หลังซ่อมส่วนสำคัญ มี ไม่มี
   5.3 หลังเกิดอุบัติเหตุ มี ไม่มี
6. รอก กว้าน และตะขอยก เส้นผ่าศูนย์กลาง
   6.1 เส้นผ่านศูนย์กลางรอกปลายแขนปั้นจั่น.....
   6.2 เส้นผ่านศูนย์กลางรอกของตะขอยก.....
   6.3 สภาพกว้านและตอขอยก เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข
7. สภาพของสลัก ลูกปืน เพลง เฟือง โรลเลอร์ (Rollers)
   เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข
8. สภาพของเบรคและคลัช เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข
9. สภาพของลวดสลิง (Running Ropes)
   9.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง.....ส่วนความปลอดภัย (Safety Factor)

เท่ากับ.....อายุการใช้งาน.....ปี

9.2 ในหนึ่งช่วงเกลียวมีลวดขาดตั้งแต่ 3 เส้นขึ้นไปในเกลียวเดียวกัน

มี ไม่มี

10. สภาพของลวดโยงยึด (Standing Ropes)

10.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง.....ส่วนความปลอดภัย.....
อายุการใช้งาน.....ปี

10.2 เส้นลวดในหนึ่งช่วงเกลียวขาดตั้งแต่สองเส้นขึ้นไป

มี ไม่มี

11. ลวดวิ่ง และหรือ ลวดโยงยึด

11.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงเกินร้อยละ 5 ของเส้นผ่าศูนย์กลางเดิม

มี ไม่มี

11.2 ลวดเส้นนอก ลึกไปหนึ่งในสามของเส้นผ่านศูนย์กลาง

มี ไม่มี

11.3 ขมวด ถูกกระแทก แตกเกลียว หรือชำรุดเป็นเหตุให้การรับน้ำหนักเสีย

มี ไม่มี

11.4 ถูกความร้อนทำลาย หรือเกิดสนิมมากจนเห็นได้ชัด

มี ไม่มี

12. สภาพของน้ำมันไฮดรอลิกและท่อลม

12.1 มีการรั่วของน้ำมันและท่อลมหรือข้อต่อ มี ไม่มี

12.2 มีการบิดตัวอย่างผิดปกติของท่อน้ำมัน มี ไม่มี

12.3 มีน้ำมันรั่วบริเวณข้อต่อที่ไม่สามารถน็อตให้หายรั่วได้

มี ไม่มี

12.4 มีรอยสึกบริเวณเปลือกนอกของท่อ มี ไม่มี

13. สภาพการสึกหรอของกลไกระบบควบคุม เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข

14. สภาพการหล่อลื่นโดยทั่วไป เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข

15. มีครอบปิด (Guard) ส่วนที่หมุนได้ที่อาจเป็นอันตราย

มี ไม่มี

16. การยึดโยงปั้นจั่นและน้ำหนักถ่วง (Counterweight) ให้มั่นคง

เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข

17. อุปกรณ์ไฟฟ้า

17.1 สภาพแผงสวิสซ์ไฟฟ้า รีเลย์ และอุปกรณ์อื่น

เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข

17.2 สภาพมอเตอร์ไฟฟ้า เรียบร้อย ชำรุดต้องแก้ไข

18. ความตึงของสายพานตัววี

ปกติ ต้องปรับ

19. การทำงานของ (Limit Switches) ของ

19.1 ชุดตะขอ

ถูกต้องเรียบร้อย ต้องปรับแต่งใหม่

19.2 ชุดล้อเลื่อน

ถูกต้องเรียบร้อย ต้องปรับแต่งใหม่

19.3 มุมแขนปั้นจั่น (เฉพาะ Derricks)

ถูกต้องเรียบร้อย ต้องปรับแต่งใหม่

19.4 การเคลื่อนที่บนรางของปั้นจั่น

ถูกต้องเรียบร้อย ต้องปรับแต่งใหม่

19.5 ชุดพิกัดน้ำหนักยก

ถูกต้องเรียบร้อย ต้องปรับแต่งใหม่

20. ปั้นจั่นชนิดเคลื่อนที่บนราง หรือมีรางล้อเลื่อนอยู่บนแขนมีกันชน หรือกันกระแทกที่ปลายทั้งสองข้างของราง

มี ไม่มี

21. มีอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้ล้อเลื่อนตกจากรางด้านข้าง

มี ไม่มี

22. มีการดัดแปลงแก้ไขส่วนหนึ่งส่วนใดของปั้นจั่น

มี ไม่มี

23. ปั้นจั่นที่มีความสูงเกินสามเมตร มีบันไดพร้อมราวจับและโครงโลหะกันตกให้แก่ลูกจ้างที่ทำงาน

มี ไม่มี

24. มีการจัดทำพื้นและทางเดินบนปั้นจั่นเป็นชนิดกันลื่น

มี ไม่มี

.....วิศวกรผู้ตรวจสอบ

บันทึกการตอกเสาเข็ม

....จังหวัด..... .....เจ้าของแบบ..... .....ผู้ควบคุมการตอก.....	เสาเข็ม.....รูป..... ขนาด.....ความยาว..... พื้นที่หน้าตัด.....ตารางเซนติเมตร ผลิตภัณฑ์ของ..... วันที่หล่อ.....	จำนวนเสาเข็มทั้งสิ้น.....ต้น กำหนดให้ตอกถึงระดับ.....เมตร [ ] เสาส่ง [ ] เหล็ก [ ] ไม้ ยาว..... ( ) เจาะนำ ( ) หมอนรองหัวเข็มหนา.....ซม.	ปั้นจั่นหมายเลข..... ความสูง.....เมตร ลูกตุ้มหนัก.....ต้น ยกสูง.....ซ.ม.

บที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	หมายเหตุ
ราก															
เริ่ม															
เสร็จ															
ด้วยตัวเอง															
เมื่อวางตุ้ม															

.....	.....	.....
)	( )	( )
วกรโยธา	บริษัท.....	ตำแหน่ง.....
เตอกเสาเข็ม	ผู้รับจ้างตามสัญญา	ผู้คุมงานแทนผู้ว่าจ้างตามสัญญา

3

หมวดงานสถาปัตยกรรม



3. หมวดงานสถาปัตยกรรม

3.1 งานผนัง

ขอบเขต

ในงานนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนกรรมวิธีการทำผนังและผิวผนัง

3.1.1 ผนังก่ออิฐและผนังคอนกรีตบล็อก

3.1.1.1 ผนังก่ออิฐ

- อิฐมอญทั่วไป
- อิฐกลวงไม่รับน้ำหนัก
- อิฐกลวงรับน้ำหนัก
- อิฐโชว์แนว
- อิฐประดับแคลเซี่ยมซิลิเกต (อิฐขาว)

3.1.1.2 ผนังคอนกรีตบล็อก

- คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก
- คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก
- คอนกรีตบล็อกโปร่งระบายลม
- คอนกรีตบล็อกโชว์แนว

3.1.1.3 วิธีการก่ออิฐและคอนกรีตบล็อกโดยทั่วไป

3.1.1.3.1 อิฐและคอนกรีตบล็อกต้องทำให้ชื้นเสียก่อน เพื่อไม่ให้ดูดน้ำจากปูนก่อเร็วเกินไป

3.1.1.3.2 การก่อต้องก่อสลับแนวให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ เว้นระยะระหว่างแถวเท่ากัน ต้องไม่น้อยกว่า 1 ซม. และไม่เกิน 1.5 ซม.

3.1.1.3.3 การก่ออิฐและคอนกรีตบล็อก ต้องให้ได้แนวดิ่งและแนวฉาก

3.1.1.3.4 การก่อชนคาน เสา ผนัง หรือแผง คสล. ต้องเสียบเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. วางระยะ 40 ซม. โดยยื่นออกมาไม่น้อยกว่า 25 ซม. และฝังอยู่ในเสา คสล. 10 ซม.

3.1.1.3.5 การก่อผนังชนกันเป็นมุม การต่อชนกับผนังอื่น การเว้นช่องสำหรับติดตั้งประตู หน้าต่าง ต้องมีเสาเอ็นหรือทับหลัง คสล. ขนาดเท่ากับผนัง โดยกว้างไม่น้อยกว่า 10 ซม. เสริมเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. 2 เส้น เหล็กปลอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ทุกระยะ 20 ม. เหล็กเสาเอ็นต้องยึดต่อกับเหล็กยื่นออกมาจากพื้น เสา ผนัง หรือคาน คสล. ที่ยื่นเหล็กไว้ก่อนแล้ว

3.1.1.3.6 ในกรณีที่กำแพงหรือผนังยาวหรือสูงกว่า 3.00 เมตร ต้องมีเสาเอ็นหรือทับหลัง คสล. ตลอดความสูงและความยาวของกำแพง ระยะเสาเอ็นหรือทับหลังต้องไม่เกินกว่า 3.00x3.00 ม.

3.1.1.3.7 การก่ออิฐชนท้องคาน ค.ส.ล. จะต้องก่ออิฐเว้นไว้ไม่น้อยกว่า 0.15 ม. ตลอดแนว ทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชม. จึงทำการเสริมชนท้องคานโดยการก่ออิฐตามเฉียงได้

3.1.1.3.8 การก่ออิฐชนโครงสร้างอาคาร ซึ่งอาจมีการแอ่นตัว เช่น พื้น Post-tension พื้นสำเร็จรูปหรือโครงสร้างเหล็ก จะต้องเว้นด้านบนไว้ประมาณ 22 มม. แล้วเสริมด้วยโฟมหนา 1 นิ้ว กว้างเท่ากับแผ่นอิฐสอดไว้ด้านบนตลอดแนวผนังยาซิลิโคลน

3.1.1.4 วิธีการก่อโชว์แนว

3.1.1.4.1 อิฐและคอนกรีตบล็อก ต้องทำให้ชื้นเสียก่อน เพื่อไม่ให้ดูดน้ำจากปูนก่อเร็วเกินไป

3.1.1.4.2 การก่อต้องใช้ฝีมือประณีต ก่อตามแนวเชือกหรือดายที่ขึงตึงทีละแถวทั้งแนวตั้งและแนวนอน

3.1.1.4.3 การก่อแนวตรงหรือแนวสลับแนวตามแบบกำหนด

3.1.1.4.4 เว้นระยะห่างระหว่างแถวปูนก่อ รอบก้อนอิฐ ก้างประมาณ 1-1.5 ซม. ลึก 1 ซม. ให้เท่ากันแต่งร่องให้ประณีตสวยงาม

3.1.1.4.5 เมื่อก่อแล้วต้องรีบทำความสะอาดผิวทันที อย่าปล่อยให้น้ำปูนที่เปื้อนผิวแห้ง

3.1.1.4.6 การตัด ต้องตัดให้เรียบร้อย

3.1.1.4.7 ผนังที่ก่อเสร็จใหม่ ห้ามหระทบกระเทือน อย่างน้อย 24 ชั่วโมง

3.1.1.5 ปูนก่อ

ส่วนผสม - ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทราย 3 ส่วน และน้ำในปริมาณเพื่อทำงานได้ ห้ามผสมเกิน 1 ชั่วโมง

- หรือใช้ปูนก่อสำเร็จรูปแทนได้ โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.1.1.6 การตกแต่งผิว

3.1.1.6.1 การฉาบปูนเรียบ

- ผนังอิฐหรือคอนกรีตบล็อกที่ก่อไว้แล้ว ต้องรดน้ำให้ทั่วก่อนฉาบ
- คอนกรีตที่จะฉาบปูนต้องสกัดผิวให้ขรุขระก่อน แล้วล้างผิวให้สะอาด ทาด้วยน้ำปูนก่อน 1 ครั้ง หรือสลัดปูนทรายที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 : 1

3.1.1.6.2 ส่วนผสมปูนฉาบ

- ผนังภายนอก ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ปูนขาว 1 ส่วน หรือน้ำยาผสมปูนฉาบทรายหยาบหรือทรายละเอียด 5 ส่วน
- ผนังภายใน ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ปูนขาว 1 ส่วน หรือน้ำยาผสมปูนฉาบทรายหยาบหรือทรายละเอียด 6 ส่วน
- หรือใช้ปูนฉาบสำเร็จแทนได้ โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.1.1.6.3 วิธีการฉาบปูน

- การเตรียมวัสดุ ให้ผสมปูนขาว ทรายและน้ำ หมักไว้ไม่น้อยกว่า 3 วัน ก่อนนำมาใช้งาน ปริมาณน้ำที่ผสมต้องไม่มากจนเกินไป
- การเตรียมสถานที่ ก่อนลงมือฉาบปูนต้องพ่นน้ำให้ความชื้นแก่ผิวหน้าที่จะฉาบทุกครั้ง เพื่อลดอัตราการดูดซึมน้ำของปูนฉาบ การทดสอบอัตราการดูดซึมนี้ ให้ทดสอบโดยขีดวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้วบนส่วนที่จะฉาบปูน แล้วหยดน้ำ 24 หยด ในวงกลมนั้น จับเวลาตั้งแต่เริ่มหยด

ถ้าน้ำถูกดูดซึมหมดภายใน 2 1/2 นาที แสดงว่าความชื้นยังไม่เพียงพอ ต้องเพิ่มความชื้นอีก ในกรณีที่จะต้องฉาบปูนบนกรอบไม้หรือโลหะบางส่วน ให้ใช้ลวดตาข่ายขึงบนผิวหน้า ยึดตรึงให้แน่นเสียก่อนจึงฉาบปูนทับ การฉาบปูนทุกครั้งต้องจัดทำแนวและระดับมาตรฐานก่อนทุกครั้ง

- การฉาบปูนผิวคอนกรีต วนที่เป็นท้องพื้นและท้องคาน จะต้องกะเทาะผิวหน้าคอนกรีตก่อนที่จะฉาบทุกครั้ง

ส่วนที่เป็น

- การฉาบปูน
- การฉาบปูนทั้งหมด เมื่อฉาบครั้งสุดท้ายเสร็จเรียบร้อยแล้วผิวต้องเรียบไม่เป็นลูกคลื่น ได้ดิ่งได้ระดับทั้งแนวนอนและแนวตั้ง มุมทุกมุมต้องได้ฉาก (เว้นแต่ที่ระบุไว้เป็นพิเศษในแบบรูปและรายการละเอียด) ถ้าแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุลุกษณะการฉาบปูนเป็นอย่างอื่นให้ถือว่าเป็นฉาบเรียบทั้งหมด
- การบ่มผิว เมื่อฉาบปูนเสร็จใหม่ๆ จะต้องบ่มผิวให้มีความชื้นอยู่ตลอดเวลา พยายามหาทางป้องกัน และหลีกเลี่ยงมิให้ถูกแสงแดดโดยตรง หรือมีลมพัดจัด การบ่มผิวนี้ให้ผู้รับจ้างถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องให้การดูแลเป็นพิเศษด้วย
- การซ่อมผิวปูนฉาบ ผิวปูนที่แตกร้าว และผิวปูนที่ไม่จับกับผนังภายหลังการฉาบปูนแล้ว ให้ทำการซ่อมโดยสกัดปูนฉาบเดิมออก กว้างไม่น้อยกว่า 0.10 เมตร ทำผิวเดิมให้ขรุขระ ล้างสะอาด แล้วฉาบปูนใหม่ ผิวปูนที่ฉาบใหม่จะต้องเรียบเป็นเนื้อเดียวกันกับผิวเดิม
- บัวน้ำหยด การฉาบปูนใต้กันสาด หรือชายคาที่เป็น ค.ส.ล. ทั้งหมดให้เซาะร่องบัวน้ำหยด กว้างประมาณ 10 มิลลิเมตร ลึกประมาณ 5 มิลลิเมตร ห่างจากขอบด้านนอกโดยรอบ 50 มิลลิเมตร ยกเว้นจะระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ

หมายเหตุ การฉาบปูน ควรหลีกเลี่ยงการฉาบปูนด้านที่มีแสงแดดแผดกล้า ซึ่งจะเผาให้น้ำปูนระเหยแห้งเร็วกว่าปกติ เช่น เช้าควรฉาบด้านทิศตะวันตก บ่ายควรฉาบด้านทิศตะวันออก เป็นต้น

3.1.1.6.4 การฉาบทรายล้าง กรวดล้าง หรือหินล้าง

- ต้องเป็นทราย หรือกรวดที่สะอาดขนาดตามกำหนด
- ปูนซีเมนต์ผสม ซิลิก้าซีเมนต์ เช่น ตราเสือ ตรางูเห่า
- ความหนาของผิวประมาณ 1 ซม.

ข้อควรระวังในการทำทรายล้าง กรวดล้าง หรือหินล้าง

- ต้องฉาบผิวให้ได้ดิ่ง ฉาก และสะอาดปราศจากสิ่งสกปรกต่างๆ ผนังต้องเรียบเสมอ ไม่มีรอยกะเทาะหรือแตกร้า จึงทำการฉาบผิวทรายล้าง กรวดล้าง หรือหินล้าง ตามกรรมวิธีต่อไป
- ถ้าผนังกว้างมาก ให้แบ่งทำเป็นส่วนๆ โดยมีไม้แบ่งแนวคั่นไว้ เนื้อผิวฉาบแห้งดีแล้ว จึงเอาแนวคั่นออก

หรือแตกร้าว จึงทำการฉาบผิวทรายล้าง

- ผิวหน้าทรายล้าง กรวดล้าง หรือหินล้าง ต้องไม่แตกร้าวหรือโป่งพอง

3.1.2 การบุผิวหนังก่ออิฐ คอนกรีตบล็อก ผนังคอนกรีต

3.1.2.1 กระเบื้อง

- กระเบื้องดินเผาไฟแรงสูง เคลือบผิวและไม่เคลือบผิว
- กระเบื้องดินเผาปรับระดับ
- กระเบื้องเซรามิค
- กระเบื้องโมเสด

3.1.2.1.1 กรรมวิธีในการบุกระเบื้อง

- ต้องฉาบปูนทรายหยาบให้พื้นผิวได้แนวดิ่ง ฉาก ก่อนบุกระเบื้อง (ห้ามใช้วิธีการบุกระเบื้องด้วยการบุแบบซาลาเปา)
- ให้ยึดกระเบื้องด้วยกาวซีเมนต์หรือน้ำปูนเข้มข้น
- กระเบื้องต้องแช่อยู่ในน้ำสะอาดให้อิ่มตัวก่อน
- การบุกระเบื้องต้องได้แนวสวยงามได้ฉาก ทำด้วยฝีมือประณีตตลอดทั้งผืน ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
- เมื่อบุกระเบื้องแล้ว ต้องทำความสะอาดผิวกระเบื้องทันที อย่าปล่อยทิ้งไว้จนแห้ง
- การตัดกระเบื้องต้องตัดด้วยเครื่องมือ ขอบที่ขรุขระให้ขัดจนเรียบ
- เว้นแนวรอยต่อระหว่างแผ่นให้เท่ากัน ประมาณ 1-3 มม. ยาแนวรอยต่อผสมสีให้กลมกลืนกับสีกระเบื้อง หรือตามที่กำหนดในแบบรูปและรายการละเอียด
- กระเบื้องดินเผาไม่เคลือบ ถ้าแบบรูปและรายการละเอียดไม่กำหนด การเคลือบผิว ให้เคลือบสารกันตะไคร่น้ำและเชื้อรา

3.1.2.2 การบุหินอ่อน หินแกรนิต หินทราย

3.1.2.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

หินอ่อน หินแกรนิต หินทราย ต้องเป็นหินที่มาจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน มีพื้นและลายเป็นชนิดเดียวกัน ยกเว้นแบบรูปและรายการละเอียดกำหนดไว้เป็นต่างชนิดกัน

3.1.2.2.2 กรรมวิธีในการติดตั้ง

- การติดตั้งโดยใช้กาวซีเมนต์ประเภทที่ใช้ติดตั้งเพื่อการนี้โดยเฉพาะหรือปูนทราย ใช้สำหรับการติดตั้งบนผนังที่มีการติดตั้งระดับความสูงไม่เกิน 2.50 เมตร และคามก้างของผนังไม่เกิน 3 เมตร

ความกว้าง

- การติดตั้งระบบ Dry Process เป็นการติดตั้งที่มีส่วนประกอบในการยึดแผ่นหิน เช่น ตะขอยึดซึ่งมีคุณสมบัติไม่เป็นสนิม ตามกรรมวิธีติดตั้งตามหลักวิชาช่างใช้กับผนังภายนอก และผนังภายในที่มีระดับความสูงเกิน 2.50 ม. และความกว้างของผนังเกิน 3 ม. ผู้รับจ้างต้องทำแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) แสดงขนาดวิธีและอุปกรณ์ติดตั้งมาเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง
- การติดตั้งรอยต่อต้องชนสนิท และยาแนวกันน้ำซึมเข้าตามแนวรอยต่อให้เรียบร้อย

3.1.3 ผนังคอนกรีตมวลเบา

การติดตั้งคอนกรีตมวลเบา ปูนที่ใช้ก่อและฉาบ ต้องเป็นปูนสำหรับก่อและฉาบ สำหรับคอนกรีตมวลเบาโดยเฉพาะ ห้ามใช้ปูนทรายโดยทั่วไปก่อและฉาบ

3.1.4 ผนังสำเร็จรูป

3.1.4.1 ผนังคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป (Precast)

- ชิ้นส่วนงานหล่อผนังคอนกรีตสำเร็จรูปต้องมีความประณีต เรียบร้อย ถูกต้องตามรูปแบบ สถาปัตยกรรมทั้งรูปร่างและวัสดุ
- สำหรับผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้เป็นผนังกั้นระห่างภายนอก และภายในอาคาร รอยต่อระหว่างแผ่น ต้องยาด้วยวัสดุสำหรับยาแนวโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันน้ำซึมเข้ารอยต่อระหว่างแผ่น
- ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปต้องติดตั้งโดยช่างผู้ชำนาญโดยเฉพาะ และต้องติดตั้งให้ได้แนวระดับที่เรียบร้อยสวยงามถูกต้องตามรูปแบบ ทั้งแนวนอนและแนวดิ่ง
- รอยต่อเชื่อมของการติดตั้ง ต้องฉาบปิดทับให้เรียบร้อย ไม่ให้เห็นรอยเชื่อมของการติดตั้ง โดยผู้รับจ้างต้องเขียนแบบ SHOP DRAWING แสดงแบบติดตั้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการ

3.1.4.2 ผนังกั้นห้องภายในสำเร็จรูป

ให้ติดตั้งตามกรรมวิธีของผู้ผลิต หรือตามที่ระบุไว้ในแบบรูป และรายการละเอียด

3.1.5 ผนังเบากั้นห้องภายในชนิดใช้โครงเคร่า

- ผนังยิปซั่มบอร์ด
- ผนังอคูสติกบอร์ด
- ผนังไม้อัด
- ฯลฯ

ให้ติดตั้งตามกรรมวิธีของผู้ผลิต หรือตามที่ระบุไว้ในแบบรูป และรายการละเอียด

3.1.6 ผนังที่ใช้วัสดุพิเศษที่นอกเหนือจากที่กล่าวเบื้องต้น เช่น curtain wall, อลูมิเนียมคอมโพสิท ฯ ให้ผู้รับจ้างเสนอตัวอย่าง รายละเอียดการติดตั้งพร้อมเขียนแบบ SHOP DRAWING ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้ง

3.2 งานผิวพื้น

ขอบเขต

ในงานนี้จะกล่าวถึงขั้นตอน รายละเอียด การดำเนินงานจัดทำผิวพื้นชนิดต่างๆ

3.2.1 งานหินขัด, หินล้าง, กรวดล้าง, ทรายล้าง

3.2.1.1 ข้อปฏิบัติทั่วไป

3.2.1.1.1 ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความสามารถและความชำนาญโดยเฉพาะมาดำเนินการ

3.2.1.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมงานล่วงหน้าให้มีระยะเวลาจัดทำที่เหมาะสม ระหว่างการจัดทำต้องป้องกันและระมัดระวังมิให้เปื้อนผนังหรือส่วนอื่นๆ ของอาคาร รวมทั้งการป้องกันมิให้รางระบายน้ำต่างๆ อุดตัน

3.2.1.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผ่นตัวอย่างหินขัด หินล้าง ตามรายละเอียดที่สถาปนิกผู้ออกแบบกำหนดมาให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณา เมื่อเห็นชอบแล้วจึงจะดำเนินการจัดทำในสถานที่ก่อสร้างต่อไปได้ ขนาดของตัวอย่าง ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร หรือไม่น้อยกว่า 15x15 เซนติเมตร และระบุรายละเอียดของส่วนผสมไว้

แตกร้าว

3.2.1.1.4 กรณีที่หินขัด หินล้าง ที่ทำเสร็จแล้วมีรอยด่าง แตกว้างหรือเม็ดหินกระจายตัวไม่สม่ำเสมอกัน ผู้รับจ้างต้องแก้ไขโดยสกัดออกแล้วทำใหม่ทั้งช่อง ค่าใช้จ่ายและเวลาที่เพิ่มขึ้นเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.2.1.2 วัสดุ

3.2.1.2.1 หิน ให้ใช้ชนิด ขนาด และส่วนผสมตามที่กำหนดให้เฉพาะแห่งตามแบบรูปแบะรายการละเอียดที่ใช้ต้องสะอาดปราศจากเศษดิน ฝุ่น หรือวัสดุชนิดอื่นเจือปน ในกรณีที่พื้นหินขัดแบบรูปและรายการละเอียดไม่ได้กำหนดไว้ ให้ใช้หินเกล็ดเบอร์ 3

3.2.1.2.2 สีผสม ใช้สีฝุ่นสำหรับผสมกับปูนซีเมนต์โดยเฉพาะ ส่วนความอ่อนแก่ของสีเป็นไปตามที่สถาปนิกผู้ออกแบบกำหนด

3.2.1.2.3 น้ำที่ผสมต้องใสสะอาดปราศจากน้ำมัน กรด ด่าง และสิ่งสกปรกเจือปน

3.2.1.2.4 เส้นแบ่งหินขัด ให้ใช้ชนิด ขนาดตามแบบรูปละรายการละเอียดกรณีที่มิได้ระบุไว้ ให้ใช้เส้นทองเหลืองขนาด 4 มม. แบ่งหินขัดไม่เกิน 4 ตารางเมตร ผู้รับจ้างต้องนำเสนอแบบรูปรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการ

3.2.1.2.5 เส้นแบ่งหินล้าง ให้ใช้ชนิด ขนาด และผังตามที่กำหนดให้เฉพาะแห่ง กรณีที่ไม่ได้ระบุไว้ ให้เว้นร่องกว้าง และลึกเท่ากับ 10x10 มิลลิเมตร โดยใช้ไม้ระแนงเป็นเส้นแบ่ง ผู้รับจ้างต้องนำเสนอแบบรูปรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการ

3.2.1.3 หินขัดกับที่

3.2.1.3.1 การติดตั้งเส้นแบ่งแนวหินขัด ให้ติดตั้งตามแบบรูปและรายการละเอียดการต่อเส้นแบ่งให้ต่อชนกัน ณ ที่จุดตัดระหว่างเส้นขวางกับเส้นนอน ต้องต่อชนกันอย่างประณีต เว้นแต่แบบระบุเป็นอย่างอื่น เช่น การเชื่อมต่อต้องเชื่อมให้เรียบร้อย ระดับของเส้นแบ่งหินขัดต้องเท่ากับระดับของผิวหินขัด

3.2.1.3.2 การเตรียมผิวพื้นผู้รับจ้างต้อเทปูนทรายรองพื้นบนผิวพื้นที่จะทำหินขัด โดยใช้ส่วนผสมปูน 1 ส่วน ต่อทราย 3 ส่วน ขณะที่ปูนทรายรองพื้นเริ่มแข็งตัว ให้ขีดบนผิวหน้าให้เป็นร่องทั้งตามแนวขวางและแนวนอน

ต้องเทปูน

3.2.1.3.3 หินเกล็ดกับปูนซีเมนต์ขาวและน้ำจะต้องเหมาะสมกัน เมื่อขัดผิวแล้วหินเกล็ดจะต้องอยู่ชิดกันมากที่สุดและสม่ำเสมอกันทั่วทั้งพื้นในกรณีที่กำหนดให้ใช้เม็ดหินหลายขนาดชนิดผสมกัน ผู้รับจ้างต้องผสมหินเกล็ด แต่ละขนาดและชนิดให้คลุกเคล้าและกระจายอย่างสม่ำเสมอ

ภาชนะที่ใช้ผสมต้องไม่มีรูรั่ว สะอาดปราศจากสิ่งสกปรก และสนิมเจือปน

การผสมให้ตวงส่วนผสมให้คงที่และกะปริมาณให้เพียงพอสำหรับเทเต็มช่องแบ่งและใช้ให้หมดภายใน 30 นาที ห้ามเทหยุดกลางช่องแบ่งโดยเด็ดขาด เพราะอาจทำให้เกิดรอยต่อจนทำให้ด่างได้ง่าย ห้ามนำหินฝุ่นหรือวัสดุอื่นนอกจากกำหนดให้มาเจือปนโดยเด็ดขาด

หินขัดที่เทเสร็จใหม่ๆ ต้องปล่อยให้แข็งตัวอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการแตกร้าวเมื่อขัดผิวหน้าครั้งแรกจนเห็นเม็ดหินเต็มขนาดและได้ระดับแล้ว ให้ใช้ปูนซีเมนต์ขาวผสมสีเหมือนกับเนื้อหินขัดปาดอุดรู แต่งผิวหน้าอีกครั้ง ปล่อยทิ้งไว้ให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวไม่น้อยกว่า 3 วัน แล้วจึงขัดตกแต่งผิวหน้าและลงขี้ผึ้งขัดมัน ห้ามใช้น้ำมันพืชโดยเด็ดขาด หินขัดที่ทำเรียบร้อยแล้วต้องเรียบเป็นมันๆ ได้ระดับ เม็ดหินกระจายอย่างสม่ำเสมอ สีไม่ด่าง ไม่มีวัสดุอื่นนอกจากที่กำหนดไว้เจือปน ผิวหน้าไม่แตกลายงา กะเทาะหรือแตกร้าว

ตกแต่งผิว

3.2.1.4 หินขัดสำเร็จรูป

3.2.1.4.1 การเตรียมผิวพื้น ให้ปฏิบัติทำนองเดียวกับการเตรียมผิวเพื่อทำพื้นหินขัดกับที่ ผู้รับจ้างต้องตั้งและถ่ายระดับโดยใช้เส้นเอ็น, สายยาง พร้อมจัดแนวแผ่นหินขัดและหาแนวจุดเริ่มต้นการปู ก่อนทำการติดตั้งให้ผู้รับจ้างเสนอ แบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) รูปแบบการปู ต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.2.1.4.2 ให้เทปูนทรายเต็มพื้นที่ส่วนที่จะปูแผ่นหินขัด การปูแผ่นหินขัดให้ปูบนผิวขณะที่ปูนทรายยังไม่แห้ง (แบบเปียก)

3.2.1.4.3 เมื่อปูเสร็จให้ทิ้งไว้ 1 วันก่อนทำความสะอาด แล้วจึงโป๊วด้วยซีเมนต์ขาวและทิ้งไว้ 2 วัน จึงเริ่มขัดหยาบ ส่วนใดที่ไม่เรียบร้อยให้โป๊วปูนทิ้งไว้อีก 1 วัน จึงจะเริ่มขัดรายละเอียดจนถึงขั้นตอนสุดท้าย ทิ้งให้แห้งประมาณ 3 วัน ก่อนลงขี้ผึ้งขัดมัน (ห้ามใช้น้ำมันพืช) และขัดเงาด้วยเครื่องแปรงปั่น

3.2.1.5 หินล้าง, ทรายล้าง, กรวดล้าง

3.2.1.5.1 ให้ปฏิบัติทำนองเดียวกับการทำหินขัด ในกรณีที่พื้นที่ใหญ่ๆ หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้ ต้องติดตั้งไม้แนวแบ่งพื้นที่ เพื่อให้การทำงานสะดวกยิ่งขึ้น โดยใช้ไม้แนวหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดกว้างประมาณ บน 1.5 ซม. ล่าง 1 ซม. และหนา 1 ซม. เพราะจะง่ายเวลางัดไม้แนวออกและป้องกันการแตกร้าวของพื้นและเพื่อจัดแบ่งพื้นที่ทำงานให้เหมาะกับเวลาและกำลังคน ผู้รับจ้างต้องทำงานให้แล้วเสร็จใน 4 ชั่วโมง ในแต่ละผืน นับจากเริ่มผสมวัสดุจนกระทั่งล้างผิวเสร็จ เพื่อไม่ให้น้ำปูนที่ผิวหน้าแข็งตัวจะล้างผิวได้ยาก (ปูนซีเมนต์เริ่มก่อตัวเมื่อเลย 4 ชั่วโมง)

3.2.1.5.2 กรณีแบบรูปกำหนดให้ผังเส้นทองเหลือง หรือ P.V.C ให้ทำแบบรูปรายละเอียดขณะก่อสร้าง (SHOP DRAWING) เสนอรูปแบบ การวางเส้นทองเหลือง หรือ PVC เสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการ

3.2.2 งานปูกระเบื้องยางแผ่น

3.2.2.1 การเตรียมผิวพื้น

ต้องทำความสะอาด ผิวพื้นคอนกรีตให้ปราศจากฝุ่นผง คราบน้ำมันและสกัดเศษปูนทรายที่เกาะแข็งอยู่ออกไปให้หมด ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ แล้วทาด้วยน้ำปูนข้นๆ ก่อนน้ำปูนแห้งให้เทปูนทรายรองพื้นอัตราส่วนปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายหยาบ 3 ส่วน ปรับให้ได้ระดับที่ระบุในแบบรูปและรายการละเอียด โดยลดระดับเอความหนาของกระเบื้องยาง แต่งผิวพื้นปูนทรายให้เรียบ แล้วขัดมันผิวให้เรียบร้อย โดยเฉพาะตามมุมพื้นและขอบต่างๆ ต้องไม่เป็นคลื่นเป็นแอ่งใดๆ ทั้งสิ้น ทิ้งให้พื้นแห้งสนิท ทำความสะอาดให้เรียบร้อยและได้รับการตรวจพิจารณาจากผู้ควบคุมงานแล้ว จึงจะทำการปูกระเบื้องยางได้

3.2.2.2 การดำเนินงาน

3.2.2.2.1 กาวที่ใช้ยึดกระเบื้องยาง ให้ใช้กาวประเภท Polyvinyl Acetate (กาวขาว)

3.2.2.2.2 การปูกระเบื้องยางต้องใช้ช่างที่มีฝีมือประณีต และมีประสบการณ์มาดำเนินการ แนวรอยต่อต่างๆ ต้องตรงกันตลอด พื้นที่ที่ทำการปูกระเบื้องยางเสร็จแล้วต้องบดทับด้วยลูกกลิ้งซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 50 กิโลกรัม บดทับทันทีหลังจากปูเสร็จใหม่ๆ

3.2.2.2.3 ถ้าจำเป็นต้องทำคามสะอาดทันทีหลังจากปูเสร็จใหม่ๆ ให้ใช้ผ้าชุบน้ำสบู่บิดให้แห้งเช็ด ส่วนรอยกาวเปื้อนให้ใช้ผ้าชุบน้ำมันก๊าดผสมน้ำเช็ดออกอย่างประณีต

3.2.2.2.4 ต้องปล่อยให้มีการระบายอากาศที่ดีและมีการป้องกันการพองตัวหรือหลุดร่อน หากเกิดการพองตัวหรือหลุดร่อน ผู้รับจ้างต้องรื้อทั้งหมดและทำการปูใหม่ให้เรียบร้อย ค่าใช้จ่ายและเวลาที่เพิ่มขึ้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบ

3.2.2.2.5 การทำความสะอาดและเคลือบผิว หลังจากปูแล้ว 7 วัน ต้องทำความสะอาดเช็ดด้วยผ้าชุบน้ำสบู่ และเคลือบผิวด้วยขี้ผึ้งขัดมันชนิดน้ำ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตกระเบื้องยางอย่างน้อย 2 เที่ยว

3.2.3 งานปูกระเบื้องยางชนิดม้วน

3.2.3.1 การเตรียมผิวพื้น, การดำเนินงาน และการทำความสะอาด, เคลือบผิว ให้ปฏิบัติทำนองเดียวกับการปูกระเบื้องยางชนิดแผ่น

3.2.3.2 กรณีแบบรูปและรายการละเอียดไม่ได้กำหนดรายละเอียดการปูต่อชน ผู้รับจ้างต้องปูต่อชนด้วยกรรมวิธีเชื่อมร้อนด้วยเส้นเชื่อม (WELDING ROD) ห้ามปูต่อชนเหมือนกระเบื้องยางแผ่นที่ไปเด็ดขาด

โดยเด็ดขาด

3.2.4 งานผิวปูนทรายขัดมัน, ขัดหยาบ

3.2.4.1 งานผิวปูนทรายขัดมัน ดำเนินการทำความสะอาดพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก แล้วเทปูนทรายรองพื้นอัตราส่วนปูนซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายหยาบร่อน 3 ส่วนให้ได้ระดับตามที่ระบุให้แบบรูปและรายการละเอียดแต่งผิวพื้นปูนทรายให้เรียบ โรยผงปูนซีเมนต์ให้ทั่วถึงแล้วขัดผิวมันให้เรียบร้อยโดยเฉพาะตามมุมพื้นและขอบต่างๆ พื้นผิวขัดมันเมื่อทำเสร็จแล้วต้องไม่เป็นคลื่นเป็นแอ่งหรือพองตัวใดๆ ทั้งสิ้น แล้วทำการบ่มเป็นเวลา 7 วัน

3.2.4.2 งานผิวปูนทรายขัดหยาบ เมื่อผู้รับจ้างเทคอนกรีตปรับแต่งผิวหน้าให้เรียบดีแล้ว ขณะที่คอนกรีตหมาดๆ อยู่ให้ขัดแต่งด้วยเกรียงไม้ให้เรียบร้อยไม่เป็นแอ่ง ไม่เป็นคลื่น แล้วจึงทำการบ่มผิวหน้าคอนกรีตตามที่กำหนด

3.2.5 งานปูกระเบื้องเคลือบ หรือกระเบื้องเซรามิค

3.2.5.1 การเตรียมผิวพื้น

ผิวพื้นคอนกรีตต้องทำความสะอาดให้ปราศจากฝุ่นผล คราบน้ำมันและสกัดเศษปูนทรายที่เกาะแข็งอยู่ออกให้หมดล้างทำความสาดด้วยน้ำ แล้วทาด้วยน้ำปูนข้นๆ

3.2.5.2 การดำเนินงาน

ก่อนน้ำปูนแห้งให้เทพื้นปูนทรายอัตราส่วนปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายหยาบ 3 ส่วน ปรับผิวให้มีความเอียงลาดไปยังจุดระบายน้ำแต่งผิวให้เรียบแล้วขูดให้เป็นรอยหยาบ ทิ้งไว้ให้แข็งตัวแล้วทำการปูกระเบื้องโดยใช้ปูนสำหรับปูกระเบื้อง หรือ กาวซีเมนต์เป็นตัวยึด กระเบื้องที่ใช้ต้องแช่น้ำให้อิ่มตัวเสียก่อนจัดวางแผ่นให้ปูได้พอดีตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน กดและเคาะแผ่นกระเบื้องให้สนิท โดยไม่ให้มีโพรงอากาศ จัดแต่งแนวให้ตรงกันทุกด้าน ขอบมุมต่างๆ ต้องลบมุมกระเบื้อง 45 องศา หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้วประกบกันได้แนบสนิทเรียบร้อย ทิ้งให้แห้งโดยไม่ให้ได้รับน้ำหนักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงยาแนวรอยต่อด้วยปูนซีเมนต์ขาวผสมสีกลมกลืนกับสีกระเบื้องจากนั้นทำความสะอาดให้ปราศจากคราบปูน หรือรอยสกปรกต่างๆ ทิ้งไว้ให้แห้งสนิท จึงลงขี้ผึ้งขัดให้ทั่วผิวอย่างน้อย 1 ครั้ง กรณีแบบรูปและรายการละเอียดกำหนดสียาแนวให้ผู้รับจ้างดำเนินการตามแบบรูปและรายการละเอียด

3.2.5.3 รายละเอียดวัสดุ

กำหนดให้ใช้กระเบื้องเกรด A สีตามระบุในแบบรูปและรายการละเอียด กรณีที่ไม่ได้ ระบุผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้ง

3.2.6 พื้นปูหินอ่อน, หินแกรนิต, ฯลฯ

ให้ดูรายละเอียดในแบบรูปลุรายการละเอียด ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่าง, แบบรูป ขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) รายละเอียดการปู, การเข้ามุม, การจัดวางรูปแบบการปูเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนดำเนินการ

3.3 งานผ้าเพดาน

ขอบเขต

ในงานนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดอุปกรณ์และวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวกับฝ้าเพดาน ยกเว้นส่วนที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

3.3.1 ข้อปฏิบัติทั่วไป

3.3.1.1 ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบแบบรูปและรายการละเอียดซึ่งเกี่ยวข้องกับงานฝ้าเพดาน เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และระบบอื่นๆ เพื่อเตรียมโครงสร้างในการยึดฝ้าและระบบที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมการประสานงานของระบบต่างๆ ให้เหมาะสม เรียบร้อยและแข็งแรง

3.3.1.2 ฝ้าเพดานภายในอาคารต้องทำช่องเปิดปิดได้อย่างน้อย 1 แห่ง มีขนาดช่องกว้างพอที่คนจะเข้าไปได้ ตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ หรือผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ขณะทำการก่อร้าง ยกเว้นฝ้าเพดานที่ถอดเข้าออกได้

3.3.1.3 ตำแหน่งฝ้าเพดานที่ต้องเปิดเพื่อการดูแลรักษางานระบบต่างๆ หากไม่มีช่องกว้างพอที่จะให้คนเข้าไปได้ ให้ยึดเพดานด้วยวัสดุ อุปกรณ์ ที่สามารถถอดฝ้าออกได้สะดวก และเรียบร้อยสวยงาม

3.3.1.4 ระดับฝ้าเพดานและช่องแสงอาจเปลี่ยนแปลงระดับความสูงต่ำ เพื่อให้เหมาะสมกับประโยชน์ต่อการใช้สอยและความเรียบร้อยมากที่สุด ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.3.1.5 ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมตัวอย่างโครงคร่าวและฝ้าเพดานตามที่ระบุในแบบรูปและรายการละเอียด รายการให้คณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบพิจารณาก่อนทำการติดตั้ง

3.3.2 โครงคร่าวฝ้าเพดาน

3.3.2.1 โครงคร่าวไม้ หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้กำหนด ให้ใช้ไม้เนื้อแข็งขนาด 1 1/2”x3” ตีเป็นตารางขนาดเกิน 0.60x0.60 เมตรยึดแขวนให้มั่นคงแข็งแรง ทาด้วยน้ำยากันปลวก

3.3.2.2 โครงคร่าวโลหะแบบ T-Bar ในส่วนที่ระบุให้ใช้คร่าวฝ้าเพดานแบบ T-Bar ขนาดของช่องฝ้าเพดานตามที่ระบุในแบบรูปและรายการละเอียด การเชื่อมต่อ การชนมุม การชนผนังต้องเรียบร้อยและให้แบ่งแนวให้เหมาะสวยงามตามลักษณะของห้อง ยึดโยงด้วยลวดและชุดสปริงปรับระดับตามชนิดและขนาดมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต ห่างกันทุกระยะไม่เกิน 1.20 เมตร ฝ้าเพดานที่อยู่ภายนอกต้องมี Clip Lock ป้องกันแผ่นเผยอ ฝ้าส่วนที่มีดวงโคมหรืองานระบบอื่นๆ โผล่ทะลุฝ้า ต้องจัดวางตำแหน่งของดวงโคมหรืองานระบบอื่นๆ ให้เข้ากับแนวของโครงคร่าว ในกรณีที่แบบไม่ระบุให้ใช้โครงเคร่าโลหะชุบสังกะสี หนาไม่ต่ำกว่า 0.35 ม.ม.หน้าโครงเคลือบด้วย EPOXY PRIMER และ POLYESTER สีขาวด้าน การจัดแนวโครงคร่าว T- Bar ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน และคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนทำการติดตั้งอาคารซึ่งมีพื้นที่ของฝ้าที่ใช้คร่าวฝ้าเพดานแบบ T-Bar ไม่น้อยกว่า 500 ตารางเมตร (หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร) ผู้รับจ้างต้องส่งแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) ของฝ้าเพดาน ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนทำการติดตั้ง

3.3.2.3 โครงคร่าวโลหะแบบตีฝ้าปิด ให้เลือกใช้โครงคร่าวชนิดนี้ตามที่ระบุในแบบรูปและรายการละเอียด และตามประเภทการใช้งาน หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้ใช้โครงคร่าวเหล็กชุบสังกะสีระบบ C-Line ความหนาไม่ต่ำกว่า เบอร์ 24 ยึดโครงคร่าวด้วยลวด และชุดสปริงปรับระดับ ตามชนิดและขนาดมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต หรือแขวนด้วยวัสดุโครงคร่าวห่างกันทุกระยะไม่เกิน 1.20 เมตร ส่วนที่มีดวงโคมหรืองานระบบอื่นๆ โผล่ทะลุฝ้าให้เว้นช่องตามขนาดที่เหมาะสม การยึดแขวนกล่องดวงโคมเป็นไปตามกรรมวิธี

ของระบบไฟฟ้า อุปกรณ์ทั้งหมดรวมทั้งการติดตั้ง ให้ปฏิบัติตามกรรมวิธีและขั้นตอนการติดตั้งของบริษัทผู้ผลิต โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.3.2.4 วัสดุฝ้า วัสดุฝ้าเพดาน

3.3.2.4.1 ฝ้ายิปซั่มบอร์ด ชนิดของยิปซั่มบอร์ดตามที่ระบุในแบบรูปและรายการละเอียด หากไม่ได้กำหนดไว้ให้ฝ้าภายนอกอาคารและภายในห้องน้ำให้ใช้ยิปซั่มบอร์ดชนิดกันความชื้น ฝ้าฉาบปิดรอยต่อให้ให้แผ่นยิปซั่มชนิดขอบลาด 4 ด้านปิดรอยต่อด้วยผ้าเทปและปูนยิปซั่ม ตามกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิตรอยต่อของแผ่นยิปซั่มต้องเรียบสนิทไม่เป็นคลื่นลอน ความหนาของแผ่นยิบซั่มตามที่ระบุในแบบ หากไม่ได้กำหนดให้ใช้ความหนา 9 มม.

3.3.2.4.2 ฝ้าแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ ความหนาตามที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด หากไม่ได้กำหนดให้ใช้ความหนา 6 มม.

3.3.2.4.3 แผ่นฝ้าดูดซับเสียง (Acoustic Board) ชนิดความหนาและการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุตัวอย่างของแผ่นฝ้าดูดซับเสียงและอุปกรณ์การยึดแผ่นรวมถึงโครงคร่าวมาให้คณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบพิจารณาและอนุมัติก่อนที่จะนำไปใช้งาน

3.3.2.4.4 แผ่นฝ้าอลูมิเนียม (Aluminium Ceiling) ชนิดของวัสดุแบบรูปขนาดและรายละเอียดอื่นๆ เป็นไปตามข้อกำหนดในแบบรูปและรายการละเอียด ในกรณีที่กำหนดให้เคลือบสี ของวัสดุต้องเคลือบจากโรงงานผู้ผลิต การติดตั้งให้ปฏิบัติตามกรรมวิธีและขั้นตอนการติดตั้งของบริษัทผู้ผลิต ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุตัวอย่างของแผ่นฝ้าอลูมิเนียม และอุปกรณ์การยึดแผ่นรวมถึงโครงคร่าว มาให้คณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบพิจารณาและอนุมัติก่อนที่จะนำไปใช้งาน

3.4 งานหลังคา

ขอบเขต

ในงานนี้กล่าวถึง ขั้นตอนการก่อสร้างหลังคา รางน้ำ และส่วนประกอบ ถ้าแบบรูปและรายการละเอียดไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ปฏิบัติตามกรรมวิธีในรายการนี้

3.4.1 การมุงหลังคา

3.4.1.1 กระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์แผ่นลอนชนิดต่างๆ ให้มุงซ้อนกันไม่ต่ำกว่า 0.20 ม. บนลอนจะต้องยึดด้วยตะปูเกลียวอาบสังกะสี หรือสลักเกลียวอาบสังกะสีมาตรฐาน (ยกเว้นแบบรูป และรายการละเอียดระบุไว้เป็นอย่างอื่น) ที่ผลิตขึ้นสำหรับมุงกระเบื้องชนิดนี้โดยเฉพาะ แผ่นละ 2 จุด ห้ามมุงด้วยขอยึดโดยเด็ดขาด ตะปูเกลียว หรือสลักเกลียวที่ยึดกระเบื้องต้องมีความยาวที่เหมาะสมไม่สั้นหรือยาวจนเกินไปการขันตะปูยึดกระเบื้องต้องไม่แน่นจนเกินไป เพื่อให้กระเบื้องขยับตัวได้เล็กน้อยเมื่อได้รับความร้อนจากแสงแดด

กระเบื้องที่มุงซ้อนกันต้องตัดด้วยมุมเลื่อยหรือเครื่องมืออย่างคม การมุงกระเบื้องในระดับแนวเดียวกันให้ลอนคว่ำของกระเบื้องด้านข้างครอบบนลอนหงายตามทิศทางที่ฝนสาด เพื่อป้องกันลมพัดเอาน้ำฝนย้อนเข้ามาตามแนวรอยต่อระหว่างกระเบื้องด้านข้าง ครอบสันกระเบื้องและตะเฆ่สันให้ใช้ครอบมาตรฐานที่เหมาะสมกับความลาดชันของหลังคานั้นๆ

การมุงกระเบื้องหลังคาลอนสุดท้ายของกระเบื้องแผ่นริมสุดด้านข้างต้องเป็นลอนคว่ำเพื่อป้องกันฝนสาดกระเบื้องชายคา และปลายกระเบื้องต้องยื่นจากริมนอกเชิงชายไม่น้อยกว่า 0.20 ม.

ในกรณีที่หลังคาชนกับกำแพงให้หล่อคานทับหลังคอนกรีตเสริมเหล็กยื่นคลุมกระเบื้องจนน้ำฝนไม่อาจไหลย้อนเกิดรั่วซึมได้ถ้าชนกับผนังไม้ให้ใช้แผ่นเหล็กอาบสังกะสี หนา 0.60 มิลลิเมตร (เบอร์ 24) สอดใต้ผนัง ยื่นปิดลอนกระเบื้องให้เรียบร้อย (ยกเว้นแบบรูปและรายการละเอียดระบุไว้เป็นอย่างอื่น)

3.4.1.2 กระเบื้องคอนกรีต

ให้ติดตั้งตามมาตรฐานและกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิต อุปกรณ์หลังคาต่างๆ เช่น อุปกรณ์ยึดแผ่นกระเบื้อง แผ่นปิดเชิงชาย ฯลฯ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับกระเบื้องมุงหลังคา โดยต้องจัดระยะระแนงที่แถวแรกบริเวณเชิงชาย, แถวอื่นๆ ในผืนหลังคาและแถวคู่บนสุดบริเวณสันหลังคา ให้ถูกต้องตามประเภทของกระเบื้องแต่ละชนิด

กระเบื้องส่วนที่จำเป็นต้องตัด ให้ตัดอย่างประณีต ไม่บิ่นหรือแตกหัก ครอบหลังคาประเภทต่างๆ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับกระเบื้องมุงหลังคา ห้ามใช้วิธีการปั้นปูนปิดทับสันหลังคา การติดตั้งครอบสันหรือตะเฆ่ ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

ในบริเวณที่เป็นจุดต่อในผืนหลังคา เช่น บริเวณปั้นลมชนตะเฆ่สันบริเวณสันหลังคาชนหัวตะเฆ่รางน้ำ บริเวณตะเฆ่สันชนปีกคสล. เป็นต้น ต้องป้องกันการรั่วซึมตามมาตรฐานและกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิต ห้ามใช้วิธีการยารอยต่อในบริเวณดังกล่าวด้วยปูนทรายเพียงอย่างเดียว

ให้แต่งสีบริเวณที่เป็นรอยตัดกระเบื้องตะเฆ่ราง ตามแนวปูนใต้ครอบหรือบริเวณที่ยาปูนทราย เป็นต้น โดยเลือกใช้สีเดียวกับกระเบื้องทาให้กลมกลืนกัน ในกรณีกระเบื้องหรือครอบหลังคาเปรอะเปื้อนให้ทำความสะอาดตามความเหมาะสม ห้ามใช้สีทาทับบนกระเบื้องหรือครอบหลังคาที่เลอะนั้นโดยเด็ดขาด

3.4.1.3 หลังคาเหล็กเคลือบรีดลอน

แผ่นหลังคาทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแกร่งสูง (Hi-Tensile Steel)

การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานและกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิต โดยแผ่นหลังคาต้องมีความยาวต่อเนื่องตลอดทั้งแผ่น ห้ามมุงโดยการต่อแผ่นอุปกรณ์ประกอบและการยึดแผ่นหลังคาจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับแผ่นหลังคา ระบบการติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบรูป และรายการละเอียด กรณีที่ไม่ได้กำหนดไว้ คณะกรรมการตรวจการจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้

ให้ผู้รับจ้างเสนอตัวอย่าง รายละเอียด วิธีการติดตั้ง พร้อมแบบรูปรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) ของผลิตภัณฑ์ที่ขอใช้ ต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนจึงจะนำไปติดตั้งได้

3.4.1.4 หลังคาชนิดอื่นๆ ให้ปฏิบัติตามแบบรูป และรายการละเอียดซึ่งระบุไว้เฉพาะงานนั้นๆ

3.4.2 รางน้ำ

ในกรณีต้องทำรางน้ำตามที่กำหนดในสัญญาจ้าง แต่ไม่มีรายการละเอียดให้ทำรางน้ำนั้น โดยมีขนาดใหญ่พอที่จะรับปริมาณน้ำฝนได้ตามขนาดของหลังคา วัสดุที่ใช้ทำ รางน้ำเป็นแผ่นเหล็กอาบสังกะสีขนาดไม่บางกว่า 0.60 มิลลิเมตร (เบอร์ 24) หรือเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainles Steel) ขนาดไม่บางกว่า 0.50 มิลลิเมตร

(เบอร์ 26) หรือแผ่นอลูมิเนียมขนาดไม่บางกว่า 0.025 นิ้ว การต่อระหว่างแผ่นให้ป้องกันการรั่วซึมตามหลักวิชาช่าง ความลาดของรางน้ำ ประมาณ 1 : 200 ลาดลงสู่ท่อระบายน้ำ เหล็กยึดรางน้ำต้องแข็งแรง ระยะห่างตามความเหมาะสม ถ้าเป็นรางน้ำชนิดติดลอย ตัวเหล็กยึดต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสีด้วย รางน้ำที่มีความยาวเกิน 18.00 ม. ขึ้นไป ให้จัดทำรอยต่อป้องกันการยืดหดของรางน้ำอันเนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงด้วย การจัดทำรอยต่อนี้ควรจัดทำบริเวณที่สูงสุดของรางน้ำ

กรณีที่ใช้รางน้ำสำเร็จรูป พีวีซี หรือวัสดุอื่นๆ ให้ปฏิบัติตามวิธีการของผู้ผลิต กรณีที่เป็นรางน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กให้ผสมน้ำยากันซึมและฉาบปูนขัดมันภายในให้เรียบร้อย (หรือระบุผิวตามแบบ)

3.4.3 ตะเฆ่ราง

วัสดุที่ใช้ทำตะเฆ่รางเป็นแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ขนาดไม่บางกว่า 0.50 มิลลิเมตร (เบอร์ 26) พับขึ้นตามรูปที่กำหนด หรือใช้ตะเฆ่ราง สำเร็จรูปผลิตภัณฑ์เดียวกับกระเบื้องมุงหลังคา พร้อมติดตั้งตามมาตรฐานและกรรมวิธีของผู้ผลิต

ลักษณะของตะเฆ่รางพับขึ้นรูปเองนั้น ต้องพับขึ้นรูปในลักษณะที่มีร่องรางน้ำเป็นรูปตัวยูหรือตัววี โดยขนาดของร่องรางและความกว้างของปีกรางที่สอดใต้แผ่นกระเบื้องต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะแข็งแรง

การติดตั้งตะเฆ่รางให้สอดใต้แผ่นกระเบื้อง การต่อระหว่างตะเฆ่รางให้วางท่อนบนทับท่อนล่างซ้อนทับกันไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร พร้อมยึดตะเฆ่รางที่บริเวณปลายขอบปีกรางทั้งสองข้างให้ติดกับโครงสร้างหลังคาด้วยตะปู/ตะปูเกลียว/หมุดย้ำหรือลวดเหล็กอาบสังกะสีเบอร์ 18 ห้ามตอก หรือเจาะรูบริเวณร่องตะเฆ่ราง หรือกระทำการอย่างหนึ่งอย่างใดอันเป็นเหตุให้ตะเฆ่รางเกิดการรั่วซึมโดยเด็ดขาด

3.4.4 ช่องระบายความร้อนและอากาศ

กรณีแบบรูปและรายการละเอียดกำหนดให้ทำช่องระบายความร้อนและอากาศใต้หลังคา ภายในต้องกรุด้วยลวดตาข่ายเหล็กอาบสังกะสีชนิดตาถี่หรือมุ้งลวดอลูมิเนียม (ยกเว้น ในแบบรูประบุไว้เป็นอย่างอื่น) เพื่อป้องกันนก, ค้างคาว ฯลฯ เข้าอาศัยอยู่ในช่องหลังคา

3.4.5 หลังคาส่วนที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก

ให้ผสมน้ำยากันซึมในคอนกรีตก่อน และผิวตอนบนหากไม่ได้ระบุไว้ ให้ทำผิวขัดมันที่มีความเอียงลาดประมาณ 1 : 200 ลงสู่ช่องระบายน้ำตามที่กำหนดไว้ โดยที่ผิวต้องไม่เป็นลูกคลื่น หรือเป็นแอ่งขังน้ำ เมื่อทำเสร็จแล้วให้ทดสอบด้วยการราดน้ำ และต้องไม่มีน้ำขังบนหลังคาโดยเด็ดขาด หากพบว่ามีน้ำขังให้แก้ไขทันที ท่อน้ำฝน ให้ทำตามแบบรูป กรณีไม่มีระบุในแบบรูปให้ติดตั้งท่อ พี.วี.ซี. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว พร้อมครอบฝาตะแกรงกรองเศษขยะ (Roof Drain) ต่อท่อลงถึงพื้นดิน จำนวนจุดตามความเหมาะสม ที่จะกำหนดให้ขณะก่อสร้าง

สำหรับหลังคาและรางน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก หากตรวจพบว่ามีรอยรั่วซึมให้ผู้รับจ้างทำระบบกันซึมให้ถูกต้องตามหลักวิชาช่าง

3.5 งานประตู หน้าต่าง และช่องแสง

ขอบเขต

ในงานนี้ จะกล่าวถึงประตู หน้าต่าง ช่องแสง รวมถึง วัสดุ อุปกรณ์ การติดตั้ง และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.5.1 ข้อกำหนดทั่วไป

หน้าต่างและช่องแสง

3.5.1.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบรูปและรายการละเอียด และวัดช่องที่จะติดตั้งประตู หน้าต่าง ๆและช่องแสงจากสถานที่ก่อสร้างจริง ก่อนลงมือปฏิบัติงาน พร้อมทั้งส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้งานให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาอนุมัติ

3.5.1.2 วงกบส่วนที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล็อก ต้องเทเอ็นคอนกรีตเสริมเหล็กระหว่างอิฐหรือคอนกรีตบล็อกกับวงกบทุกแห่ง

3.5.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Master Key อย่างน้อย 2 ดอกต่อชุดสำหรับอาคารที่มีจำนวนกุญแจลูกบิดและ/หรือก้านบิด และ/หรือฝังในบาน ตั้งแต่ 20 ชุดขึ้นไปต่อหลัง โดยไม่รวมกุญแจลูกบิดห้องน้ำ

3.5.2 ประตู หน้าต่าง และช่องแสงไม้

3.5.2.1 หากแบบรูปและรายการละเอียด ไม่ได้ระบุไว้ บานประตูโดยทั่วไปให้ใช้ประตูไม้อัดชนิดภายใน สำหรับบานที่เปิดสู่ภายนอกอาคารและห้องน้ำให้ใช้ประตูไม้อัดชนิดกันน้ำ

3.5.2.2 วงกบไม้ ต้องไส เซาะร่อง บังไบอย่างประณีต ตรงตามแบบรูปและรายการละเอียด หากไม่ได้กำหนดไว้ให้ใช้วงกบขนาด 2”x4” การประกอบวงกบต้องเข้าไม้โดยการเจาะเข้าเดือยและมุมอย่างประณีตและแน่นหนาทุกแห่ง ได้ดิ่งได้ฉาก หรือตามที่กำหนดไว้ ห้ามประกอบกันโดยวิธีตัดชนโดยเด็ดขาด

3.5.2.3 การติดตั้งวงกบไม้ทุกตัว ก่อนนำไปติดตั้งให้ทาสีรองพื้นกันเปื้อนรายละเอียดตามงานสีวงกบกับส่วนที่เป็นอิฐหรือคอนกรีตบล็อค ต้องเทเอ็นคอนกรีตเสริมเหล็กระหว่างอิฐหรือคอนกรีตบล็อกกับวงกบทุกแห่ง

3.5.3 ประตู หน้าต่างและช่องแสงอลูมิเนียม

คุณสมบัติของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมที่นำมาทำประตูหน้าต่างและอื่นๆ ต้องรีดด้วยเนื้ออลูมิเนียมที่มีคุณภาพเหมาะสมกับงานสถาปัตยกรรม ความหนาและส่วนประกอบต่างๆ ของอลูมิเนียมให้ยึดถือตามมาตรฐานของกองแบบแผน

3.5.4 ประตู หน้าต่างและช่องแสงเหล็กขึ้นรูป (รีดร้อน,รีดเย็น)

3.5.4.1 หน้าตัดให้เป็นไปตามการออกแบบของผู้ผลิตซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบสถาปัตย์

3.5.4.2 มุมวงกบต้องได้ฉากเป็นสันเรียบสม่ำเสมอการต่อวงกบนอนกับวงกบตั้งให้ตัดเข้ามุม 45 องศาหรือต่อชนเข้ามุม 90 องศา เชื่อมกันให้สนิทแข็งแรง ขัดแต่งรอยเชื่อมให้เรียบร้อย

3.5.4.3 วงกบเหล็กต้องทาหรือชุบสีกันสนิมมาจากโรงงาน

3.5.5 ประตูเหล็กกันไฟ

3.5.5.1 ผู้รับจ้างต้องเสนอรูปแบบและรายละเอียดต่อคณะกรรมการตรวจจ้างก่อนนำไปติดตั้ง

3.5.5.2 ตัวบานทำด้วยแผ่นเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม. พับขึ้นรูป ตัวบานเป็นเหล็กแผ่นเรียบ หรืออัดขึ้น รูป 2 ด้าน หนาไม่น้อยกว่า 40 มม.

3.5.5.3 รายละเอียดของตัวบานและวงกบให้เป็นไปตามรูปแบบขยายประตูกันไฟ และให้สอดคล้องกับมาตรฐานอุตสาหกรรม

3.5.5.4 วงกบต้องมีร่องยางสำหรับติดตั้งยางวิ่งโดยรอบวงกบหรือติดปุ่มยางกันกระแทกควบคุมการเปิด-ปิด

3.5.6 ประตู เหล็ก,สแตนเลสสตีล บานม้วน

3.5.6.1 ประตูเหล็กม้วนบานทึบ ให้ทำด้วยเหล็กกล้าชุบสังกะสี เคลือบสีน้ำมัน หรือสแตนเลสสตีล

3.5.6.2 หากประตูเหล็ก หรือสแตนเลสสตีล ม้วนบานทึบมีขนาดกว้างเกิน 4.00 เมตร ให้แบ่งโดยให้แต่ละบานกว้างไม่เกิน 4.00 เมตร โดยใช้เสาเหล็ก

3.5.7 ประตู PVC

ขั้นตอนในการติดตั้งวงกบและบานประตู PVC ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

3.5.8 อุปกรณ์ประกอบประตู, หน้าต่าง

การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบชนิดและขนาดให้ปฏิบัติตามแบบรูปและรายการละเอียดเฉพาะงาน การติดตั้งต้องเรียบร้อยมั่นคงแข็งแรง อุปกรณ์ชนิดที่ต้องยึดติดกับพื้นหรือผนังคอนกรีต ผนังอิฐ ผนังอิฐบล็อก ต้องเตรียมเจาะรูฝังพุกพลาสติกให้ตรงตามตำแหน่งที่ต้องการ กรณีที่เป็นงานไม้ การบากเจาะรูต้องไม่ทำให้กรอบบานวงกบ หรือวัสดุข้างเคียงเสียหาย ในกรณีที่ระบุให้ใช้ตะปูเกลียวในการยึดต่างๆ ให้ใช้วิธีขันยึด ห้ามใช้วิธีตอกยึด ให้ถือเอาคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง เป็นกรรมวิธีในการดำเนินงานเป็นสำคัญ

3.5.9 งานกระจก

3.5.9.1 งานลูกฟักกระจกโดยทั่วไป หากแบบรูปและรายการละเอียดไม่ได้กำหนดไว้ให้ใช้กระจกประเภท กระจกใส หนา 6 มม.

3.5.9.2 ประตูกระจกที่แบบรูปและรายการละเอียดระบุเป็นประตูกระจกทั้งบานไม่มีกรอบ (Frameless) ต้องเป็นกระจกประเภทเทมเปอร์ (Tempered Glass) หนาไม่ต่ำกว่า 10 มม. ขอบบานกระจกต้องลบขอบตลอดทั้งบาน และต้องเตรียมรูเจาะต่างๆ สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ประตูให้ถูกต้องเรียบร้อย

3.5.9.3 ในกรณีประตูเหล็กกันไฟระบุให้มีช่องกระจก ต้องเป็นกระจกชนิดเสริมลวด (Wire Glass) มีพื้นที่ไม่เกิน 100 ตร.นิ้ว โดยสามารถทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 ชั่วโมง ต้องมีใบรับรองการทนไปจากสถาบันที่เชื่อถือได้

3.6 งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์

ขอบเขต

ในงานนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดวัสดุการติดตั้ง การทดสอบและทำความสะอาดสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบ

3.6.1 ข้อปฏิบัติทั่วไป

3.6.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และแรงงานในการติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ให้เป็นตามระบุในแบบรูปและรายการละเอียด

3.6.1.2 ผู้รับจ้างต้องทำการประสานงานและเตรียมการร่วมกับงานอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะงานสุขาภิบาลก่อนทำการติดตั้งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์

3.6.2 วัสดุ

3.6.2.1 เครื่องสุขภัณฑ์ทั่วไปให้ใช้ชนิดเคลือบสีขาว (ยกเว้นที่ระบุไว้เป็นพิเศษในแบบรูป และรายการละเอียด) โดยผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างวัสดุหรือเอกสารรายละเอียดของวัสดุให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนติดตั้ง

3.6.3 การติดตั้ง

3.6.3.1 ผู้รับจ้างต้องเตรียมการเพื่อการเดินท่อน้ำทิ้ง ท่อน้ำใช้ และท่อสัวม สำหรับสุขภัณฑ์ที่จะเทคอนกรีต โดยขนาดและตำแหน่งของช่องท่อต้องสอดคล้องกับสุขภัณฑ์นั้นๆ

3.6.3.2 การติดตั้งต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต สุขภัณฑ์ที่ติดตั้งแล้วต้องยึดแน่นได้ขนาดและระยะที่ถูกต้อง เมื่อติดตั้งแล้วต้องระมัดระวังมิให้ชำรุดเสียหายหรือเป็นตำหนิก่อนส่งมอบงาน หากสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ติดตั้งแล้วเกิดชำรุดเสียหายใดๆ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนให้ใหม่หรือซ่อมแซมแก้ไขให้อยู่ในสภาพดี

3.6.3.3 เครื่องสุขภัณฑ์ที่มีอุปกรณ์ประกอบเป็นสายอ่อน เช่น สัวมชักโครก, อ่างล้างมือ ฝักบัวชำระต้องติดตั้ง Stop Valve

3.6.3.4 การยาแนวรอยต่อเครื่องสุขภัณฑ์ติดผนังทุกชนิดและอ่างล้างมือ, อ่างห้อง LAB ที่ฝังเคาน์เตอร์หรืออ่าง Stainless Steel ที่ฝังเคาน์เตอร์ ต้องยาแนวด้วยซิลิโคน ห้ามยาด้วยปูนซีเมนต์ขาว

3.6.3.5 อุปกรณ์ยึดส่วนที่เป็นเหล็ก เช่น ขา หรือบ่ารับอ่างล้างมือ ต้องทาสีกันสนิมและทาทับด้วยสีน้ำมัน

3.6.4 การทดสอบและการทำความสะอาด

เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ทั้งหมด ภายหลังจากการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการทดสอบการรั่วซึม และกำลังดันน้ำ เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อยจึงส่งมอบงานได้

3.7 งานราวบันได ราวระเบียง ราวกันตก ที่เป็นโลหะ

ขอบเขต

ในงานนี้จะกล่าวถึงรายละเอียด คุณสมบัติของวัสดุ การประกอบและติดตั้ง การเชื่อม และการป้องกันการผุกร่อน

3.7.1 คุณสมบัติของวัสดุ

3.7.1.1 วัสดุที่เป็นเหล็กทุกชนิดต้องมีคุณภาพดีไม่มีตำหนิและสนิม ขนาดและความหนาให้ตรงตามที่ระบุในแบบรูป และรายการละเอียด

3.7.1.2 วัสดุที่ชุบโครเมียมต้องได้มาตรฐานว่าด้วยการชุบโครเมียม ก่อนชุบต้องขัดแต่งวัสดุนั้นให้เรียบร้อย โลหะเนื้อโครเมียมต้องมีความหนาพอเพียง

3.7.1.3 วัสดุที่เป็นเหล็กหล่อทุกชนิด การหล่อต้องเรียบร้อยมีขนาดรูปร่างตามแบบรูปและรายการละเอียด ไม่มีตำหนิ บิด โก่ง เป็นรูพรุน หรือบิ่น

3.7.1.4 วัสดุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ต้องมีรูปร่างและขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด

3.7.2 การประกอบและติดตั้ง

3.7.2.1 ผู้รับจ้างต้องเตรียมเครื่องมือ เครื่องจักรในการทำงานให้เหมาะสมกับการใช้งาน และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.7.2.2 การตัดเฉือนโลหะด้วยวิธีใดๆ ต้องกระทำอย่างประณีต

3.7.2.3 ต้องเจาะรูโลหะด้วยสว่านไฟฟ้า ห้ามเจาะโดยการเป่าไฟ

3.7.3 การเชื่อม

3.7.3.1 วัสดุและเครื่องมือการเชื่อม ต้องใช้ให้ตรงกับวัสดุโลหะนั้นๆ

3.7.3.2 การเชื่อมโลหะทุกชนิดให้เป็นไปตามมาตรฐานว่าด้วยการเชื่อมโลหะในงานก่อสร้าง

3.7.3.3 ผิวหน้าของโลหะที่ทำการเชื่อมต้องสะอาดปราศจากสะเก็ดร่อน ตะกรัน สนิมไขมัน สี และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้

3.7.3.4 ในระหว่างการเชื่อมต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมให้ติดกันแน่น เพื่อให้การเชื่อมผิวแน่นสนิท

3.7.3.5 ชิ้นส่วนที่จะเชื่อมแบบแนบต้องวางให้ชิดกันให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

3.7.3.6 สำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) การเชื่อมต้องเชื่อมและขัดแต่งให้รอยเชื่อมกับตัวเหล็กกล้าไร้สนิมเป็นเนื้อเดียวกัน

3.7.3.7 การเชื่อมโลหะทุกชนิด เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วผิวหน้าของโลหะต้องเรียบปราศจาก รูพรุน ตะกรัน และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ

3.7.4 การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน

3.7.4.1 ในการป้องกันเหล็กมิให้เกิดการผุกร่อนของเหล็กรูปพรรณที่จะใช้งาน ผู้รับจ้างปฏิบัติได้ 2 วิธีคือ ทาด้วยสีกันสนิม 2 ชั้น หรือโดยวิธีการชุบเหล็กลงในสีกันสนิม 1 ครั้ง ก่อนจะชุบหรือทาสีบนผิวใดๆ ต้องขัดผิวให้สะอาด เพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด สำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับการกระทบกระเทือนจากการเชื่อมรวมทั้งรอยถลอกและส่วนที่มีสีหลุดร่อนต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่

3.8 งานป้องกันความร้อน

ขอบเขต

ในงานนี้ จะกล่าวถึงขั้นตอน รายละเอียด วิธีการติดตั้ง วัสดุป้องกันความร้อนจากหลังคา หากมีกำหนดไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด

3.8.1 วัสดุและการติดตั้ง

3.8.1.1 ฉนวนใยแก้ว (Glasswool) ผลิตจากใยแก้วที่ละเอียดผสมด้วยกาว ใช้ปูใต้หลังคาเหนือฝ้าเพดาน หากแบบรูปและรายการละเอียดไม่ได้ระบุรายละเอียด ให้ใช้ความหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว หรือ 50 มม. มีแผ่นฟิล์มสะท้อนแสงหุ้มโดยรอบ หากฟิล์มมีรอยฉีกขาดหรือมีรอยตัดแบ่งให้ซ่อมแซมด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์ ติดตั้งด้วยวิธีปูเหนือฝ้าเพดาน การติดตั้งด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การติดตั้งใต้หลังคา Concrete Slab หรือการติดตั้งกับแปหลังคา ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดในแบบรูปและรายการละเอียด หรือตามกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิต

3.8.1.2 ฉนวนโพลียูเรเธนโฟม (Polyurethane Foam) ใช้ฉีดพ่นใต้หลังคาต้องผสมสารกันไฟ มีคุณสมบัติไม่ลามไฟ ทนต่อสารเคมี กรดและด่าง เมื่อฉีดพ่นแล้วต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว หรือตามที่กำหนดในแบบรูปและรายการละเอียด ต้องมีใบรับประกันอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 5 ปี หลังจากส่งมอบงานงวดสุดท้าย

3.8.1.3 ฉนวนโพลีเอธีลีนโฟม (Poythelene Foam) มีแผ่นรีดขึ้นรูป สำหรับติดตั้งบนแผ่นฝ้าเพดานหรือติดใต้หลังคา แผ่นโลหะผสมสารกันไฟ ไม่ลามไฟ ยืดหยุ่นตัวได้ดีไม่ฉีกขาดง่ายทนต่อสารเคมี กรดและด่าง มีความหนาของฉนวนไม่น้อยกว่า 10 มม. หรือตามที่กำหนดในแบบรูปและรายการละเอียด

3.8.1.4 สีป้องกันความร้อนเซรามิกโคทติ้ง (Ceramic Coating) ใช้พ่นหรือทาหลังคาเพื่อป้องกันความร้อนไม่น้อยกว่า 2 ชั้น มีความหนาเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 0.3 มม. พื้นผิวของหลังคาก่อนทาต้องแห้งสะอาดไม่มีคราบไขมัน หรือผงฝุ่นเกาะ

3.8.1.5 แผ่นสะท้อนความร้อนอลูมิเนียมฟอยล์ ใช้ติดใต้หลังคาอาคาร ตำแหน่งที่ติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบรูปและรายการละเอียด การปูต้องให้แผ่นซ้อนทับเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร หากแผ่นซ้อนทับเหลื่อมกันไม่สนิทให้ปิดรอยต่อด้วยเทปอลูมิเนียมฟอยล์ การปูเหนือแป ให้มีช่องว่างระหว่าง

หลังคากับแผ่นสะท้อนความร้อนประมาณ 2-10 ซม. ในกรณีเมื่อปูแผ่นหย่อนมาก ต้องใช้ลวดตาข่ายหรือวัสดุที่เหมาะสมขึงรองรับให้แผ่นสะท้อนความร้อนมีความตึงตามกำหนด

3.9 งานสี ตามเอกสารเลขที่ ก 148/ก.ย./53

3.10 งานระบบกันซึม

ขอบเขต

ในงานนี้จะกล่าวถึงวัสดุที่ทำหน้าที่กันน้ำหรือของเหลวรั่วซึมเข้าไปในอาคาร ที่ผิวด้านนอกของอาคารทั้งแนวนอนและแนวตั้ง หากมีกำหนดไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด

3.10.1 ข้อปฏิบัติทั่วไป

3.10.1.1 ผู้รับจ้างต้องสั่งซื้อวัสดุกันซึมโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายของบริษัทผู้ผลิต โดยต้องมีใบรับรองจากบริษัทแจ้งปริมาณที่สั่งมาเพื่องานนี้จริง

3.10.1.2 ผู้ติดตั้งระบบกันซึมต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตหรือเป็นผู้ผลิตวัสดุ

3.10.1.3 ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบแบบรูปและรายการละเอียดของงานระบบกันซึมและเสนอวิธีการติดตั้งระบบกันซึมให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนทำการติดตั้ง

3.10.1.4 การติดตั้งไม่ว่าจะเป็นระบบกันซึมชนิดใดก็ตาม ต้องดำเนินการโดยช่างผู้ชำนาญการ เพื่อที่จะทำให้เป็นระบบกันซึมที่สมบูรณ์แบบและถูกต้องตามกรรมวิธีของบริษัทผู้ผลิต

3.10.2 การเตรียมผิววัสดุที่จะติดตั้งระบบกันซึม

3.10.2.1 งานผิวปูนฉาบใหม่ หรือคอนกรีตใหม่ ต้องบ่มตัวให้ได้ที่และแห้งสนิท

3.10.2.2 ผิวที่จะทำระบบกันซึมต้องสะอาดไม่มีขี้ปูน, ฝุ่น, คราบน้ำมัน และ/หรือสิ่งแปลกปลอม

3.10.2.3 ผิวพื้นคอนกรีตที่จะติดตั้งระบบกันซึมต้องเรียบ ได้ระดับไม่หยาบขรุขระโดยไม่ต้องขัดมัน และต้องเอียงลาดลงสู่จุดระบายน้ำ

3.10.3 การติดตั้งระบบกันซึม

3.10.3.1 ส่วนประกอบของวัสดุกันซึม ต้องมีคุณภาพสมบูรณ์พร้อมที่จะใช้งานได้ดี

3.10.3.2 ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ในการติดตั้งระบบกันซึม ตลอดจนระยะเวลาในการติดตั้งอย่างเคร่งครัด ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตและติดตั้ง เพื่อที่จะได้รับระบบกันซึมที่มีประสิทธิภาพสมบูรณ์

3.10.3.3 ให้ตรวจสอบขั้นตอนในการทำงานของระบบงานอื่นๆ และต้องประสานงานกับงานในระบบอื่น ที่เกี่ยวข้องกับงานระบบกันซึม เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบกันซึม

3.10.3.4 ให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการติดตั้ง ตลอดจนต้องจัดทำแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) ในส่วนที่เสี่ยงต่อการรั่วซึม เช่น การจบของแผ่นกันซึมกับผนังและรูระบายน้ำ,

ส่วนที่มีงานระบบอื่นที่กีดขวาง เช่น ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ เป็นต้น เสนอให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง พิจารณาก่อนทำการติดตั้งระบบกันซึม

3.10.3.5 วัสดุกันซึมที่ใช้กับหลังคา, ดาดฟ้า หรือถังเก็บน้ำ

หากแบบรูปและรายการละเอียดกำหนดให้มีวัสดุกันซึมที่ใช้กับหลังคาหรือดาดฟ้าที่ต้องการรองน้ำฝนไว้ใช้ หรือภายหลังในถังหรือบ่อเก็บน้ำ สระว่ายน้ำ หรืออ่างเลี้ยงปลา ต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากสารมีพิษเจือปน ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (Non-Toxic) โดยมีหนังสือรับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือสถาบันที่เชื่อถือได้

3.11 งานไม้

3.11.1 หลักเกณฑ์ทั่วไปสำหรับเนื้อไม้

3.11.1.1 ขนาด ไม้ที่เลื่อยและไสแล้วยอมให้เสียไม้เป็นคลองเลื่อยและไสกบเล็กกว่าขนาดที่ระบุได้ แต่เมื่อตกแต่งพร้อมที่จะประกอบเข้าเป็นส่วนของสิ่งก่อสร้างแล้ว จะต้องมีขนาดของการลดหย่อนตามตารางต่อไปนี้

ขนาดที่ระบุ	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	นิ้ว
ขนาดที่ตกแต่งแล้ว	9	14	19	25	30	40	54	67	90	มม.

ถ้าไม้ขนาดใหญ่กว่า 4 นิ้ว ให้ไสกบออกได้เพียง 1/2 นิ้ว เป็นอย่างมาก สำหรับไม้พื้นและฝาไม้ ขนาดความกว้างให้เล็กลงจากขนาดที่กำหนดให้ 1/2 นิ้ว เป็นอย่างมาก

3.11.1.2 ตาและรู ต้องมีขนาดไม่มากกว่าหรือไม่น้อยกว่าขนาดที่กำหนดข้างล่างนี้ โดยวิธีวัดขนาดตาหรือรูแห่งหนึ่ง ด้วยการลากเส้นขนานกับขอบไม้ 2 เส้น กระทบกับขอบตาหรือขอบรูตอนที่กว้างที่สุด ไม้ที่มีตาเป็นกลุ่มหรือติดต่อกันเป็นกระจุกให้คัดออก ไม้ที่มีเนื้อผุ เนื้ออ่อนอยู่ภายในขนาดของตาให้นับว่าใช้ได้

ในการพิเคราะห์เรื่อง ตา รู จะแบ่งเป็น ตา รู อยู่ในด้านแคบ (หน้าราบ) ของตง คาน กับตารู อยู่ในด้านกว้าง (หน้าที่ตั้งขึ้น) ส่วนตาที่อยู่คาบทั้ง 2 ด้าน เพราะอยู่ที่มุมท่อน ให้ถือเสมือนเป็นตาอยู่ในด้านแคบของตง คาน ที่มีตา รู อยู่ทั้งขอบบน ขอบล่าง และมีลักษณะเข้าประเภทต่างกันให้ถือประเภทที่อยู่สูงกว่าเป็นเกณฑ์

ขนาดของตาหรือรูที่โตที่สุด

ลักษณะ ตา รู	ไม้ที่ใช้ก่อสร้างอาคาร
ตา รู ทุกๆ แห่งภายในครึ่งท่อน ตอนกลางบนหน้าแคบของตงคาน วัดรวมกัน	ไม่ต่ำกว่า 1.5 ของหน้าแคบ
ตาใดตาหนึ่งภายใน 1/3 ท่อน ตอนกลางบนหน้าแคบของตง คาน	ไม่โตกว่า 3/4 เท่าของหน้าแคบ หรือ 6 ซม.
ตาใดตาหนึ่งภายใสน 1/3 ท่อน ตอนปลายบนหน้าแคบของตง คาน	ไม่โตกว่า 3/4 เท่าของหน้าแคบ หรือ 10 ซม.
ตาใดตาหนึ่งบนหน้ากว่าของตง คาน หรือบนหน้าใดๆ ของเสา	ไม่โตกว่า 3/4 เท่าของหน้ากว้าง หรือ 11 ซม. เมื่อตาอยู่กึ่งกลางหน้ากว้าง

3.11.1.3 รอยแตกร้าวที่หน้าตัดปลายท่อน สำหรับคาน ตง และเสา ยอมให้แตกลึกเข้าไปในท่อนได้ไม่เกิน 4/9 ของหน้าแคบ

3.11.1.4 เนื้อไม้แหว่งที่ขอบไม้ แหว่ง ได้กว้างไม่เกิน 1/5 เท่าของหน้าแคบ

3.11.1.5 น้ำหนัก ห้ามใช้ไม้ที่มีน้ำหนักเบากว่าปกติ เมื่อเทียบกับไม้ชนิดเดียวกันที่มีขนาดเท่ากับ ทำการก่อสร้าง

3.11.1.6 การแบ่งชั้น

3.11.1.6.1 ไม้ชั้นที่ 1 สามารถเห็นได้โดยง่ายกว่าเป็นไม้ที่คัดเลือกมาอย่างดีแล้ว ต้นต้องไม่คดโค้ง แตกร้าว มีตำหนิ บิด หรือเสื่อมความงาม สามารถแต่งให้เห็นความงามของเนื้อไม้ตามธรรมชาติ

3.11.1.6.2 ไม้ชั้นที่ 2 ต้องไม่ผุ ไม่มีตากลวงหรือตาผุ ไม่ติดกระพี้หรือแตกร้าวจนเสียกำลัง ตำหนิอื่นๆ ยอมให้มีได้บ้างแต่ต้องปะซ่อมให้เรียบร้อย เหมาะสมสำหรับการตกแต่งโดยวิธีทาสี

3.11.2 งานช่างไม้

3.11.2.1 การเข้าไม้ การเข้าไม้ต้องพอดีตรงตามที่กำหนดให้ การบากไม้ เข้าไม้ ต้องทำให้แนบสนิท เต็มหน้าส่วนที่ประกับและแข็งแรง

3.11.2.2 การต่อไม้ โดยทั่วไปไม่อนุญาตให้ต่อไม้ เว้นแต่มีความจำเป็น คณะกรรมการตรวจการจ้างจะเป็นผู้พิจารณาและกำหนดให้

3.11.2.3 การตกแต่งไม้และประกอบไม้

3.11.2.3.1 ไม้ส่วนที่ไม่ต้องไส คือ ส่วนที่มีสิ่งอื่นปกคลุมมองไม่เห็น หรือไม่มีผลต่อความเรียบตรงของสิ่งที่มาปิด เช่น โครงหลังคาส่วนที่อยู่ภายในฝ้าเพดาน กระทงฝ้าเพดาน ด้านบนและด้านข้างเป็นต้น หรือตามที่กำหนดไว้

3.11.2.3.2 ไม้ส่วนที่ต้องไส คือ ส่วนที่สามารถมองเห็นทั้งหมด และส่วนที่เกี่ยวข้องกับระดับของสิ่งที่มาปิดทับ เช่น ส่วนใต้ของกระทงฝ้าเพดาน เป็นต้น

3.11.2.3.3 การไสไม้ ต้องไสตกแต่งจนเรียบตรง ไม่เป็นลอนหรือลูกคลื่นและหากยังมีรอยคลองเลื่อยหลงเหลืออยู่ ต้องไสหรือแต่งใหม่จนเรียบ การไสต้องทำให้ได้ฉากมีมุมหรือรูปทรงและขนาดที่กำหนดไว้ ส่วนที่ไม่อาจไสให้เรียบได้ เช่น ตาไม้ ให้ใช้กระดาษทรายขัดตกแต่งจนเรียบ

3.11.2.3.4 ไม้พื้น ต้องได้รับการอบหรือผึ่งให้เนื้อไม้แห้งสนิท และเก็บไว้ให้พ้นจากแดด ฝน ความชื้น ต้องไสให้ขนาดกว้างเท่ากันหมดโดยประมาณ เว้นแต่แบบรูปและรายการละเอียดจะได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ถ้าไม้พื้นต้องเข้าลิ้น รองลิ้นพอดีรับลิ้นและลึกกว่าความกว้างของลิ้น 3 มิลลิเมตร เมื่อตีพื้นเข้าที่ต้องวางเรียบเป็นแผ่นๆ อัดและปรับให้แนวรอยต่อระหว่างแผ่นแน่นสนิทดี

3.11.2.3.5 ไม้ฝา ไม้ฝาเข้าลิ้น ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับไม้พื้น

3.11.2.3.6 ไม้เพดาน ซึ่งตีซ้อนกันต้องเหลื่อมกันข้างละไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร

3.11.2.4 การยึดด้วย ตะปู ตะปูควง

3.11.2.4.1 ชนิดและขนาด

(ก) ตะปู ต้องยาวอย่างน้อย 2.5 เท่าของความหนาของไม้ที่ถูกยึด

(ข) ตะปูคง ต้องโตกว่าเบอร์ 8 และยาวอย่างน้อย 2 เท่าของความหนาของไม้ที่ถูกยึด

3.11.2.4.2 การเจาะรูสำหรับ ตะปู ตะปูควง หากจำเป็นต้องเจาะนำ เพื่อมิให้ไม้แตก

(ก) ตะปู เจาะรูนำได้ไม่เกิน 0.8 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของตะปู

(ข) ตะปูควง เจาะรูนำได้ไม่เกิน 0.9 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของตะปูควง

3.11.2.4.3 การตีตะปู

3.11.2.4.3.1 ไม้กระดานไม่เข้าลิ้น

- สำหรับไม้กว้างไม่เกิน 7 นิ้วฟุต ยึดด้วยตะปู 2 ตัวทุกๆ ช่วงตง
- สำหรับไม้กว้างเกินกว่า 7 นิ้วฟุต ยึดด้วยตะปู 3 ตัวทุกๆ ช่วงตง โดยเพิ่มที่กลางแผ่นอีก 1 ตัว

3.11.2.4.3.2 ไม้กระดานเข้าลิ้น

- สำหรับไม้กว้างไม่เกิน 8 นิ้วฟุต ยึดด้วยตะปูกลางแผ่นตัวเดียวทุกๆ ช่วงตง
- สำหรับไม้กว้างเกิน 8 นิ้วฟุต ยึดด้วยตะปู 2 ตัวทุกๆ ช่วงตง

3.11.2.4.3.3 ระยะห่างในการตอกตะปู นับเป็นจำนวนเท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตะปู ตะปูควง ดังนี้

ระยะ	เมื่อไม่เจาะนำ	เมื่อเจาะนำ
ระหว่างปลายไม้กับศูนย์ตะปู	20 เท่า	10 เท่า
ระหว่างขอบไม้กับศูนย์ตะปู	5 เท่า	5 เท่า
ระหว่างแถวตะปูวัดตามหน้ากว้าง	10 เท่า	3 เท่า
ระหว่างตะปูภายในแถววัดตามยาวของท่อนไม้	20 เท่า	10 เท่า

หมายเหตุ ระยะระหว่างขอบไม้กับศูนย์ตะปู ต้องไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร

3.11.2.4.4 การขันตะปูควง ให้ปฏิบัติตามข้อ 3.11.2.1 ทุกประการ แต่ห้ามใช้การตอกโดยเด็ดขาด ให้หมุนเข้าโดยไขควงขนาดที่เหมาะสมกับหัวตะปูควง

3.11.2.5 การยึดด้วยน๊อตหรือสลักเกลียว

3.11.2.5.1 ชนิดและขนาด เป็นเหล็กและต้องมีความยาวที่เหมาะสม

3.11.2.5.2 การเจาะรูต้องเจาะรูให้พอดีตอกน๊อตหรือสลักเกลียวเข้าได้โดยง่าย และไม่โตกว่าขนาดน๊อตร้อยละ 6

3.11.2.5.3 แหวนรองน๊อตหรือสลักเกลียวทุกตัว จะต้องมีแหวนมาตรฐานหรือตามที่กำหนดรองอยู่ ใต้แป้นเกลียวทุกๆ ตัว

3.11.2.5.4 ระยะห่างของรูน๊อตหรือสลักเกลียว

ระยะ	จำนวนเท่าอย่างน้อย สลักเกลียว
ระหว่างปลายท่อนกับสลักเกลียว	
(ก) เมื่อได้รับแรงดึง เช่น ชื่อ แกงแนง ดั้ง	7
(ข) เมื่อได้รับแรงอัด เช่น จันทัน ค้ำยัน	4
ระหว่างแถวสลักเกลียว เมื่อแรงทำการตามยาวของท่อนไม้ เช่น ตัวไม่ในโครงหลังคา	(ระยะตามแนวยาว) 4
ระหว่างขอบไม้ที่ต้องแรงดันจากสลักเกลียวกับศูนย์สลักเกลียว	(ระยะตามแนวกว้าง) 1.5
ระหว่างศูนย์แถวสลักเกลียวเมื่อวัดตามด้านกว้างของไม้	4 4 สำหรับขนาดสลักเกลียวที่มีขนาดเพียง 1/4 ของความหนาของไม้

3.11.3 ข้อยกเว้นพิเศษ เพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ และบรรเทาความเสียหายของป่า (ตามมติของคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 3 กันยายน 2517) อนุญาตให้นำไม้ค้ำยันชั่วคราวต่างๆ ที่รื้อถอนมาใช้ในการก่อสร้างเป็นส่วนของอาคารได้ เช่น ทำคร่าวฝ้า เพดาน เป็นต้น ทั้งนี้ไม้เหล่านี้ต้องเป็นไม้รูปพรรณ มีชนิดของเนื้อไม้ ขนาด และคุณสมบัติอื่นๆ ตรงกับที่กำหนดให้ใช้

หมายเหตุ กำหนดการเลือกใช้ไม้

1. พื้นไม้

คำว่า พื้นไม้เข้าลิ้น ให้ใช้ตามขนาดต่อไปนี้ได้คือ 1”x6”, 1”x4” หรือ 1”x3” และถ้าใช้ชนิดรางลิ้นรอบตัวขนาดต้องไม่เล็กกว่า 1”x3” แทนได้ด้วย

ในกรณีที่แบบรูปกำหนดให้ใช้พื้นไม้ตีชน ผู้รับจ้างสามารถใช้พื้นไม้เข้าลิ้นหรือพื้นไม้ชนิดรางลิ้นแทนกันได้

2. ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้าง ไม่สามารถตัดสินชี้ขาดได้ว่าไม้ที่นำมาใช้งานนั้นเป็นไม้ชนิดใดชื่อใด ตรงกับที่ระบุตามแบบรูปและรายการละเอียดหรือสัญญาหรือไม่ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องนำส่งตัวอย่างไม้ให้กรมป่าไม้ตรวจสอบคุณสมบัติ แล้วส่งผลพร้อมตัวอย่างไม้ประทับตรารับรองไว้บนเนื้อไม้ เป็นไม้ชนิดใดชื่อใด (ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ) ให้คณะกรรมการฯ พิจารณา ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างทั้งหมด

3. ไม้ชนิดซึ่งกรมป่าไม้ไม่ได้ตรวจสอบคุณสมบัติและคณะกรรมการตรวจการจ้างได้พิจารณาเห็นว่ามีคุณสมบัติเทียบเท่าไม้ที่ระบุไว้ในบัญชีรายชื่อไม้ใด ให้ใช้ก่อสร้างสำหรับงานตามบัญชีรายชื่อไม้นั้นได้

4. ไม้พื้นที่มีความกว้างต่างไปจากแบบรูป เช่น 3”, 4”, 6” เป็นต้น ถือว่าใช้แทนกันได้และให้ถือปฏิบัติตามที่กล่าวข้างต้นเช่นกันในกรณีที่เป็นไม้พื้นรางลิ้นรอบ

4

หมวดงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม





4. หมวดงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

4.1 รายการทั่วไป

4.1.1 วัตถุประสงค์

ผู้รับจ้างทำการก่อสร้าง จัดหา ติดตั้ง ทดสอบเครื่องจักรกล วัสดุ อุปกรณ์ ด้านสุขาภิบาลตามรูปแบบ และรายการ รวมถึงงานที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจไม่แสดงไว้ แต่จำเป็นต้องทำเพื่อให้งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงสามารถใช้การได้ดี ตามหลักวิชาการและมาตรฐานต่างๆ

โดยรายการและข้อกำหนด ในเอกสารนี้ จะใช้เมื่อในแบบรูปและรายการไม่มีข้อกำหนดเป็นอย่างอื่น

4.1.2 ขอบเขตของงาน

4.1.2.1 ระบบประปา

4.1.2.2 ระบบระบายน้ำฝนและระบบระบายน้ำทิ้ง

4.1.2.3 ระบบป้องกันอัคคีภัย

4.1.2.4 ระบบบำบัดน้ำเสีย

4.1.2.5 ระบบสุขาภิบาลห้องปฏิบัติการ

4.1.2.6 ระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับงานสุขาภิบาล

4.1.2.7 การทดสอบและการฝึกอบรม

4.1.3 มาตรฐาน พระราชบัญญัติ พระราชกฤษฎีกา กฎกระทรวง ประกาศ เทศบัญญัติ ข้อบัญญัติ ระเบียบ คำสั่ง ข้อกำหนด คำแนะนำ หลักเกณฑ์ หนังสือ กฎหมาย ที่เกี่ยวข้องหรือบังคับใช้

ให้ยึดถือและปฏิบัติตาม โดยให้ใช้ฉบับล่าสุดเป็นหลัก มีดังนี้

4.1.3.1 มาตรฐานการเดินท่อภายในอาคาร ของวิศวกรรมถานแห่งประเทศไทย

4.1.3.2 มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย ของวิศวกรรมถานแห่งประเทศไทย

4.1.3.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

4.1.3.4 การประปานครหลวง (กปน.)

4.1.3.5 การประปาภูมิภาค (กปภ.)

4.1.3.6 American National Plumbing Code

4.1.3.7 The American Society of Plumbing Engineering (ASPE)

4.1.3.8 Factory Mutual Engineering Corp. (FM)

4.1.3.9 National Fire Protection Association (NFPA)

4.1.3.10 Underwriter Laboratories Inc. (UL)

4.1.3.11 American National Standard Institute (ANSI)

4.1.3.12 British Standard (BS)

4.1.3.13 Japanese Standard (JIS)

4.1.3.14 Deutsche Industry Norms (DIN)

4.1.3.15 สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (สวล.)

4.1.3.16 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

4.1.3.17 กระทรวงต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.1.3.18 พระราชบัญญัติการมาตรฐานแห่งชาติ

4.1.3.19 National Electrical Code (NEC)

4.1.3.20 National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

4.1.3.21 American Society of Testing Materials (ASTM)

4.1.3.22 Water Environment Federation (WEF)

4.1.4 มาตรฐานการติดตั้ง

4.1.4.1 ข้อต่อ และ การต่อท่อ

ข้อต่อระหว่างท่อต่าง ๆ และข้อต่อระหว่าง งานท่อกับอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ จะต้องต่อโดยไม่ให้มีลมรั่ว หรือน้ำรั่วได้ ก่อนที่จะใช้งานให้มีการเผื่อสำหรับการยืดหยุ่นระหว่างท่อต่าง ๆ และระหว่างงานท่อ และเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ การต่อท่อทุกชนิดที่ต่อเข้าด้วยกันรอยต่อจะต้องมีความแน่นหนาแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักหรือแรงดันของน้ำ หรือแก๊สภายในท่อได้โดยปลอดภัยและไม่รั่วไหล ลักษณะการต่อท่อแบบต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

4.1.4.1.1 การต่อท่อ พี.วี.ซี. ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นข้อต่อท่อ พี.วี.ซี. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 100 มม. จะต้องเป็นแบบใช้น้ำยาซีเมนต์ ในการเชื่อมเข้ากับท่อรับความดัน โดยข้อต่อต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงเท่ากับท่อ ส่วนข้อต่อท่อ พี.วี.ซี. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไป จะต้องเป็นแบบ Socket Type มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1131 “ข้อต่อท่อ พี.วี.ซี. แข็ง สำหรับใช้กับท่อรับความดัน” พร้อมทั้งมีแหวนยางกันซึมแบบวงแหวน คุณสมบัติของแหวนยางกันซึมจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.237 “แหวนยาง สำหรับท่อนี้ชนิดทนความดัน” ให้ดำเนินตามมาตรฐานผู้ผลิตและตามที่ระบุในแบบ

- ขนาดเล็กกว่า Dia.6” จะต้องใช้ข้อต่อแบบ Socket แล้วต่อท่อกับข้อต่อด้วย Solvent Cement ทั้งข้อต่อและน้ำยาประสานต้องได้มาตรฐาน

- ขนาด Dia.6” และใหญ่กว่าใช้ข้อต่อแบบ Slip-On พร้อมแหวนยางมาตรฐาน ASTM และ ม.อ.ก.

4.1.4.1.2 การต่อท่อพีบี (Polybutylene) ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ข้อต่อท่อพีบี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 50 มม. ลงมา จะต้องเป็นแบบสวมล็อค (Grab lock) ซึ่งไม่ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของระบบเส้นท่อลดลง ส่วนข้อต่อพีบี ขนาด 65 มม.-150 มม. จะต้องเป็นแบบเชื่อมสอด (Socket Fusion) หรือให้ดำเนินการตามมาตรฐานผู้ผลิตและตามที่ระบุในแบบ

4.1.4.1.3 การต่อท่อพีอี (Polyethylene) ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ข้อต่อท่อพีอี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไปต้องต่อเป็นแบบหน้าจานชนกัน (E-BOLD) หรือให้ดำเนินการตามมาตรฐานผู้ผลิตและตามที่ระบุในแบบ

4.1.4.1.4 การต่อโดยใช้ปากแตรยาด้วยปูนซีเมนต์ ท่อจะต้องสอดลึกเข้าไปถึงก้นปากแตร และจะต้องอัดซีเมนต์โดยรอบ และตลอดความยาวของท่อที่เหลื่อมกั้นแล้วพอกด้วยซีเมนต์ผสมทรายละเอียดอัตรา 1 : 2 ผสมน้ำพอประมาณปิดความหนาของรอยต่อและท่อ และปาดผิวหน้าเป็นมุม 45^0 เสมอขอบนอกของท่อโดยรอบ

4.1.4.1.5 การต่อแบบใช้เกลียว เกลียวของท่อ (เกลียวนอก) และเกลียวของข้อต่อ (เกลียวใน) จะต้องได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.26-2516 (ก/ล 20) หรือมาตรฐาน ASTM, BS หรือ JIS แล้วแต่กรณี ต้องหมุนเกลียวเข้าไปในข้อต่ออย่างน้อย 5 เกลียว หากประสงค์จะใช้วัสดุเชื่อมหรือน้ำยาประสานให้ทาวัสดุตัวเชื่อม หรือน้ำยาประสานได้เฉพาะเกลียวนอกเท่านั้น

4.1.4.1.6 การต่อแบบอัดแน่น โดยใช้แหวนยางหรือแหวนวัตถุอื่นที่คุณภาพคล้ายคลึงกันท่อสวมหรือท่อปลอกจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางขอบนอกของแหวน

4.1.4.1.7 ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe : GSP)

- ขนาดเล็กกว่า Dia. 4” จะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อ แบบเกลียว ซึ่งมีเกลียวได้ตามมาตรฐานของ BS.21 : 1973

- ขนาด Dia. 4” และใหญ่กว่า จะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อ แบบหน้าแปลนตาม BS 10 และ BS 4504 : 1967 ยกเว้น แต่จะระบุ เป็นอย่างอื่น

4.1.4.1.8 ท่อเหล็กหล่อ (Cast Iron Pipe : CI)

- ท่อเหล็กหล่อที่ใช้กับท่อ Soil, Waste และ Vent ให้ต่อท่อโดย clamp stainless สำหรับ รัดท่อ

4.1.4.1.9 การต่อท่อแบบเกลียว

จะต้องต่อด้วยสารประกอบที่ได้รับอนุมัติหรือใช้เทปพันเกลียวที่มีคุณภาพ โดยที่จะต้องทาลงบนเกลียวท่อไม่ใช่ทาที่อุปกรณ์ ห้ามใช้เชือกปอในการต่อท่อแบบเกลียว เกลียวของท่อต้องเกลาให้เรียบไม่มีรอยขลุยเหล็ก และได้ขนาดความยาวเกลียวที่แน่นอนเมื่อทำการต๊าฟและตัดเกลียว และจะต้องขันเกลียวท่อให้แน่นเข้ากับอุปกรณ์ต่อ โดยที่จะไม่ทำให้หน้าตัดของท่อลดน้อยลงไป

4.1.4.1.10 การต่อท่อแบบหน้าจาน

จะต้องต่อโดยใช้ปะเก็นยางแบบเต็มหน้าที่ได้รับอนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน

4.1.4.2 การวางปลอกท่อ การสกัด การตกแต่ง

4.1.4.2.1 ในกรณีที่แบบรูป และรายการละเอียดระบุไว้หรือมีความจำเป็นต้องเดินท่อผ่านคาน เสาหรือพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ก่อนการเดินท่อผ่านโครงสร้างดังกล่าว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรโยธา กองแบบแผนและก่อนเทคอนกรีตทุกครั้งจะต้องแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าเพื่อตรวจสอบให้ถูกต้องเสียก่อน

4.1.4.2.2 ห้ามผู้รับจ้างสกัดหรือตกแต่งโครงสร้างอาคารเพื่อการติดตั้งวางท่อ เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือวิศวกรกองแบบแผนปลอกรองท่อ (SEEVE) ต้องมี

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของปลอกรองท่อโตกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อที่จะลอดผ่านประมาณไม่น้อยกว่า 1 ซม.

4.1.4.2.3 ปลอกท่อที่มีขนาดเกิน 6" ให้ใช้เหล็กเหนียวที่มีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาของท่อที่จะฝัง ฝังได้โดยต้องดำเนินการเสริมเหล็กคานตามที่คณะกรรมการกำหนดให้ โดยห้ามมิให้ใช้ท่อ พี.วี.ซี. ฝังในโครงสร้างเด็ดขาด

4.1.4.2.4 การฝังท่อลอดคาน ที่มีความจำเป็นต้องฝังจำนวนมากกว่า 3 ท่อนต่อ 1 ช่วงคาน ผู้รับจ้างจะต้องขอความเห็นชอบจากวิศวกรโยธาหรือแสดงรายการคำนวณโครงสร้างตามส่วนนั้นให้คณะกรรมการพิจารณาก่อนการดำเนินการ

4.1.4.3 เครื่องยึดเหนี่ยว และเครื่องรองรับ

ข้อกำหนดทั่วไป

ท่อที่เดินภายในอาคารและไม่ได้ฝัง จะต้องแขวนโยงหรือยึดติดไว้กับโครงสร้างของอาคารอย่างมั่นคงแข็งแรง อย่าให้โยกคลอนแกว่งไกวได้ การแขวนโยงท่อที่เดินตามทางราบให้ใช้เหล็กรัดท่อตามขนาดของท่อ รัดไว้แล้วแขวนยึดติดกับโครงอาคารอย่างแข็งแรง หากมีท่อหลายท่อเดินตามแนวราบขนานกันเป็นแพ จะใช้สาแหรกแขวนรับไว้ทั้งชุดแทนใช้เหล็กรัดท่อแขวนแต่ละท่อก็ได้ห้ามแขวนท่อด้วยโซ่ ลวด เชือก หรือสิ่งอื่นใด ที่มีลักษณะไม่มั่นคงแข็งแรง

4.1.4.3.1 ขนาดเหล็กที่แขวนรองรับ หากมิได้กำหนดรายละเอียดไว้ในแบบแปลนให้ทำตามแบบขยายในภาคผนวก

4.1.4.3.2 ท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งหรือแนวตั้ง จะต้องยึดหรือรัดท่อให้แน่นและแข็งแรง และสามารถรักษาแนวแกนของท่อไว้ได้โดยตลอด และจะต้องมีฐานที่แข็งแรงรองรับท่อที่พื้นข้างล่างด้วย โดยมีข้อกำหนดตามประเภทของท่อดังนี้

- ท่อเหล็กหล่อ จะต้องมีที่ยึดหรือแขวนทุกๆ ชั้นของอาคาร หรือไม่น้อยกว่าทุกช่วงของความยาวท่อแต่ละท่อนและตรงฐานล่าง

- ท่อเหล็กอาบสังกะสี หรือท่อเหล็กเหนียว ที่มีขนาดตั้งแต่ 3" ขึ้นไป ต่อกันด้วยเกลียว ทุกๆ ระยะครึ่งหนึ่งของความยาวแต่ละท่อน

- ท่อเหล็กอาบสังกะสีหรือท่อเหล็กเหนียวที่มีขนาดตั้งแต่ 2 1/2" ลงมา ต่อกันด้วยเกลียว จะต้องมีที่ยึดหรือแขวนทุกๆ ระยะไม่เกินกว่า 1.20 เมตร

- ท่อซีเมนต์-ใยหินตาม มอก. 81-2529, ข้อต่อตามมอก. 126-2518 และแหวนยางตาม มอก. 237-2520 ซึ่งต่อกันด้วยปากแตร และยาด้วยซีเมนต์ปลาสเตอร์ หรือด้วยวัสดุอื่น หรือด้วยปลอกอัดด้วยแหวนยาง ทุกๆ ระยะความยาวท่อแต่ละท่อนจะต้องมีที่ยึดหรือแขวนอย่างน้อย 1 แห่ง และที่ตรงรอยต่อ

- ท่อพีบี (Polybutylene : PB) ท่อเอชดีพีอี (High Density Polyethylene : H.D.P.E) และท่อพีวีซี (Polyvinylchloride : P.V.C.) ทุกระยะ 1 เมตร และทุกๆ รอยต่อ)

4.1.4.3.3 ท่อที่ติดตั้งในแนวราบ จะต้องมีที่ยึดหรือรัดท่อหรือแขวนท่อในระยะที่สามารถยึดหรือรัดท่อให้อยู่ในแนวหรือระดับที่ต้องการได้โดยตลอด โดยมีข้อกำหนดตามประเภทของท่อดังนี้

- ท่อเหล็กหล่อที่หล่อกันด้วยปากแตร หรือปลอกเหล็กอัดด้วยแหวานยาง จะต้องมีที่ยึดหรือแขวนทุกๆ ระยะข้อต่อ และทุกๆ ระยะกึ่งกลางความยาวของท่อ

- ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อเหล็กเหนียว หรือท่อโลหะอื่นๆ ซึ่งต่อกันด้วยเกลียว ขนาด 1 1/2" ขึ้นไปทุกระยะ 2.00 เมตร

- ท่อซีเมนต์-ใยหินหรือท่อดินเผา ซึ่งต่อกันด้วยปากแตรยาด้วยซีเมนต์ปลาสเตอร์ หรืออัดด้วยแหวนยางหรือต่อกันด้วยปลอกอัดด้วยแหวนยางทุกๆ ระยะความยาวท่อแต่ละท่อน จะต้องมีที่ยึดหรือแขวนอย่างน้อยหนึ่งแห่ง

- ท่อพีบี (Polybutylene : PB) ท่อเอชดีพีอี (High Density Polyethylene : H.D.P.E) และท่อ พี วี ซี (Polyvinylchloride : P.V.C.) สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 1/2” ขึ้นไปทุกระยะ 2 เมตร และทุกๆ รอยต่อ

- ท่อตะกั่ว หรือท่ออ่อนชนิดอื่นใด จะต้องมีที่รองรับที่แข็งแรงมั่นคงตลอดแนว และความยาวของท่อ

4.1.4.3.4 ท่อทุกชนิดที่วางอยู่ในดินหรือติดพื้นดิน กรณีที่ต้องมีการยึดแขวนท่อกับพื้นหรือโครงสร้าง ถ้ายึดแขนด้วยโลหะจะต้องหล่อหุ้มด้วยคอนกรีตอีกชั้นโดยรอบอุปกรณ์ยึดแขวนนั้น การหุ้มให้หุ้มโดยรอบไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร

4.1.4.3.5 อุปกรณ์แขวนท่อที่เป็นโลหะทุกชนิดจะต้องชุบด้วยสังกะสี (Hot Dipped galvanized) หรือทาด้วยสีชนิด Epoxy Resin ชนิด Heavy Duty โดยขั้นตอนการทาดังนี้

- ขัดทำความสะอาดจนปราศจากสนิมและคราบน้ำมัน
- ทาด้วยสีรองพื้นชนิด Lead Oxide หรือ Red Lead
- ทาด้วยสี Epoxy Resin ชนิด Heavy Duty
- การยึดแขวนท่อกับคานหรือพื้นให้ใช้วิธีฝัง Insert ในคอนกรีต หรือใช้ Expansion Bolt ยกเว้นกรณีที่เป็นแผ่นพื้นสำเร็จ จะต้องทำตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต และต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของทางราชการ

4.1.4.4 การทาสีของท่อ

4.1.4.4.1 ในช่องเดินท่อ ที่มีช่องเปิดของช่องเดินท่อ ให้ทาสีท่อทุกประเภทตามสีที่กำหนดให้ทั้งหมด ตลอดความสูงของช่องเปิด พร้อมทั้งอักษรย่อชนิดท่อและทิศทางการไหลเป็นสีต่างๆ ดังนี้

ท่อประปา	ทาสี	น้ำเงิน
ท่อระบายน้ำทิ้ง	ทาสี	น้ำตาล
ท่อสัวม	ทาสี	ดำ
ท่อระบายอากาศ	ทาสี	ขาว
ท่อดับเพลิง	ทาสี	แดง
ท่อระบายน้ำฝน	ทาสี	เขียว

4.1.4.5 ป้ายชื่ออุปกรณ์ วาล์วต่าง ๆ

4.1.4.5.1 ป้ายบอกชื่อวาล์ว แผนภูมิ และไดอะแกรมเมื่องานติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้าง จะต้องติดชื่อป้ายบอกขนาด ตำแหน่ง ชนิด และ ลักษณะการใช้งานของวาล์ว ยกเว้น วาล์วที่มากับสุขภัณฑ์ ป้ายจะต้องทำด้วยทองเหลือง ขนาด 2 นิ้ว สี่เหลี่ยม ซึ่งจะต้องจารึกชนิดและลักษณะการใช้งานของวาล์วตลอดจนตัวเลข ขนาด 3/4" ด้วยสีดำ

4.1.4.5.1.1 ป้ายบอกชื่อวาล์วสำหรับท่อ ให้ใช้ป้ายทองเหลืองขนาด 3 นิ้ว สี่เหลี่ยม ซึ่งจะต้องจารึก ชนิดและลักษณะการใช้งานตลอดจนตัวเลขขนาด 2 นิ้ว พื้นป้ายทองเหลือง จะต้องทาด้วยสีแดง

4.1.4.5.1.2 ระบบที่ใช้ระบุตัวเลขแผ่นป้าย จะต้องบ่งแสดงถึงความแตกต่างของชนิดและการใช้งาน และจะต้องระบุชื่อ ของตำแหน่งที่วาล์วตัวนั้นติดตั้งอยู่

4.1.4.5.1.3 ป้ายบอกชื่อวาล์วจะต้องผูกให้แน่นหนาเข้ากับมือจับหรือมือหมุนของวาล์วโดยใช้โซ่ทองเหลืองขนาดพอเหมาะ

4.1.4.5.1.4 แผนภูมิไดอะแกรมและรายการต่าง ๆ จะต้องระบุจำนวน ตำแหน่ง และลักษณะการใช้งานของวาล์ว ตลอดจนขนาดท่อ และอื่น ๆ

4.1.4.5.2 ป้ายบอกชื่ออุปกรณ์อื่น ๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งป้ายชื่อของอุปกรณ์ ทำด้วยทองเหลืองใช้ตัวอักษรสีดำ โดยตัวอักษรแต่ละตัวต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 3”X2” มองเห็นได้ชัดเจนทั้งภาษาไทย, ภาษาอังกฤษ และคำย่ออุปกรณ์ที่จะต้องมีป้ายแสดง ได้แก่

- ถังเก็บน้ำประปา ทุกถัง
- เครื่องสูบน้ำทุกเครื่อง
- แผงควบคุม
- Fire Department Connection
- วาล์วระบบดับเพลิง

4.1.4.6 การวางปลอกรองท่อ

4.1.4.6.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ท่อที่เดินผ่านฐานราก พื้นผนัง ฝากั้น และเพดานนอกอาคาร จะต้องรองด้วยปลอกตามขนาดที่พอเหมาะกับท่อเสียก่อนหากท่อที่จะผ่านทะลุพื้นอาคารมีจำนวนหลายท่อด้วยกันให้เจาะพื้นอาคารเป็นช่องให้ท่อผ่านแทนการใช้ปลอกรองช่องที่เจาะนี้จะต้องเสริมกำลังตามความจำเป็นและเหมาะสม ในอาคารคอนกรีตหากประสงค์จะติดตั้งปลอกรองท่อน้ำไว้ ณ จุดใดก็ให้ติดตั้งในขณะเทคอนกรีตเลยทีเดียวในผนังอิฐให้ติดตั้งปลอกกรองท่อนี้ในขณะที่ก่ออิฐมาถึงที่จุดนั้น ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรายละเอียดของแบบและติดตั้งปลอกรองท่อไว้ตามที่จำเป็น ถึงแม้จะไม่ได้แสดงไว้ในรายละเอียดของแบบก็ตาม การใช้ปลอกรองท่ออาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้

4.1.4.6.1.2 ขนาดของปลอกรองท่อ

ปลอกรองท่อที่จะนำมาใช้ในการรองท่อต้องให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในโตกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อไม่น้อยกว่า 2 ซม. เว้นไว้แต่เมื่อท่อนั้นจะต้องเดินทะลุผ่านฐานรากหรือผนังที่รับน้ำหนัก ในกรณีเช่นนี้จะต้องให้ปลอกโตกว่าท่อไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.

4.1.4.6.1.3 ชนิดของวัสดุปลอกรองท่อจะต้องเป็นชนิดที่ทำด้วยวัสดุดังต่อไปนี้

4.1.4.6.1.3.1 ให้ใช้ปลอกเหล็กเหนียวหรือเหล็กกล้าอาบสังกะสี

4.1.4.6.1.4 ปลอกรองท่อที่พื้นอาคาร

จะต้องฝังให้ปากปลอกสูงจากระดับพื้นที่ยังไม่ได้ตบแต่ง 2.5 ซม. และหลังจากที่เดินท่อเสร็จเรียบร้อย แล้วให้อัดช่องระหว่างท่อกับปลอกท่อ ด้วยวัสดุประเภทที่ป้องกันการรั่วซึมของน้ำ ให้แน่น และเรียบร้อยจนแน่ใจว่าน้ำ รั่วซึมผ่านไม่ได้

4.1.4.6.1.5 ท่อต่าง ๆ ที่ผ่านผนัง ฝา และพื้นที่กันน้ำซึม จะต้องติดตั้งให้ลอดผ่าน Sleeves ที่ใช้กันน้ำซึม

4.1.4.6.1.6 เมื่อมีท่อต่าง ๆ ที่โผล่หรือทะลุผ่านผนัง ฝา พื้น และแผงกั้นห้องจะต้องติดตั้งและครอบด้วย Escutcheons ที่ทำด้วยแผ่นสังกะสีชนิดหนา โดยยึดด้วยสกรู สแตนเลส เพื่อป้องกันการเกิดสนิม

4.1.4.6.1.7 Flashing สำหรับพื้นและหลังคาระบายน้ำฝน จะต้องใช้ Flashing Rings ที่ได้รับอนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน

4.1.4.6.1.8 ผู้รับจ้างจะกระทำการตัด ปะ และ Flashing เพื่อติดตั้งท่อและตะแกรงระบายน้ำให้เป็นไป ตามแบบ Shop Drawings ที่ได้รับอนุมัติแล้วนั้นได้ แต่ห้ามทำการตัด ปะ และ Flashing โครงสร้างที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว นอกจากได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ หรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง เท่านั้น

4.1.4.6.1.9 หลังจากการติดตั้งท่อแนวดิ่งทั้งหมดในช่องท่อ (Pipe Shafts) ตามแบบที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างทำการปิดพื้นในบริเวณช่องท่อที่ระดับพื้นทุกชั้นและทุกช่องท่อด้วยวัสดุป้องกันไฟและ ควันลาม รายละเอียดของงานโครงสร้างส่วนนี้ จะต้องสัมพันธ์กับงานโครงสร้างที่อยู่ข้างเคียง เช่น คานเป็นต้น และจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือคณะกรรมการจ้างก่อนการติดตั้งท่อแนวดิ่งที่ระดับพื้นจะต้องหุ้มด้วย Sleeves

4.1.4.6.1.10 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System) เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินท่อหรือช่องเจาะ จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลาม (ดูแบบขยายการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟลาม) โดยมีคุณสมบัติของวัสดุ ดังนี้ คือ ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ได้มาตรฐาน BS 476 Part 20 และ ISO 834 หรือ UL listed หรือ FM approved รับรองสามารถป้องกันไฟและควันลามได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง ไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะปกติและขณะเกิดเพลิงไหม้ สามารถขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต, โลหะ, ไม้, พลาสติก ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี ติดตั้งง่าย มีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้ และให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่างๆ ที่มีท่อ PVC, PE, PB, PP ทะลุผ่านเป็นชนิด

PIPE COLLARS หรือ PIPE WRAPS และติดตั้งระบบป้องกันไฟลามเพื่ออุดรูช่องเปิดไว้สำหรับท่อในอนาคต เป็นชนิด Mortar หรือ Fire Rated Mastics ดังต่อไปนี้ ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือ คาน และ Shaft ท่อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อ หลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้ว และมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ ช่องเปิดหรือช่องลอด (Block out or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคตหรือที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟเพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อ ซึ่งอุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้และกรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือคณะกรรมตรวจการจ้างก่อน

4.1.5 ข้อกำหนดทั่วไป

4.1.5.1 การติดตั้งทั่วไป

4.1.5.1.1 ถ้าหากยังไม่มีการวางท่อ หรือเลิกงานแล้วแต่ละวันผู้รับจ้างจะต้องอุดปลายท่อให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกหรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดเข้าไปอุดอยู่ในท่อ และก่อนที่จะมีการเริ่มทำการวางท่อต่อไป จะต้องตรวจสอบภายในท่อที่ได้วางไว้แล้วเสียก่อนว่าไม่มีวัสดุอื่นใดอยู่ในนั้น

4.1.5.1.2 ห้ามวางท่อประปาหรือท่อน้ำฝังดินใดๆ ก็ตามไว้ด้วยกันกับท่อระบายน้ำ เว้นแต่จะได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(ก) จุดต่ำจุดของท่อประปาอยู่สูงกว่าจุดสูงุดของท่อระบายน้ำไม่น้อยกว่า 30 ซม.

(ข) วางท่อประปาไว้ด้านใดด้านหนึ่งของร่องสำหรับวางท่อ

(ค) จำนวนรอยต่อของท่อประปามีน้อยที่สุดเท่าที่จะมีได้ และการต่อทั้งท่อของท่อประปาและท่อระบายน้ำซึมผ่านไม่ได้

4.1.5.1.3 รอยต่อระหว่างเครื่องสุขภัณฑ์กับกำแพงหรือพื้น จะต้องแนบสนิทน้ำซึมผ่านไม่ได้

4.1.5.2 คุณภาพวัสดุ และการเทียบเท่า

4.1.5.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และผลิตโดยผู้ผลิตที่เป็นที่เชื่อถือได้ อุปกรณ์ที่บกพร่องหรืออุปกรณ์ที่เสียหายในขณะติดตั้งหรือขณะทดสอบ จะต้องเปลี่ยนใหม่และหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ดี ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

4.1.5.2.2 การเทียบเท่า วัสดุ อุปกรณ์ ให้ยึดถือและปฏิบัติ ตามรายการวัสดุอุปกรณ์การก่อสร้างมาตรฐานของกองแบบแผน

4.1.5.3 แบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) และแบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawing)

4.1.5.3.1 แบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) ได้แก่แบบรูปขยายต่างๆ ที่จัดทำขณะก่อสร้าง เช่น ผังการเดินท่อต่างๆ ของระบบสุขาภิบาล ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องทำภาพขยายรายละเอียดขึ้น โดยมีวิศวกร ที่มีใบอนุญาตจากคณะกรรมการควบคุมการประกอบวิชาชีพ

วิศวกรรม (ก.ว.) พร้อมสำเนาใบอนุญาตดังกล่าว เซ็นชื่อรับรองในแบบพิมพ์เขียวของผู้รับจ้างเสนอให้คณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบและเห็นชอบเสียก่อน จึงจะนำไปใช้ทำการก่อสร้างในส่วนนั้นๆ ได้ ซึ่งแบบรูปรายการดังกล่าวจะต้องทำเป็นแบบรูปรายละเอียด โดยส่งเป็นแบบพิมพ์เขียวจำนวน 5 ชุด (รายการข้อนี้จะใช้ระกอบเฉพาะอาคารที่ได้ระบุไว้ในแบบรูปหรือรายการละเอียดเท่านั้น)

4.1.5.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบที่แสดงรายละเอียดการวางท่อ การรองรับท่อและขนาดของท่อที่ติดตั้งไปจริง (As-Built Drawing) ซึ่งแบบรูปรายการละเอียดนี้จะต้องเขียนให้ได้ มาตรฐานโดยส่งแบบกระดาษไขต้นฉบับ 1 ชุด สำเนาอีก 2 ชุด รวมเป็น 3 ชุด ให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้าง ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย 7 วัน เพื่อมอบแบบสำเนาให้โรงพยาบาลหรือหน่วยราชการเจ้าของอาคารเก็บเพื่อดำเนินการบำรุงรักษา (รายการข้อนี้จะใช้ประกอบเฉพาะอาคารที่ได้ระบุในแบบรูปและรายการละเอียดเท่านั้น)

4.1.5.4 ปัญหา อุปสรรค และการเปลี่ยนแปลงแบบ, แบบรายละเอียด และคำแนะนำเพิ่มเติม

4.1.5.4.1 หากในแบบรูปและรายการละเอียดไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือปฏิบัติดังนี้ คือการเดินท่อให้เดินท่อใต้พื้นหรือในกล่องซ่อนท่อหรือฝังในผนัง ให้พยายามหลีกเลี่ยงการฝังในพื้นหรือคาน ท่อที่เดินใต้พื้นให้ใช้เครื่องยึดเหนี่ยวและเครื่องรองรับ การเดินท่อจะต้องจัดเรียงแนวท่อให้เรียบร้อยพร้อมทั้งหารหุ้มซ่อนท่อและการเปิดช่องสำหรับตรวจซ่อมได้กับให้มีบานประตูติดบานพับปิดเปิดได้ตามความเหมาะสมถึงแม้ในแบบรูปจะไม่ระบุไว้

4.1.5.4.2 อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ประตูน้ำข้อต่อ ข้องอ ประตูน้ำกันน้ำย้อนกลับ หรืออื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เพื่อใช้งานดีขึ้น และถูกต้องตามหลักวิชาการ แม้มิได้ระบุในแบบรูปผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและทำการติดตั้งให้โดยไม่คิดราคาเพิ่ม

4.1.5.4.3 ถ้าไม่สามารถเดินท่อต่างๆ ตามแบบรูปและรายการละเอียด เนื่องจากอุปสรรคทางด้านต่างๆ ผู้รับจ้างสามารถจะเดินท่อต่างไปจากแบบรูปและรายการละเอียดได้ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างและไม่ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

4.1.5.4.4 ถ้าแบบรูปและรายการละเอียดการเดินท่อ ไม่แสดงแนวท่อและขนาดท่อของสุขภัณฑ์ใดหรือแนวท่อและขนาดท่อไม่ชัดเจน ให้ถือแนวท่อและขนาดท่อของสุขภัณฑ์นั้นตามรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างนี้

4.1.5.4.5 บ่อเกรอะ บ่อซึม ถังคอนกรีตเก็บน้ำ รางระบายน้ำ แนวท่อ และอื่นๆ ที่มีลักษณะทำนองเดียวกัน ให้ถือว่าตำแหน่งที่ปรากฏในแบบรูปและรายการละเอียดเป็นเพียงสังเขปเท่านั้น คณะกรรมการตรวจการจ้างจะเป็นผู้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนให้ในขณะก่อสร้าง

4.2 ระบบประปา

4.2.1 ขอบเขตของงาน

4.2.1.1 ท่อประปา หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ถือปฏิบัติดังนี้ เดินท่อประปาสายประธานมายังตัวอาคาร (กรณีที่บริเวณก่อสร้างไม่มีท่อประปาสายประธานผ่านให้เดินท่อประปาสายประธานของอาคารออกไปนอกอาคาร เพื่อเตรียมบรรจบกับท่อประปาสายประธานความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร

4.2.1.2 หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้ ให้ใช้ท่อประปาสำหรับสุขภัณฑ์ มีขนาดดังนี้

สำหรับระบบถังน้ำล้าง (Flush Tank)

ขนาดของท่อ	สุขภัณฑ์ไม่เกิน
3/4 นิ้ว	4 ที่
1 นิ้ว	6 ที่
1 1/2 นิ้ว	28 ที่

สำหรับระบบประตูน้ำล้าง (Flush Valve)

ขนาดของท่อ	สุขภัณฑ์ไม่เกิน
1 นิ้ว	4 ที่
1 1/2 นิ้ว	28 ที่
2 นิ้ว	15 ที่

4.2.2 การติดตั้งท่อและอุปกรณ์ประกอบ

4.2.2.1 การวางท่อประปาเป็นแนวตรง ถ้าหักเป็นมุมหรือขนานไปตามแนวผนังจะต้องได้สัดส่วนประณีตท่อขึ้นจะต้องได้ดิ่งและตรง

4.2.2.2 สายไฟฟ้าระบบกำลังและระบบควบคุมสำหรับเครื่องสูบน้ำการต่อประปาและมาตรวัดน้ำเข้ากับท่อประปาประธานให้ถือตามข้อกำหนดบังคับของการไฟฟ้า หรือประปาในท้องที่ที่มีการก่อสร้างอาคารนั้นๆ แล้วแต่กรณี

4.2.2.3 ในกรณีที่รูปแบบไม่ระบุให้ใช้ประตูน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2"-2” ให้ใช้ประตูน้ำแบบ Ball Valve ชนิดทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และสำหรับขนาดโตกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 2” ให้ใช้ประตูน้ำแบบ Butterfly Valve หรือ Gate Valve ชนิดทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และการเดินท่อให้ใส่ประตูน้ำรวมและประตูน้ำแยก พร้อมข้อต่อยูเนียนแต่ละชั้นหรือแต่ละส่วน เพื่อสะดวกในการซ่อมแซมแก้ไขหรือติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคตได้

4.2.2.4 การต่อท่อของประปาทั้งหมด ที่เป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีให้ทารอยต่อ Joint Compound หรือใช้เทปสำหรับการต่อท่อจำนวนเหมาะสมและทำความสะอาดให้เรียบร้อย

4.2.2.5 ในกรณีที่มีถังเก็บน้ำเป็นแบบอาศัยความต่างระดับและได้รับน้ำจากท่อประปาสาธารณะหรือจากท่อจ่ายน้ำประปาอื่นภายใต้ความดัน จะต้องมีลิ้นอัตโนมัติสำหรับปิดเปิดน้ำเพื่อป้องกันการไหลล้น

4.2.2.6 วัสดุตัวอย่าง เอกสารรายละเอียดวัสดุ

4.2.2.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบวัสดุตัวอย่างเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับของที่ติดตั้งดังนี้

4.2.2.6.1.1 โลหะที่ใช้ในการรองรับหรือรัดท่อ

4.2.2.6.1.2 ประตูน้ำชนิดต่างๆ

4.2.2.6.2 อุปกรณ์ที่ต้องได้รับรองคุณภาพจากผู้ผลิต หรือสถาบันทางราชการที่เชื่อถือได้ ตามความต้องการของคณะกรรมการตรวจการจ้างคือ

4.2.2.6.2.1 ข้อต่อ

4.2.2.6.2.2 อุปกรณ์เกี่ยวกับการระบายน้ำ ได้แก่ ช่องระบายน้ำที่พื้น ช่องระบายน้ำฝน ที่หลังคาช่องสำหรับทำความสะอาดท่อที่พื้น ฯลฯ

4.2.2.6.2.3 เครื่องมือกลทั้งหมด ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ เครื่องมือดับเพลิง ฯลฯ

4.2.2.6.2.4 ประตูน้ำ

4.2.3 มาตรฐานวาล์วและอุปกรณ์ประกอบ

4.2.3.1 แผนผัง

ผู้รับจ้าง จะต้องทำแผนที่แสดงถึงจำนวน ตำแหน่งและหน้าที่ของประตูน้ำแต่ละตัวรวมทั้งที่ท่อประสานกันด้วย ใส่กรอบกระจกขนาดตามความเหมาะสม (รายการข้อนี้ จะใช้ประกอบเฉพาะอาคารที่ได้ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียดเท่านั้น)

4.2.3.2 ประตูน้ำลดความดัน

ถ้าความดันของน้ำในเส้นท่อมากกว่า 70 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้ติดประตูน้ำลดความดัน (Pressure Reducing Valve) ให้ความดันของน้ำในเส้นท่อเหลือไม่เกิน 60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

4.2.3.3 เครื่องป้องกัน Water Hammer

ในกรณีที่ความดันน้ำในเส้นท่อสูง ให้ติดตั้ง Water Hammer Absorber ป้องกันการเกิด Water Hammer ซึ่งการติดตั้งเครื่องมือนี้จะต้องแจ้งรายละเอียดไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด

4.2.3.4 บรรดาส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการเดินท่อ เช่น ประตูน้ำ มาตรวัดน้ำ มาตรวัดความดัน ฯลฯ เป็นต้น จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งและลักษณะที่สามารถจะถอดซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ได้ง่าย

4.2.3.5 ก่อนต่อสายอ่อนของอ่างล้างมือ โถส้วมหม้อน้ำ สายฉีดชำระ ให้ติดตั้ง Stop Valve

4.2.4 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์

4.2.4.1 ในกรณีที่แบบระบุมีเครื่องสูบน้ำ จะต้องมีเครื่องควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับการเริ่มทำงานของเครื่องสูบน้ำขึ้นอยู่กับระดับน้ำในถังเก็บน้ำซึ่งจะกำหนดให้ขณะติดตั้งถ้ากำหนดให้มีเครื่องสูบน้ำมากกว่า 1 เครื่อง เครื่องสูบน้ำทุกๆ เครื่องต้องสามารถสับเปลี่ยนกันทำงานได้

4.2.4.2 การส่งมอบงานที่มีเครื่องสูบน้ำอยู่ด้วย ผู้รับจ้างต้องเขียนผังแสดงวงจรชุดควบคุมเครื่องสูบน้ำที่ใช้ติดไว้ในตู้ พร้อมส่งมอบกับคณะกรรมการตรวจการจ้าง จำนวน 2 ชุดและสาธิตวิธีการควบคุมแก่เจ้าหน้าที่ของทางราชการเป็นที่เข้าใจโดยไม่คิดมูลค่าใดๆ ทั้งสิ้น

4.2.4.3 ผู้รับจ้างจะต้องยื่นข้อกำหนดของเครื่องสูบน้ำและตารางแสดงความสามารถในการทำงาน (Performance Curve) ของเครื่องสูบน้ำให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาตรวจสอบก่อนทำการติดตั้ง

4.3 ระบบระบายน้ำฝนและระบบระบายน้ำทิ้ง

4.3.1 ขอบเขตของงาน

งานติดตั้งอุปกรณ์และการเดินท่อระบายน้ำทิ้งจากอาคาร

4.3.2 มาตรฐานการติดตั้ง

4.3.2.1 ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่อน้ำฝน ที่จะต้องเปลี่ยนทิศทางหรือการต่อท่อบรรจบแนวนอนกับแนวตั้งให้ต่อท่อด้วยข้อต่อตัว “วาย” หรือข้อโค้งรัศมีกว้าง **ห้ามใช้ข้องอฉากโดยเด็ดขาด**

4.3.2.2 รอยต่อที่หลังคาหรือรอบท่อระบายอากาศ จะต้องทำให้ไม่มีการรั่วซึมได้โดยใช้แผ่นทองแดงหรือแผ่นเหล็กแสตนเลส หรือวัสดุที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

4.3.2.3 ช่องทำความสะอาดท่อ ให้ติดตั้งในกรณีต่อไปนี้

4.3.2.3.1 ตรงจุดเชื่อมระหว่างท่อระบายน้ำจากอาคารกับท่อระบายน้ำรอบอาคาร

4.3.2.3.2 ทุกๆ ระยะไม่เกิน 15 เมตร

4.3.2.3.3 ที่โค่นของท่อระบายในแนวดิ่ง

4.3.2.4 กรณีแบบไม่ระบุ ช่องระบายน้ำทิ้งที่พื้น ให้ใช้แบบตัวเรือนทำด้วยเหล็กหล่อ ฝาตะแกรงทำด้วยทองเหลืองชุบ โครเมี่ยม สามารถถอดเปิดได้ ขนาดพื้นที่ระบายน้ำไม่ต่ำกว่า 120% ของพื้นที่หน้าตัดท่อทางออกของรูระบายน้ำ ตัวเรือนมีครีบกันน้ำกว้างไม่น้อยกว่า 40 มม. ต่อเนื่องกันโดยรอบ ฝาตะแกรงจะต้องสามารถปรับระดับได้ ติดตั้งประกอบกับที่ดักกลิ่น แบบ p-Trap ชนิดทำด้วยเหล็กหล่อ สำหรับในพื้นชั้นล่างหรือชั้นอื่นๆ ที่ไม่สะดวกที่จะทำการบำรุงรักษาจากด้านล่าง ให้ใช้แบบ Bell Trap

4.3.2.5 หากแบบไม่ระบุเป็นอย่างอื่นให้ดำเนินการดังนี้ น้ำทิ้งจากโรงครัว โรงอาหารจะต้องมีที่ดักขยะ-ไขมันเป็นบ่อคอนกรีตท่อเข้าออกเป็นท่อตัวทีตามแบบบ่อดักไขมันมาตรฐานของกองแบบแผน

4.3.2.6 หากแบบไม่ระบุเป็นอย่างอื่นให้ดำเนินการดังนี้

- โรงพยาบาลหรือสถานที่ก่อสร้างที่มีระบบบำบัดน้ำเสียและมีประสิทธิภาพ ในการบำบัดน้ำเสียตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง ท่อระบายน้ำทิ้งและท่อสัวม ให้ต่อลงบ่อดักกลิ่นที่ใกล้และเหมาะสมที่สุด

- ถ้าโรงพยาบาลไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

1.ท่อสัวมให้ต่อลงบ่อเกรอะ

2.ท่อระบายน้ำทิ้งให้ต่อลงบ่อซึม หรือถ้าสถานที่นั้นดินไม่ซึมน้ำให้ต่อลงรางระบายน้ำรอบอาคารไปยังที่ระบายน้ำสาธารณะ ถ้าไม่มีที่ระบายน้ำสาธารณะให้ระบายน้ำไปยังที่ที่มีความเหมาะสมก็ได้แล้วแต่กรณี

4.3.2.7 กรณีแบบไม่ระบุที่ดักกลิ่นของอ่างล้างหน้าที่เป็นอ่างเคลือบ ให้ใช้คอห่านแบบ P-Trap ทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมี่ยม สำหรับที่ดักกลิ่นของอ่างสแตนเลส เช่น อ่างครัว หรือ Pantry ใช้ที่ดักกลิ่นแบบ Bottle Trap ประกอบกับตะกร้าดักขยะแบบใหญ่ ทำด้วย พีวีซี หรือ พีอี สำหรับที่ดักกลิ่นของอ่างของห้องทดลองให้ที่ดักกลิ่นของอ่างของห้องทดลองใช้ที่ดักกลิ่นแบบ Bottle Trap ทำด้วย พีพี (Poly Propylene)

4.3.2.8 ฐานของท่อในแนวดิ่ง

ท่อสัวม ท่อน้ำฝนและท่อน้ำทิ้ง จะต้องมีฐานรองรับท่อที่เดินในแนวดิ่ง ด้วยคอนกรีตและก่ออิฐ หรือด้วยเหล็กยึดติดกับอาคาร หรือด้วยวิธีอื่นๆ ที่คณะกรรมการตรวจจ้างเห็นชอบ

4.3.2.9 ท่อระบายน้ำในแนวระดับ จะต้องวางโดยมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 200 ในกรณีที่ไม่อาจปฏิบัติดังกล่าวได้ จะต้องวางท่อโดยให้มีความลาดเอียงพอที่น้ำจะไหลด้วยความเร็วไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตรต่อวินาที

4.3.2.10 ท่อสัวม ท่อน้ำทิ้ง และท่อระบายอากาศ หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือปฏิบัติดังนี้

- ท่อสัวม ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) รับสัวมได้ไม่เกิน 6 ที่นั่ง ถ้ารับสัวมเกินกว่า 6 ที่นั่ง ให้ใช้ท่อขนาดเสันผ่าศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)
- ท่อปัสสาวะ ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2") รับที่ปัสสาวะไม่เกิน 3 ที่
- ท่อน้ำทิ้ง ท่อทั่วไปแต่ละจุดที่เดินใต้พื้นห้องน้ำ ใช้ท่อขนาดดังต่อไปนี้

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2") รับอ่างน้ำทิ้ง หรือรูระบายน้ำทิ้งที่พื้นไม่เกิน 2 ที่

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร (3") รับอ่างน้ำทิ้ง หรือรูระบายน้ำทิ้งที่พื้นไม่เกิน 12 ที่

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (4") รับอ่างน้ำทิ้ง หรือรูระบายน้ำทิ้งที่พื้นไม่เกิน 25 ที่

- ท่อระบายอากาศที่ต่อจากท่อสัวมขนาด 6" ต้องมีขนาดท่อระบายอากาศไม่เล็กกว่า 2 1/2"
- ท่อระบายอากาศที่ต่อจากท่อสัวมขนาด 4" ต้องมีขนาดท่อระบายอากาศไม่เล็กกว่า 2"
- ท่อระบายอากาศที่ต่อกับท่อสัวม หรือท่อน้ำทิ้งจะต้องต่อเข้ากับส่วนบนของท่อเหนือระดับน้ำสูงสุดของเครื่องสุขภัณฑ์ที่ระบายน้ำลงสู่ท่อดังกล่าว เป็นท่ออากาศแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 100 มม. ก่อนที่จะเป็นทิศทางของท่ออากาศเป็นแนวระดับหรือก่อนที่จะต่อเข้ากับท่อระบายอากาศร่วม
- ในกรณีที่หลังคานั้นต้องการใช้เพื่อวัตถุประสงค์อย่างอื่นด้วย ท่อระบายอากาศจะต้องโผล่เหนือหลังคาไม่น้อยกว่า 1 เมตร
- ท่อระบายอากาศที่โผล่เหนือหลังคานั้น จะต้องไม่ทำให้หลังคารั่วซึมได้ และปลายของท่อจะต้องไม่ระบายอากาศเข้าสู่อาคารหรือใกล้ประตู หน้าต่างหรือช่องลมของอาคารนั้น หรืออาคารอื่น
- ท่อระบายอากาศต้องต่อให้ออกไปนอกอาคาร ปลายโผล่พันชายคาลักษณะเป็นข้อต่อสามทางและมีข้องอคว่ำ เพื่อกันฝนพร้อมติดตะแกรงตาถี่กันแมลง

4.3.2.11 ท่อระบายน้ำฝน หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้ต่อท่อระบายน้ำฝนจากรางระบายน้ำฝนของอาคารลงบ่อพัก ค.ส.ล. ขนาดภายใน 0.30x0.30x0.30 ชั้นพื้นดินแล้วระบายออกไปที่รางระบายน้ำภายนอกอาคาร

4.3.2.12 หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ต่อท่อระบายน้ำฝนจากรางระบายน้ำฝนของอาคารลงบ่อพัก ค.ส.ล. ขนาดภายใน 0.30x0.30x0.30 แล้วระบายออกไปที่รางระบายน้ำรอบอาคารด้วยท่อ P.V.C. 6”

4.3.2.13 หากแบบแปลนมิได้กำหนดขนาดรางระบายน้ำรอบอาคารไว้เป็นแบบแปลนหรือรายละเอียดอื่นๆ ให้ผู้รับจ้างทำรางระบายน้ำรอบอาคารเป็น ค.ส.ล. กว้างภายใน 0.25 เมตร ลึก 0.30 ม. ฝาปิด ค.ส.ล. หรือตะแกรงเหล็ก โดยรอบอาคารและต่อท่อระบายน้ำลงบ่อพักท่อระบายน้ำ ตำแหน่งที่อยู่ใกล้อาคารและเหมาะสมที่สุดที่คณะกรรมการกำหนดให้

4.3.2.14 การฝังท่อและตำแหน่งข้อต่อสำหรับอ่างล้างมือ โถปัสสาวะ โถส้วมต้องได้ระดับและตำแหน่งพอดีสำหรับการติดตั้งสุขภัณฑ์

4.4 ระบบป้องกันอัคคีภัย

4.4.1 ขอบเขตของงาน

ติดตั้งระบบดับเพลิง ตามรูปแบบและกฎหมาย ข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และได้มาตรฐานถูกต้อง ตามหลักวิชาการ

4.4.2 มาตรฐานการติดตั้ง

4.4.2.1 การติดตั้งระบบท่อ การยึดแขวนท่อ การต่อท่อ และอุปกรณ์ ให้ใช้ตามที่กล่าวมาก่อนในหมวดงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

4.4.2.2 การติดตั้งต่อเชื่อมระบบท่อกับเครื่องสูบน้ำ และการยึดแขวนท่อกับส่วนของอาคารจะต้องมีอุปกรณ์ ลดแรงสั่นสะเทือนและเสียง

4.4.3 มาตรฐานวาล์วและอุปกรณ์ประกอบ

ท่อยืน (ท่อแนวดิ่ง) ของท่อน้ำดับเพลิงแต่ละท่อ จะต้องมีวาล์วแยกต่างหาก ในกรณีที่มีท่อยืนหลายท่อและใช้แหล่งจ่ายน้ำเดียวกัน

4.4.4 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์

การดิดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ ให้ติดตั้ง Inertia BIOCk และ Spring Mount เพื่อลดเสียงและการสั่นสะเทือน

4.4.5 วัสดุป้องกันไฟลาม

ช่องเดินท่อ และ Sleeve ท่อผ่านส่วนของอาคาร เมื่อเดินท่อแล้วให้อุดด้วยวัสดุป้องกันไฟลาม (เฉพาะเมื่อแบบหรือรายการระบุให้ติดตั้ง)

4.4.6 ระบบดับเพลิงชนิดพิเศษเฉพาะ

ในส่วนต่างๆ ของพื้นที่ จะต้องมีเครื่องอุปกรณ์ดับเพลิงที่เหมาะสม เพียงพอ สามารถดับเพลิงที่เกิดจากสาเหตุ นั้นได้

4.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย

เป็นระบบที่ๆ รองรับน้ำเสียจากอาคารหรือน้ำที่ผ่านการใช้งานทุกประเภท เมื่อผ่านการบำบัดแล้วต้องได้มาตรฐานของกระทรวงต่างๆ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องหรือบังคับใช้

4.5.1 ขอบเขตของงาน

4.5.1.1 ระบบบำบัดน้ำเสียต้องรองรับน้ำทิ้งจากอาคารให้ได้คุณภาพน้ำทิ้งตามมาตรฐานของกระทรวงต่างๆ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องหรือบังคับใช้

4.5.1.2 หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้ สถานที่ก่อสร้างที่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมอยู่แล้วน้ำทิ้งจากอาคารให้มีการดักกลิ่น ดักขยะและดักไขมัน ก่อนประสานลงบ่อพักรองรับน้ำเสีย

4.5.2 มาตรฐานการติดตั้ง

4.5.2.1 กรณีที่ใช้ บ่อบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป ให้ติดตั้งตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต

4.5.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในชั้นที่อาจจะมีผลกระทบต่อแรงกระทำต่อโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย เช่นที่จอดรถ ให้ผู้รับจ้างแสดงรายการคำนวณโครงสร้าง และแบบโดยมีวิศวกรโครงสร้าง ลงนามรับผิดชอบ

4.6 ระบบสุขาภิบาลห้องปฏิบัติการ

4.6.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้าง จะต้องหาอุปกรณ์ รองรับการระบายน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ ที่มีสภาพของน้ำทิ้งมีความเป็นกรด ด่าง สูง โดยอุปกรณ์นั้นมีคุณสมบัติสามารถทนความเป็นกรด-ด่าง สูง ได้เป็นอย่างดี และเมื่อรวบรวมน้ำทิ้งก่อนต่อลงระบบบำบัดน้ำเสีย ให้มีการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ให้มีความเหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสีย (เฉพาะเมื่อแบบหรือรายการระบุให้ติดตั้ง)

4.6.2 มาตรฐานการติดตั้ง

4.6.2.1 ให้ติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ ที่มีคุณสมบัติทนสภาพความเป็นกรด-ด่างสูง รองรับการระบายน้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ ที่มีสภาพของน้ำทิ้งมีความเป็นกรด-ด่างสูง โดยให้ติดตั้ง ทุกส่วนที่มีโอกาสถูกสัมผัส เช่น อ่าง ก๊อกน้ำ สะดืออ่าง ลูกถ้วยดักกลิ่น ท่อระบาย ข้อต่อท่อระบายน้ำทิ้ง รูระบายน้ำทิ้งและอุปกรณ์ระบบท่อระบายน้ำทิ้ง

4.6.2.2 มาตรฐานการติดตั้งท่อ และอุปกรณ์ ระบบท่อระบายน้ำทิ้ง จากห้องปฏิบัติการให้ยึดถือปฏิบัติตามมาตรฐานระบบน้ำทิ้งอาคาร

4.6.3 มาตรฐานท่อและวัสดุอุปกรณ์

4.6.3.1 มาตรฐานท่อและอุปกรณ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุใน ข้อ 4.1.3

4.6.3.2 วัสดุและอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการ จะต้องได้มาตรฐาน ในการทนต่อสภาพความเป็นกรดด่างสูง

4.7 ระบบไฟฟ้าที่เกียวข้องกับงานสุขาภิบาล

4.7.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องติดต่องานระบบไฟฟ้า แผงสวิตซ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในระบบประปา ระบบระบายน้ำฝน ระบบระบายน้ำเสีย ระบบดับเพลิง และระบบบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งเดินท่อร้อยสายไฟไปยังเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกอาคารให้ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้านครหลวงหรือภูมิภาค ตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการ เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วจะต้องทดสอบการทำงานของระบบอัตโนมัติให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดและให้ใช้การได้ดี

4.7.2 มาตรฐานการติดตั้ง

4.7.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ให้งานต่างๆ เช่น มอเตอร์ สตาร์ทเตอร์ สวิตซ์ตัดตอนต่างๆ สวิตช์ลูกลอย มาตรวัด ให้ใช้มาตรฐานเดียวกับงานระบบไฟฟ้าของอาคาร

4.7.2.2 หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้ ตู้แผงสวิตซ์ ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. พ่นสีรองพื้นกันสนิม 2 ชั้น แล้วพ่นสีทับอีก 2 ชั้น ให้เรียบร้อย ประตูหรือฝาปิดต้องมีขอบยางกันน้ำติดแนบสนิทกับตัวตู้ สวิทซ์และอุปกรณ์ทุกตัว มีแผ่นป้ายบอกชื่ออย่างชัดเจน การเดินสายไฟในตู้ต้องจัดให้เป็นระเบียบเรียบร้อย มีรหัสเลขหมายสายไฟควบคุมด้านในของฝามี Wlring Diagram แสดงรายละเอียดการเดินสายไฟด้วย โดยให้ใช้รายละเอียดต่างๆ ของหมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้า

4.7.2.3 ให้เดินท่อ IMC ร้อยสายไฟฟ้าแบบ THW แกนเดียว 750 V., 750C ตามมาตรฐานของ มอก. 11-2528 ช่วงที่จะเข้าอุปกรณ์และมอเตอร์ให้ใช้ Flexlble Condult ขนิดกันน้ำแบบโลหะต่อเป็นระยะไม่น้อยกว่า 50 ซม.

4.7.2.4 ระบบไฟฟ้า ให้มีระบบการเดินสายดิน ป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้า

4.8 การทดสอบและการฝึกอบรม

4.8.1 ขอบเขตของงาน

ตรวจสอบการติดตั้ง ทดสอบแรงดันของท่อและอุปกรณ์ ในระบบสุขาภิบาล สามารถใช้การได้ดีตามแรงดันที่กำหนด ตรวจสอบการรั่วซึมของระบบทั้งหมด พร้อมทำความสะอาดและฝึกอบรมการใช้งาน การดูแลรักษา และการซ่อมบำรุง

4.8.2 การทดสอบ

4.8.2.1 การตรวจสอบ และ การทดสอบ

หากแบบรูปและรายการละเอียดมิได้ระบุไว้

4.8.2.1.1 การทดสอบระบบประปาจะต้องทำการทดสอบก่อนที่ผู้รับจ้างตีฝ้าเพดานหรือกระทำการโดๆ ที่ปิดบังท่อโดยให้ใช้น้ำที่มีคุณภาพได้มาตรฐานน้ำดื่มอัดเข้าไปในระบบให้มีความดันสูงกว่าคามดันที่ใช้งานร้อยละ 50 ให้คงที่ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยไม่มีการรั่วซึม (ความดันที่ใช้ทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

4.8.2.1.2 การทดสอบระบบระบายน้ำหรือระบบระบายอากาศ ให้ปิดช่องทั้งหมดในระบบหรือส่วนของระบบที่ต้องการทดสอบให้แน่น ยกเว้นช่องที่อยู่ระดับสูงสุด แล้วเดิมน้ำล้นออกทางช่องนี้ แต่ละส่วนของระบบจะต้องได้รับการทดสอบภายใต้ความดันไม่ต่ำกว่าความดันน้ำ 3.00 เมตร (หรือความดันน้ำ 0.3 บาร์) กับน้ำไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 นาที แล้วจึงเริ่มสำรวจหารอยรั่วหากไม่พบว่ามีรอยรั่วซึมใดๆ จึงจะถือว่าใช้ได้

4.8.2.1.3 การทดสอบระบบดับเพลิงหรือส่วนของระบบ ให้ใช้น้ำที่มีคุณภาพได้มาตรฐานน้ำดื่มอัดเข้าไปในระบบให้มีความสูงกว่าความดันที่ใช้งานร้อยละ 50 โดยไม่พบการรั่วซึม (ความดันที่ใช้ทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

4.8.2.1.4 การทดสอบระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น อาจใช้วิธีอื่นได้ตามความเหมาะสมและต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นลายลักษณ์อักษร

4.8.3 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และบำรุงรักษา เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ โดยผู้จัดจำหน่ายและหรือผู้ติดตั้งอุปกรณ์นั้นๆ ที่ผู้รับจ้างได้จัดซื้อมา ให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ จนสามารถใช้งานได้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งคู่มือและเอกสารรายละเอียดของเครื่องจักร อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด มอบให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง

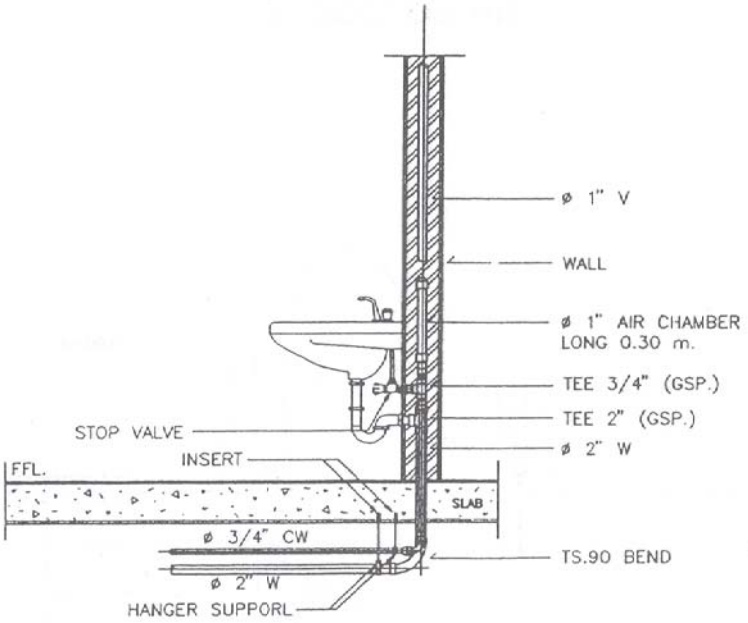
4.8.4 การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ

4.8.4.1 การทำความสะอาดระบบประปา เมื่อเดินท่อระบบสุขาภิบาลทั้งหมดแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดช่องเดินท่อในแนวดิ่ง (ช่อง DUCT) โดยเก็บกวาดและทำความสะอาดให้เรียบร้อย

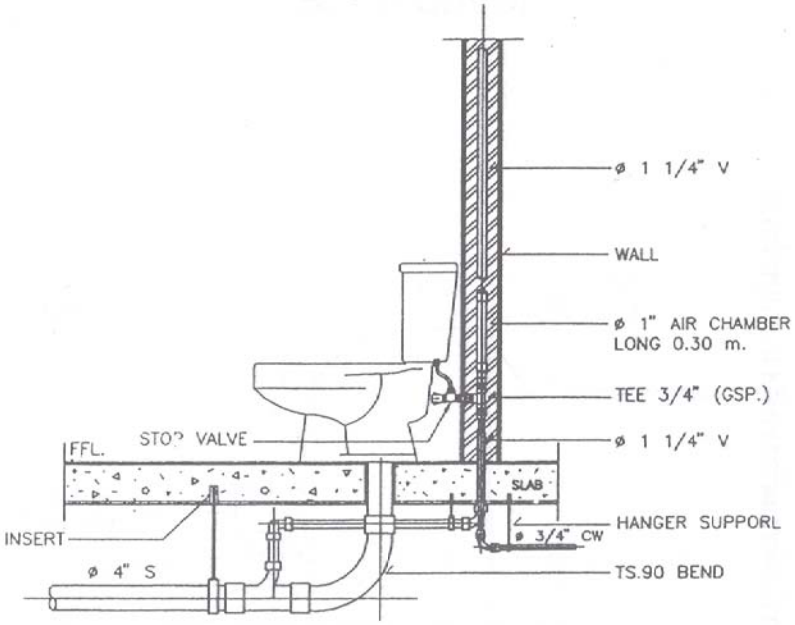
4.8.4.2 หลังจากการติดตั้ง ระบบท่อ และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดระบบท่อและอุปกรณ์ทั้งหมดรวมทั้งเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้งอย่างทั่วถึงทั้งภายนอกและภายใน โดยเช็ดถู ขัดล้างน้ำมันจาระบี เศษโลหะ คราบปูน และสิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด

4.8.4.3 ท่อน้ำประปา และข้อต่อต่าง ๆ ที่ผ่านการทดสอบแล้วพบว่าไม่มีการรั่วซึม จะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคในเส้นท่อโดยใช้สารละลาย Sodium Hypochlorite หรือ Solution ผสมให้ได้ความเข้มข้น (Chlorine Concentration) ไม่น้อยกว่า 50 มก./ลิตร แล้วอัดเข้าท่อทั้งระบบ

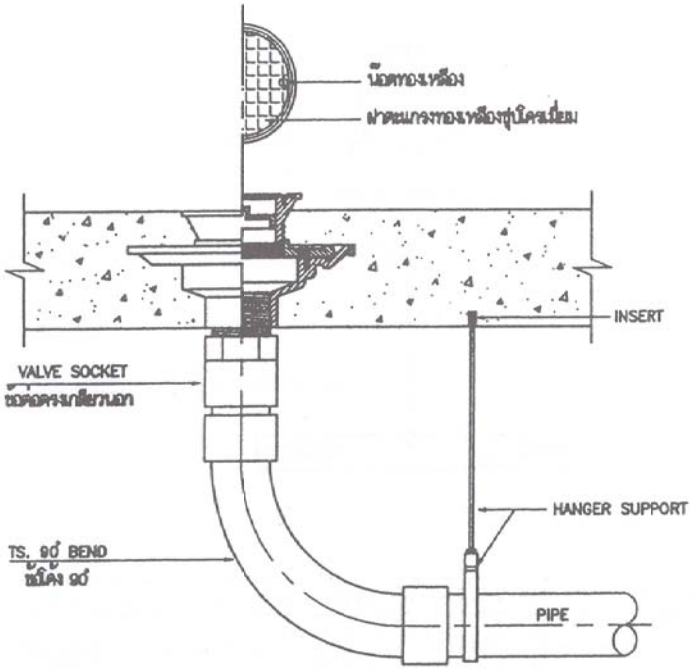
4.9 รูปแสดงมาตรฐานการติดตั้ง/ก่อสร้างงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม



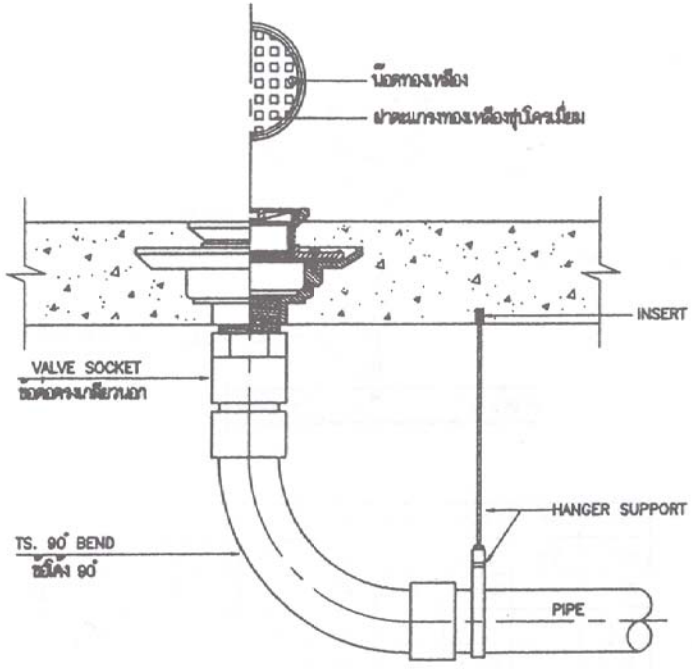
LAVATORY



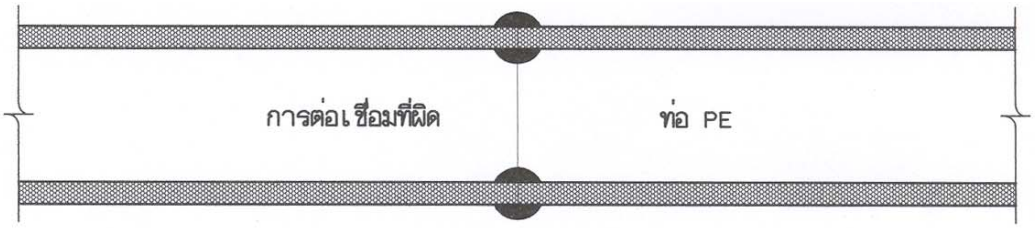
WATER CLOSET



FLOOR CLEANOUT

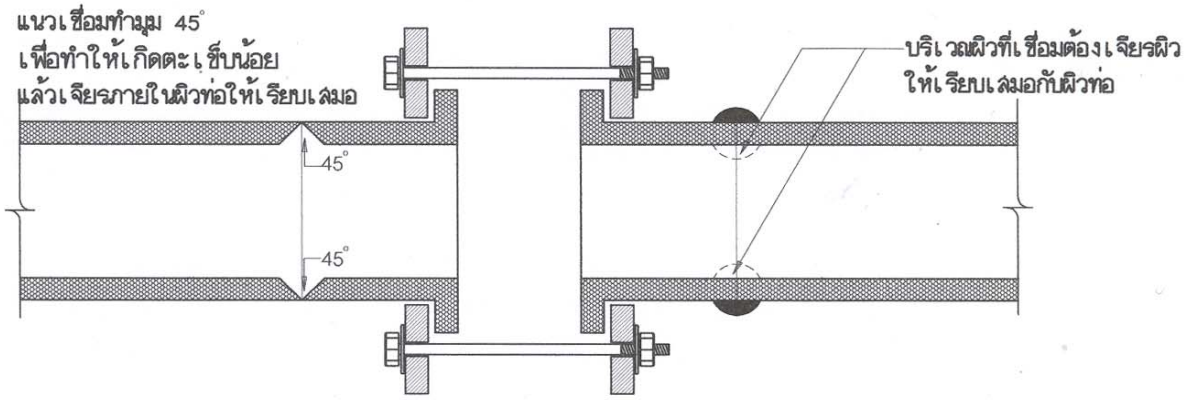


AREA DRAIN



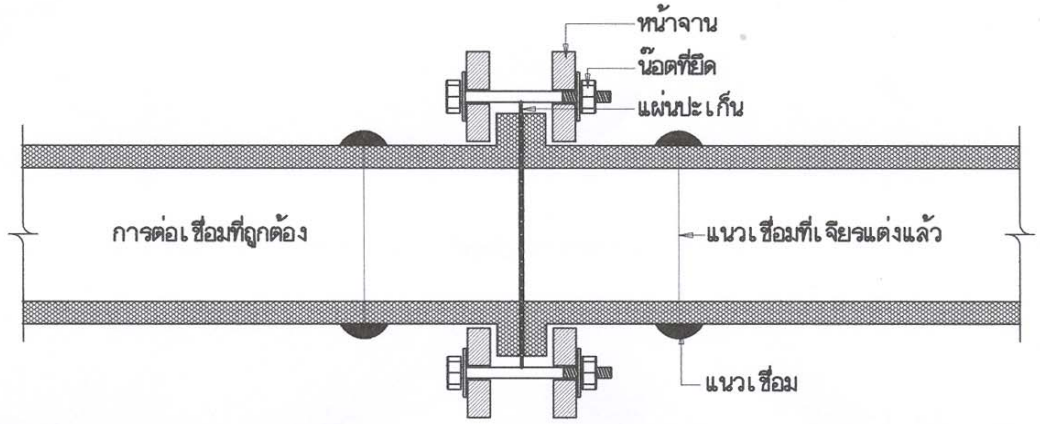
ห้ามต่อเชื่อมโดยวิธีเชื่อมชน

(เพราะจะเกิดตะเข็บภายในเส้นท่อทำให้อุดตัน)



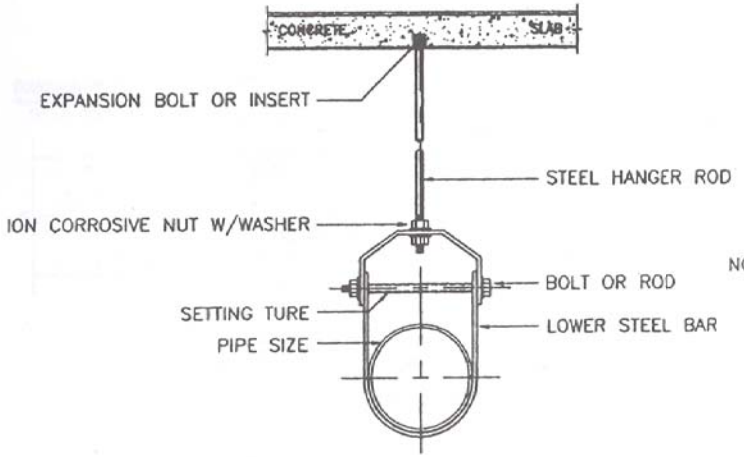
ลักษณะของการต่อเชื่อมท่อ PE ที่ถูกวิธี (ต่อแบบหน้าจาน E-BOLD)

(จะไม่เกิดตะเข็บภายในเส้นท่อ)



หลังจากยึดติดกันแล้วภายในเส้นท่อจะไม่เกิดตะเข็บ

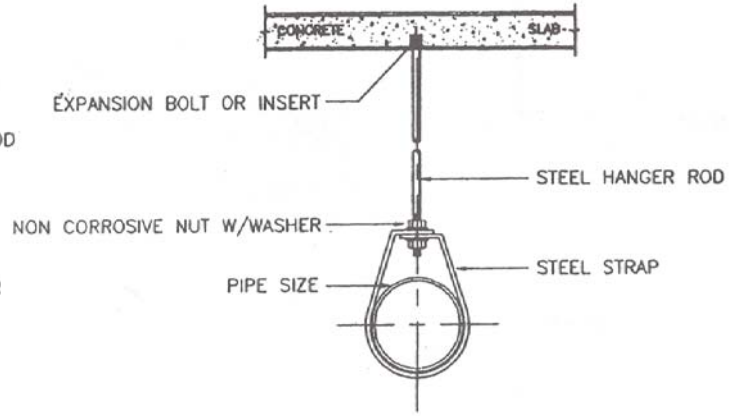
PIPE SIZE		HANGER ROD		UPPER BAR		LOWER BAR		BOLTS ROD		Min CLEARANCE	
mm.	inch	mm.	inch.	mm.	inch.	mm.	inch.	mm.	inch.	mm.	inch.
100	4	15	5/8	30x6	1¼x1/4	30x5	1¼x3/16	9	3/8	52	21/16
125	5	15	5/8	30x6	1¼x1/4	30x5	1¼x3/16	12	1/2	52	21/16
150	6	19	3/4	40x6	1¼x1/4	40x6	1¼x3/16	12	1/2	57	21/4
200	8	22	7/8	45x6	1¼x1/4	45x6	1¼x3/16	15	5/8	64	21x2
250	10	22	7/8	45x10	1¼x1/4	45x6	1¼x3/16	19	3/4	64	21x2
300	12	22	7/8	50x10	1¼x1/4	50x6	1¼x3/16	19	3/4	78	215x16



HANGER SUPPORT

(for pipe size ∅ 3" & larger)

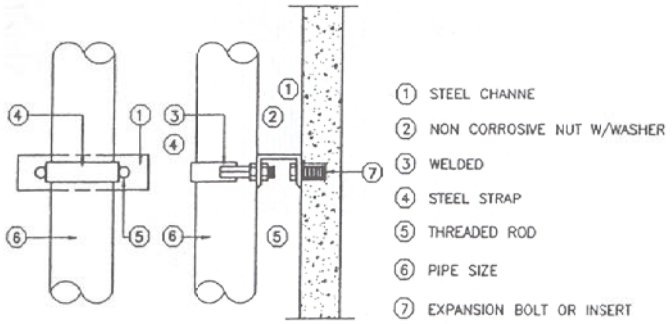
PIPE SIZE		MANGER ROD		STRAP SIZE		Min CLEARANCE	
mm.	Inch	mm.	Inch	mm.	Inch	mm.	Inch
15	1/2	9	3/8	25x1.5	1x0.06	40	11/2
20	3/4	9	3/8	25x1.5	1x0.06	40	11/2
25	1	9	3/8	25x1.5	1x0.06	40	11/2
32	11/4	9	3/8	25x1.5	1x0.06	40	11/2
40	11/2	9	3/8	25x3	1x1/8	40	11/2
50	2	9	3/8	25x3	1x1/8	40	11/2
65	21/2	12	1/2	25x3	1x1/8	45	13/4
80	3	12	1/2	25x3	1x1/8	45	13/4



HANGER SUPPORT

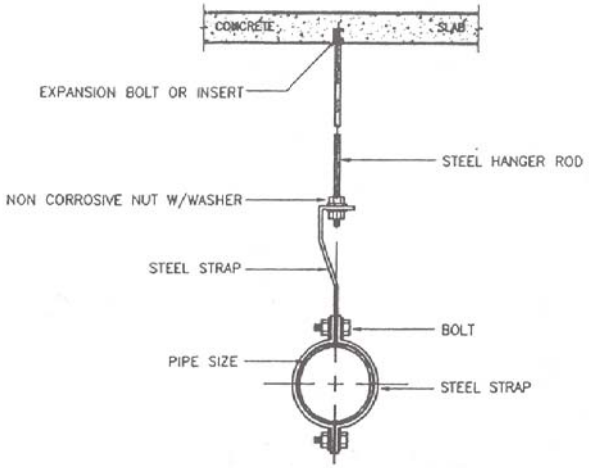
(for pipe size up to ∅ 2 1/2")

PIPE SIZE		THREADED ROD		STRAP SIZE	STEEL CHANNET
mm.	Inch	mm.	Inch	Inch	mm.
15	1/2	6	1/4	1x1/8	75x40x5
20	3/4	6	1/4	1x1/9	75x40x5
25	1	6	1/4	1x1/8	75x40x5
32	1 1/4	9	3/8	1x1/8	75x40x5
40	1 1/2	9	3/8	1x1/8	75x40x5
50	2	9	3/8	1x1/8	75x40x5
65	2 1/2	12	1/2	1 1/4x3/16	100x50x5
80	3	12	1/2	1 1/4x3/16	100x50x5
100	4	12	1/2	1 1/4x3/16	100x50x5
125	5	12	1/2	1 1/4x3/16	100x50x5
150	6	15	5/8	1 1/2x3/16	100x50x5
200	8	15	5/8	1 1/2x3/16	100x50x5



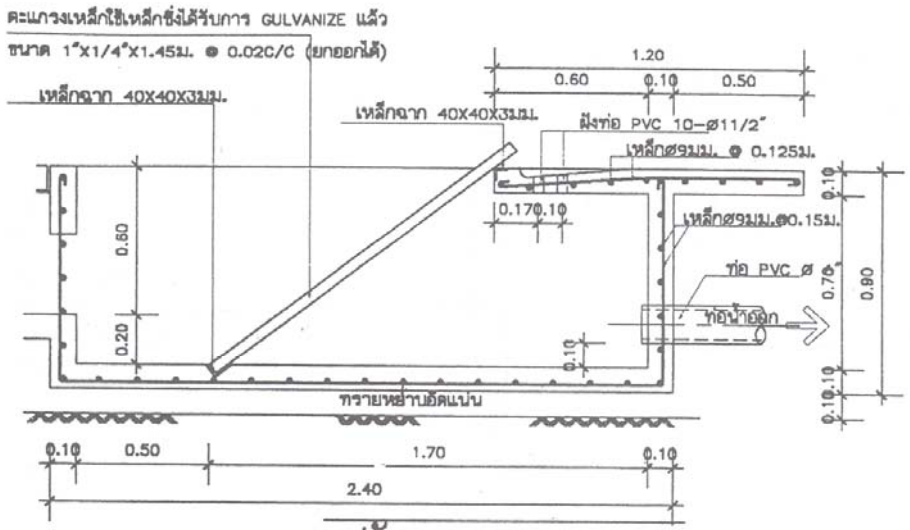
SUPPORT FOR VERTICAL PIPE

PIPE SIZE		HANGER ROD		STRAP SIZE		Min CLEARANCE		BOLT	
mm.	Inch.	mm.	Inch.	mm.	Inch.	mm.	Inch.	mm.	Inch.
15	1/2	9	3/8	25x15	1x0.06	100	4	9	3/8
20	3/4	9	3/8	25x15	1x0.06	100	4	9	3/8
25	1	9	3/8	25x15	1x0.06	100	4	9	3/8
32	11/4	9	3/8	25x3	1x0.06	100	4	9	3/8
40	11/2	9	3/8	25x3	1x1/8	100	4	9	3/8
50	2	9	3/8	25x3	1x1/8	150	4	9	3/8
65	21/2	12	1/2	25x3	1x1/8	150	4	9	3/8
80	3	12	1/2	25x3	1x1/8	150	4	9	3/8
100	4	12	1/2	25x3	1x1/8	150	4	9	3/8

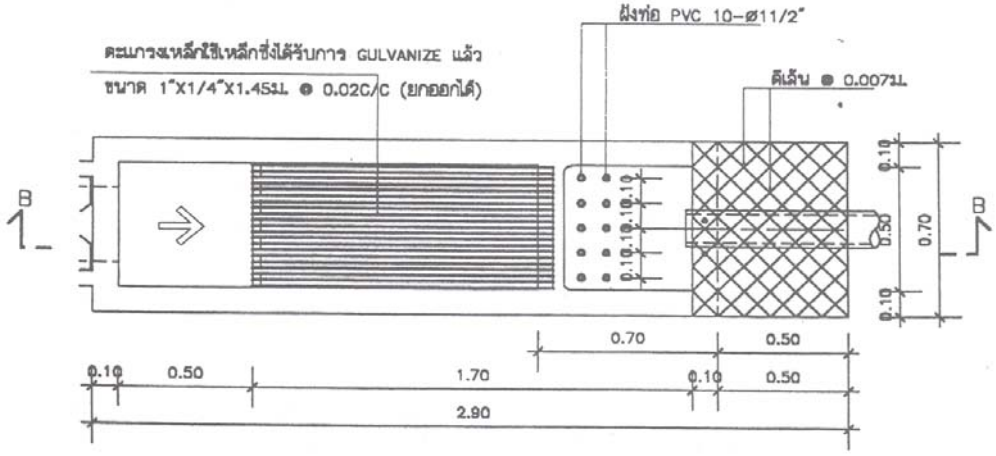


HANGER SUPPORT

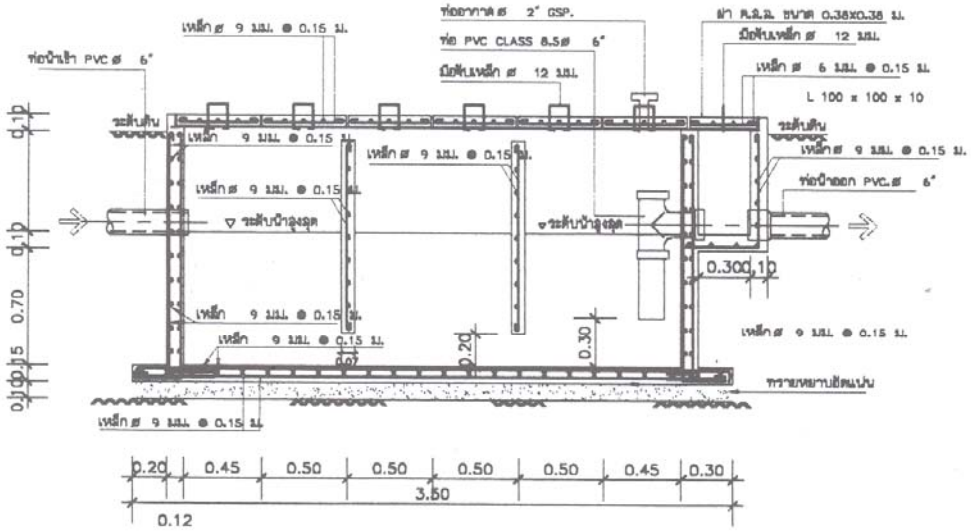
(for water supply pipe)



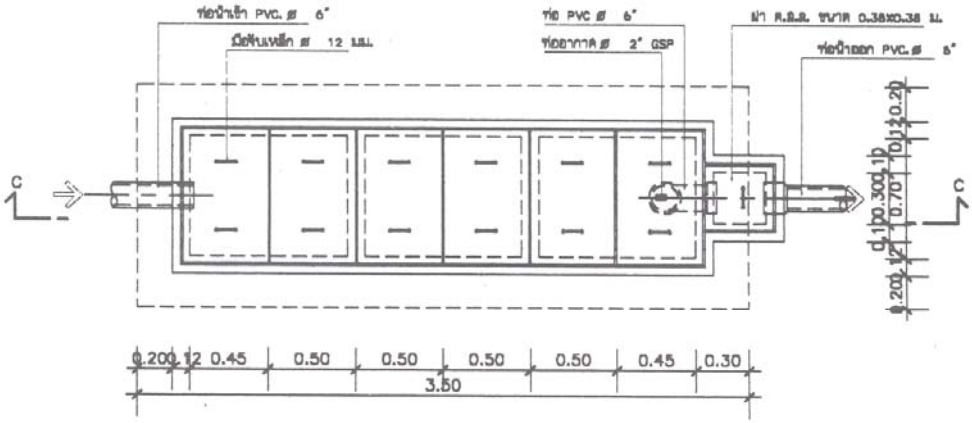
รูปตัด B–B 1 : 20



ปอดักขยะ 1 : 20



รูปตัด C–C 1 : 20



ปอดักไขมัน 1 : 20

5

หมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร



5. หมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

5.1 ขอบเขตความรับผิดชอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้อื่นๆ ทั้งหมดให้เป็นไปตามแบบ และสามารถใช้การได้อย่างสมบูรณ์ รายการข้อกำหนดของสัญญา ตำแหน่งติดตั้งตามที่กำหนดในแบบอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้อาจจะมีบางจุดที่จำเป็นต้องจัดหาและติดตั้งเพิ่มเติมให้งานไฟฟ้าเรียบร้อยสมบูรณ์และเป็นไปตามหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

5.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

ตามแบบและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนและต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบล่าสุด ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่าง และ/หรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ไปให้ผู้ว่าจ้างตรวจอนุมัติ เมื่อได้ตรวจอนุมัติแล้วจึงนำมาติดตั้งได้ ตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์และ/หรือรายละเอียดต้องนำไปเก็บแสดงไว้ที่หน่วยงานก่อสร้างดังต่อไปนี้

- ดวงโคมและส่วนประกอบของดวงโคม
- สวิตช์และฝาครอบ
- เต้ารับและฝาครอบ
- สายไฟฟ้าและหัวต่อสาย
- ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ
- รางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบราง

5.1.1.1 มาตรฐานทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่ได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่งที่กำหนดไว้ในรายละเอียดเฉพาะวัสดุอุปกรณ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

ANSI AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE

NEMA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION

UL UNDERWRITERS LABORATORIES INC

IEC INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

VDE VERBAND DEUTSHER ELECTROTECHNIKER

DIN DEUTSHER INBDUSTRIE NORMEN

BS BRITISH STANDARD

JIS JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS

5.1.1.2 การเทียบเท่าวัสดุและอุปกรณ์

ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบได้ ผู้รับจ้างสามารถยื่นเสนอขอใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เทียบเท่าได้ตามเงื่อนไขของการขอใช้เทียบเท่าที่กองแบบแผนกำหนด

การยื่นเสนอขอเทียบเท่าดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเร่งดำเนินการโดยคำนึงถึงระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างต้องใช้ในการพิจารณา และระยะเวลาในการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้การก่อสร้างแล้วเสร็จตามสัญญา

5.1.1.3 การติดตั้งอุปกรณ์

5.1.1.3.1 ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบและรายละเอียดของงานด้านสถาปัตยกรรมโครงสร้าง อาคารระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์สามารถติดตั้งได้ในแนวหรือพื้นที่ที่กำหนดไว้ โดยสอดคล้องกับงานทางสาขาอื่น ถึงตำแหน่งของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ปรากฏในแบบ เป็นตำแหน่งโดยประมาณสามารถเคลื่อนย้ายได้ตามความเหมาะสม

5.1.1.3.2 ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในสาขานี้โดยเฉพาะเป็นผู้ทำการติดตั้ง

5.1.1.4 มาตรฐานติดตั้ง

การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545 (ว.ส.ท.) และปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ มาตรฐานการติดตั้งของกรมโยธาธิการ ในกรณีที่กฎดังกล่าวไม่ครอบคลุมถึง ให้เป็นตามกฎหรือมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่ง ดังต่อไปนี้

วสท. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

ทศท กฎองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

NFPA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

NEC NATIONAL ELECTRICAL CODE

FOC FIRE OFFICE COMMITTEE

มาตรฐานสายไฟและบริภัณฑ์ไฟฟ้า

บริภัณฑ์ไฟฟ้าและสายไฟฟ้าทุกชนิด ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ฉบับล่าสุด หรือมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ.ยอมรับ เช่นมาตรฐาน IEC,BS,ANSI,NEMA,DIN,VDE,JIS,AS หรือ เป็นชนิดที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ.ก่อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1.5 มาตรฐานสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

5.1.1.5.1 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 11-2531 (THW)

5.1.1.5.2 สายไฟฟ้าอลูมิเนียมหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 293-2541 (THWA)

5.1.1.5.3 สายไฟฟ้าอลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย เป็นไปตาม มอก.85-2548

5.1.1.5.4 สายไฟฟ้าอลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก เป็นไปตาม มอก.85-2548

5.1.1.6 มาตรฐานตัวนำไฟฟ้า

5.1.1.6.1 บัสบาร์ทองแดง (Copper Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 98

5.1.1.6.2 บัสบาร์อลูมิเนียม (Aluminum Bus Bar)ต้องมีความบริสุทธิ์ของอลูมิเนียมแไม่น้อยกว่าร้อยละ 98

5.1.1.6.3 บัสเวย์ (Busway) ต้องเป็นชนิดที่ประกอบสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิต และได้มีการทดสอบแล้ตามมาตรฐานข้างต้น

5.1.1.7 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน และ สวิตช์ตัดตอนอุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีมาตรฐานและคุณสมบัติไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้

5.1.1.7.1 **ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์** เป็นไปตาม มอก. 506-2527 และ มอก. 507-2527 ตามลำดับ

5.1.1.7.2 **สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ** เป็นไปตาม มอก. 824-2531

5.1.1.7.3 **สวิตช์ใบมีด** เป็นไปตาม มอก. 706-2530

5.1.1.7.4 **อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน** ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น UL,BS,DIN,JIS และ IEC

5.1.1.7.5 **ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์** (Fuse and Fuse Holder) พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าของเครื่องรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยง ผุกร่อน (Corrosion) เนื่องจากการใช้โลหะต่างชนิดกันระหว่างฟิวส์กับขั้วรับฟิวส์ และต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็นได้อย่างชัดเจน

5.1.1.7.6 **เซอร์กิตเบรกเกอร์** (Circuit Breaker)

5.1.1.7.6.1 ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม

5.1.1.7.6.2 ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

5.1.1.7.6.3 ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลา โดยในขณะใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

5.1.1.7.6.4 ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถ ในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนถาวรหลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาครอบ

5.1.1.7.6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

5.1.1.7.6.5.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันขนาดไม่เกิน 120 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898

5.1.1.7.6.5.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานอื่นๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2

5.1.1.7.7 **เซฟตีสวิตส์** (Safety Switch) ต้องปลดหรือสับวงจรได้พร้อมกันทุกๆ ตัวนำเส้นไฟ และต้องประกอบด้วยฟิวส์ รวมอยู่ในกล่องเดียวกัน และจะเปิดฝาได้ต่อเมื่อได้ปลดวงจรแล้ว หรือการเปิดฝานั้นเป็นผลให้วงจรถูกปลดด้วย และต้องสามารถปลดและสับกระแสใช้งานในสภาพปกติได้ ในกรณีที่ใช้งานเป็นสวิตช์อย่างเดียว อนุญาตให้ใช้แบบ Non-fuse ได้

5.1.1.7.8 **เครื่องตัดไฟรั่ว** (Residual Current Device หรือ RCD)

เครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ลดอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูด สำหรับแรงดันไม่เกิน 440 โวลต์ สำหรับบ้านอยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60755, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61543 หรือ มอก.909-2548

5.1.1.7.8.1 เครื่องตัดไฟรั่วควรมีค่าที่กระแสรั่วที่กำหนดไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ และมีช่วงระยะเวลาในการตัดไม่เกิน 0.04 วินาที เมื่อกระแสรั่วมีค่า 0.25 แอมแปร์

5.1.1.7.8.2 เครื่องตัดไฟรั่วต้องเป็นชนิดที่ปลดสายไฟที่มีไฟทุกเส้นออกจากวงจรรวมทั้งสายนิวทรัล (Neutral) ยกเว้นสายนิวทรัลนั้นจะแน่ใจได้ว่าปลอดภัยและมีแรงดันเท่ากับดิน

5.1.1.7.8.3 ห้ามต่อวงจรลัดคร่อมผ่าน (By pass) อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน

5.1.1.8 มาตรฐานหลักดิน และสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

5.1.1.8.1 แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (copper-clad steel) หรือแท่งทองแดง (solid copper) หรือแท่งเหล็กอาบสังกะสี (hot-dip galvanized steel) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (ขนาดทางการค้า-รายละเอียดให้ดู หมายเหตุ) ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

- เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก low carbon steel ที่มี tensile strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อ ตร.มม.
- ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9% และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ molecularly bonded กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 250 ไมโครเมตร
- ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และBending Test ตามมาตรฐาน UL-467
- กรณีแท่งเหล็กอาบสังกะสีต้องมีความหนาเฉลี่ยของสังกะสีไม่น้อยกว่า 85 ไมโครเมตร

5.1.1.8.2 แผ่นตัวนำชนิดป้องกันการผุกร่อนที่มีพื้นผิวสัมผัสกับดินไม่น้อยกว่า 0.18 ต.ร.ม. ในกรณีเป็นเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อนต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. หากเป็นโลหะกันการผุกร่อนชนิดอื่นที่ไม่ใช่เหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม.

5.1.1.8.3 ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียม เป็นหลักดินหรือสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

5.1.1.8.4 ยอมให้ใช้อาคารที่เป็นโครงโลหะและมีการต่อลงดินอย่างถูกต้อง โดยมีค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

5.1.1.8.5 หลักดินชนิดอื่นๆ ต้องได้รับการเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ก่อน

หมายเหตุ แท่งหลักดินขนาด 5/8 นิ้ว หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรื 14.20 มม. สำหรับแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง และ 0.625 นิ้ว หรือ 15.67 มม. สำหรับแท่งเหล็กอาบสังกะสี

5.1.1.9 มาตรฐานช่องเดินสาย และรางเคเบิล

5.1.1.9.1 ท่อเหล็กสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 770-2533

5.1.1.9.2 ท่อพีวีซี.แข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 216-2524

5.1.1.9.3 ท่อเอชดีพีอี (HDPE) แข็งที่นำมาใช้ร้อยสายไฟฟ้าฝังดินโดยตรงต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 982-2533

5.1.1.9.4 ท่อร้อยสายชนิดอื่นๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ก่อน

5.1.1.9.5 ขนาดของท่อที่กล่าวถึงนี้ หมายถึงเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน หรือขนาดทางการค้า

5.1.1.9.6 เครื่องประกอบการเดินท่อต้องเป็นชนิดที่ได้รับการอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

5.1.1.10 มาตรฐานหม้อแปลง

หม้อแปลงชนิดฉนวนน้ำมันต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 384-2543 หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น สำหรับหม้อแปลงชนิดแห้ง ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น

5.1.1.11 มาตรฐานบริภัณฑ์และเครื่องประกอบอื่นๆ

บริภัณฑ์และเครื่องประกอบอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ เช่น UL, IEC, BS, DIN และ NEMA

5.1.1.12 มาตรฐานเต้ารับ-เต้าเสียบ

เต้ารับ-เต้าเสียบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 166-2549 และ มอก. 2162-2547

5.1.1.13 มาตรฐานแผงสวิตส์สำหรับระบบแรงต่ำ

แผงสวิตช์สำหรับระบบแรงต่ำที่เป็นโลหะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1436-2540

5.1.2 วิศวกรไฟฟ้า

ผู้รับจ้างต้องมีและเสนอชื่อวิศวกรไฟฟ้าที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม แขนงไฟฟ้ากำลัง ระดับสามัญวิศวกร พร้อมส่งสำเนาหลักฐาน ให้กับผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้งเพื่อเป็นผู้รับผิดชอบงานการควบคุม ปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบ และรายการประกอบแบบพร้อมเซ็นชื่อรับรองในแบบของผู้รับจ้างที่เสนอแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (SHOP DRAWING) และแบบแสดงการติดตั้งจริง (AS-BUILT DRAWING)

5.1.3 แบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (SHOP DRAWING)

5.1.3.1 ในกรณีที่แบบรูป และรายการละเอียดไม่ชัดเจน หรือกำหนดไว้ให้ทำ ให้ผู้รับจ้างจัดทำ SHOP DRAWING ขนาดกระดาษที่ใช้เขียนจะต้องใช้ขนาดตามมาตรฐาน เช่น A3, A1, AO หรือตามแบบต้นฉบับที่ใช้ในการติดตั้ง โดยต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้า และรายละเอียดอื่นๆ อันอาจจะเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างหรืองานระบบอื่น รายละเอียดของแบบต้องมีไม่น้อยกว่าดังนี้

- แบบการติดตั้งระบบไฟฟ้าทุกระบบที่ปรากฏในแบบ
- การติดตั้งดวงโคม ห้องไฟฟ้า แนวสายเมน DUCT BANK (PEA or MEA standard) ทั้งหมด
- การติดตั้งสายไฟฟ้า ท่อร้อยสายไฟฟ้า ราง wire way และแนวทางการเดินสายไฟฟ้า
- การติดตั้ง Bus duct, แนวทางเดิน ระยะห่าง และระดับที่ใช้
- รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาดความหนาหรือคุณสมบัติอื่นๆ รวมถึงแสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่ติดตั้งบริเวณข้างเคียง (combine) เช่น หัวจ่ายเครื่องปรับอากาศ,springle เป็นต้น

5.1.4 การเสนอแบบขออนุมัติ

จะต้องประกอบด้วยแบบเท่าต้นฉบับจำนวน 3 ชุด และแบบย่อ 50% จำนวน 5 ชุด ทั้งนี้ แบบทุกแผ่นที่เสนอจะต้องมีลายเซ็นวิศวกรไฟฟ้าระดับสามัญวิศวกรทุกแผ่น พร้อมสำเนาใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง จำนวน 1 ชุด

5.1.5 แผนผังไฟฟ้าแสดงการติดตั้งจริง (AS-BUILT DRAWING)

ให้ผู้รับจ้างทำแผนผังตามที่สร้างจริง แสดงแนวสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวสายไฟฟ้าจากแบบรูปรายละเอียดขณะก่อสร้าง (SHOP DRAWING) โดยจัดมอบแบบแผนผังกระดาษไขต้นฉบับ จำนวน 1 ชุด และแบบสำเนาอีก 2 ชุด รวมเป็น 3 ชุด ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย

5.1.6 ป้ายชื่อ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายชื่อและแสดงผังวงจรบนแผ่นพลาสติก หรือแผ่นอลูมิเนียมและตัวอักษรติดตั้งที่ตู้เมนควบคุมตามที่กำหนดให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

5.1.7 การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดต่อหน้าผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตามวิธีการทดสอบของบริษัทตัวแทนจำหน่าย และรายละเอียดที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการทดสอบ พร้อมสาธิตการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอื่นๆ ที่ติดตั้งแก่

คณะกรรมการตรวจการจ้าง และเจ้าหน้าที่ของทางราชการเป็นที่เข้าใจ พร้อมเอกสารแสดงผลการทดสอบก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้าย

5.1.8 หนังสือคู่มือและการฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดหาหนังสือคู่มือในการทำงาน และบำรุงรักษาวัสดุและอุปกรณ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 3 ชุด พร้อมกับฝึกอบรมให้พนักงานของผู้ว่าจ้างมีความสามารถในการใช้และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง

5.1.9 การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิด ตามคู่สัญญากำหนดนับตั้งแต่วันรับมอบงานครั้งสุดท้าย ในระยะเวลารับประกันนี้ ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ได้ชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

5.1.10 การประสานงานกับการไฟฟ้าฯ

5.1.10.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อการไฟฟ้าในนามของผู้ว่าจ้าง เพื่อดำเนินการให้อาคารนี้มีไฟฟ้าใช้ ซึ่งรวมถึงจัดหาและติดตั้งเสามิเตอร์ ค่าตรวจสอบและอื่นๆ ที่การไฟฟ้าฯ เรียกเก็บโดยต้องเป็นผู้ดำเนินการให้ทันการตรวจรับงาน ค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระให้การไฟฟ้าฯ ทั้งหมดให้เป็นภาระของผู้รับจ้าง ยกเว้นค่าขยายเขตเป็นภาระของผู้ว่าจ้าง

5.1.10.2 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ เช่นสวิตช์เกียร์แรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นต้น ต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้จากการไฟฟ้าฯ

5.1.10.3 เงื่อนไขและรายละเอียดการขยายเขตหากแบบและรายการมิได้กำหนดรายละเอียดเป็นภาระของผู้ว่าจ้างมีดังนี้

(1) หากเป็นการเปิดพื้นที่ก่อสร้างใหม่ บริเวณนั้นไม่มีเครื่องวัดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าแรงสูง

(2) การก่อสร้างในพื้นที่ที่มีเครื่องวัดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าแรงสูงอยู่ แต่มีขนาดไม่เพียงพอ หรืออยู่ห่างจากแนวสายไฟฟ้าแรงสูงในการเชื่อมต่อระบบแรงสูงกับหม้อแปลงไฟฟ้าชุดใหม่

(3) การก่อสร้างอาคารในที่ที่มีขนาดสายเมนไฟฟ้าแรงต่ำ หรือขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าไม่เพียงพอกับการใช้งานของอาคารใหม่

5.2 ระบบไฟฟ้า

5.2.1 สวิตช์เกียร์แรงสูง

5.2.1.1 สวิตช์เกียร์แรงสูง 3 สาย ชนิด LOAD BREAK SWITCH หรือ CIRCUIT BREAKER 3-POLE แบบ SF6 ตามที่กำหนดในแบบ โดยมีจำนวน CABLE FEEDER และ TRANSFORMER FEEDER ตามที่แสดงไว้ในแบบ

5.2.1.2 สวิตช์เกียร์แรงสูง 3 สาย (3-POLE) แบบไม่มีฟิวส์ (LOAD BREAK DISCONNECTING SWITCH) แบบมีฟิวส์ (LOAD BREAK SWITCH WITH FUSE) และแบบ CIRCUIT BREAKER รายละเอียดในแบบกำหนด

5.2.1.3 รายละเอียดทั่วไป สวิตช์เกียร์แรงสูง

ผลิตตามมาตรฐาน VDE, ANSI หรือ IEC ขนาดตามที่แสดงไว้ในเบบ โดยมีส่วนประกอบอื่นๆ เพื่อให้สวิทช์เกียร์แรงสูงทำงานได้เรียบร้อยสมบูรณ์ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดต่อไปนี้

(1) ฟิวส์แรงสูงเป็นฟิวส์แรงสูงชนิด HRC FUSE LINK

(2) ต้องมี EARTHING SWITCH ชนิด 3 POLE โดย EARTHING SWITCH และ LOAD BREAK SWITCH ต้อง INTERLOCK กัน เพื่อป้องกันไม่ให้ใช้งานได้พร้อมกัน

(3) การทำงานทางกลของ TRIPPING เป็นแบบ PRE- STORED ENERGY ทั้งนี้เพื่อให้ LOAD BREAK SWITCH สามารถ TRIP ได้ทันที เมื่อเกิด FAULT ในสายส่ง

(4) ถ้า FUSE เฟสใดเฟสหนึ่งขาด TRIPPING MECHANISM จะทำงานซึ่งปลด LOAD BREAK SWITCH ออกจากระบบ

(5) ฝาตู้สวิตช์เกียร์จะเปิดออกได้ต่อเมื่อสวิตช์อยู่ด้านตำแหน่ง OFF เท่านั้น

(6) ต้องมีกุญแจ LOCK สำหรับ LOAD BREAK และ EARTHING SWITCH ทุกตัว

(7) SWITCH จะต้องสามารถทนการ BREAK ที่ RATED NORMAL CURRENT

5.2.2 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง

5.2.2.1 หม้อแปลงชนิดแห้ง (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง)

(1) ขนาดตามที่กำหนดในแบบต้องเป็นขนิดแห้งหุ้มด้วยเรซิน (DRY TYPE CAST RESIN) สำหรับใช้ภายในอาคาร ในที่มีความชื้นสูงไม่น้อยกว่า 75%

(2) หม้อแปลงต้องมีตัวตู้ปิดรอบมิดชิด ตัวตู้ผลิตภายในประเทศได้ โดยมีใบอนุญาตการผลิต (Licence) และได้มาตรฐาน IEC ตามข้อกำหนด

- โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉาก ยึดติดกันด้วยน๊อตและสกรู หรือเชื่อมติดกัน เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. รอบฝาตู้ส่วนล่างต้องมีช่องระบายอากาศ (VENTILATION SLOTS) ให้เพียงพอ ตัวช่องต้องมีตะแกรงปิดด้านในเพื่อป้องกันแมลงและสัตว์เล็กเข้าได้ (IP21) มีช่องเตรียมไว้สำหรับทางผ่านของตัวนำแรงสูงและแรงต่ำ
- การระบายอากาศภายในตู้ ให้มีแผ่นฉนวนกั้นภายในตู้ แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนบนและส่วนล่าง ช่องระบายอากาศเข้าอยู่ส่วนล่าง ส่วนบนปิดทึบอากาศเข้าทางส่วนล่างผ่านหม้อแปลงและออกทางช่องพัดลมหลังคาตู้
- ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่นแบบอีป็อกซี่-โพลีเอสเตอร์ ทั้งภายใน-ภายนอกและอบแห้ง
- ฐานของตัวตู้เองยึดติดบนฐานคอนกรีต

(3) ต้องมีอุปกรณ์อื่นๆ ไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- THERMISTER SENSORS ฝังอยู่ในขดลวดแรงต่ำทั้งสามชุด
- THERMOMERTER วัดอุณหภูมิขดลวดแรงต่ำ สามารถอ่านอุณหภูมิสูงสุดได้
- หลอดไฟสัญญาณและอ็อดหรือกริ่งไฟฟ้า
- พัดลมระบายอากาศ (ประกอบด้วยพัดลมเป่าใต้ขดลวดหม้อแปลง และพัดลมดูดที่หลังคาตู้หม้อแปลง)
- EARTHING TERMINAL
- NAMEPLATE AND INSTRUCTION PLATE WITH WIRING DIAGRAM

(4) หม้อแปลงทุกตัวที่ใช้ติดตั้งต้องมีใบรับรองการทดสอบตามมาตรฐาน IEC โดยบริษัทผู้ผลิตและ/หรือสถาบันที่เชื่อถือได้ซึ่งรวมถึง PARTIAL DISCHARGE TEST, ขดลวดแรงสูง (ทั้ง TAP 12 KV และ 24 KV) และหนังสือรับรองการตรวจสอบ (Test) เพื่อประกอบการพิจารณาอนุมัติ

5.2.2.2 หม้อแปลงชนิดแช่ในน้ำมัน

(1) ขนาดตามที่กำหนดในแบบ เป็นชนิดแช่ในน้ำมัน (0IL IMMERSED TRANSFORMER) มีความสูญเสียในขดลวดต่ำ (Low watt loss) ไม่เกิน 1.2 % ของขนาดหม้อแปลง ทนต่อสภาพภูมิอากาศสำหรับใช้ภายนอกอาคาร ขั่วต่อสาย HV,LV มีกล่องโลหะปิด (CABLE BOX) และต้องได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

(2) หม้อแปลงต้องผ่านการทดสอบมาจากโรงงาน และการไฟฟ้าฯ มีหนังสือรับรองผลการทดสอบ แล้วจึงนำมาติดตั้งได้

(3) การติดตั้งหม้อแปลง ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่แสดงไว้ในแบบ

5.2.3 ตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (MDB)

5.2.3.1 ตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน (MDB) ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐาน มอก. หรือ IEC

5.2 3.2 ตัวตู้ผลิตภายในประเทศโดยมีลักษณะดังนี้

(1) โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากขนาดไม่ต่ำกว่า 50 x 50 x 4 มม. ยึดติดกันด้วยน๊อต และสกรูหรือเชื่อมติดกัน ตู้ที่ตั้งติดกันให้ยึดถึงกันด้วยน๊อตและสกรู

(2) เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้หนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ส่วนที่เป็นแผ่นปิดด้านหน้าด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแบบพับขอบ และมีร่องสำหรับยึดยางกันฝุ่น ด้านบนให้ใช้แบบแผ่นเรียบยึดด้วยสกรู

(3) บานประตูของช่องใส่อุปกรณ์เป็นแบบเปิดได้ใช้บานพับชนิดซ่อน เปิด-ปิดโดยใช้กุญแจสามารถถอดบานประตูออกได้ โดยเปิดกว้างแล้วยกขึ้น

(4) ฝาปิดช่องล่างด้านหน้าฝาปิดด้านหลังทั้งหมดและฝาด้านข้างเปิด-ปิดโดยใช้สกรูและให้เจาะช่องระบายอากาศ โดยมีมุ้งลวดด้านในตามความเหมาะสม

(5) เหล็กแผ่นที่ใช้ป้องกันอันตรายภายในตู้ เช่น ป้องกันอ๊าร์ค ระหว่างอุปกรณ์หรือระหว่างตู้ หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

(6) ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องทำความสะอาด และ/หรือผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่นแบบอีป๊อกซี่-โพลีเอสเตอร์ทั้งภายใน-ภายนอกและอบแห้ง

(7) ฐานของตัวตู้ต้องยึดติดบนฐานคอนกรีตด้วยสกรูขยาย

5.2.3.3 บัสบาร์ ต้องเป็นทองแดงขนาดตามที่กำหนด ผลิตขึ้นเพื่อใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ บัสบาร์ต้องยึดติดกับโครงตู้ด้วยฉนวนยึดบัสบาร์ให้แข็งแรงแทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA หรือตามที่กำหนดในแบบ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น บัสบาร์ช่วงต่อกับหม้อแปลงจะต้องมีส่วนที่เป็นบัสบาร์ชนิดบิดงอได้ เพื่อลดแรงบิดและแรงดึง บัสบาร์ต้องพ่นสีทนความร้อนโดยใช้รหัสสีเหมือนสายไฟฟ้าขนาดกระแสของบัสบาร์ทองแดง ต้องเป็นไปตามตารางที่กำหนด

5.2.3.4 สวิตช์อัตโนมัติ (CIRCUIT BREAKFIR) ผลิตตามมาตรฐาน IEC ขนาดตามที่กำหนด เป็นแบบติดตั้งถาวร เปิด-ปิดด้วยมือ มี THERMAL และ MAGNETIC TRIP ติดอยู่แต่ละ POLE ของสวิทช์อัตโนมัติ มี TRIP UNIT อื่นๆ ตามที่กำหนดในแบบสามารถทนกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือตามความเหมาะสม

5 2.3.5 PROTECTION RELAY

(1) UNDER VOTAGE RELAY ต้องเป็นชนิด SOLID STATE CONTROLLED ต่อโดยตรงเข้ากับระบบ สามารถตัดวงจรเมื่อโวลต์ระหว่างเฟสแตกต่างกันตั้งแต่ 9% ขึ้นไปหรือโวลต์ทั้ง 3 เฟสลดลงต่ำกว่า 12% หรือเกิดการสลับเฟส โดยสามารถหน่วงเวลาก่อนการทำงานประมาณ 2 วินาที

(2) GROUND FAULT RELAY ต้องเป็นชนิด SOLID STATE CONTROLLED ทำงานเมื่อมีการลัดวงจรลงดิน สามารถหน่วงเวลาการทำงานได้ตามต้องการ

5.2.3.6 เครื่องวัด (METERING) ที่ใช้ติดตั้งกับตู้สวิตช์อัตโนมัติ (แรงต่ำ) ต่างๆ ประกอบด้วย

(1) โวลต์มิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน ความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า

(2) โวลต์มิเตอร์สวิทช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 7 step คือ step ปิด 1 step ระหว่างเฟสกับเฟส 3 step และระหว่างเฟสกับศูนย์ 3 step

(3) แอมมิเตอร์ ต้องเป็นชนิดต่อตรงกับระบบแรงดัน หรือต่อผ่านหม้อแปลงกระแสความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า

(4) แอมมิเตอร์สวิตช์ ต้องเป็นชนิดเลือกได้ 4 step คือ step ปิด 1 step และเฟส 3 step

(5) หม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ต้องมีกระแสด้านออก 5 AMP และกระแสด้านเข้าตามที่กำหนดความคลาด เคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า

(6) กิโลวัตต์ และกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์ เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส ต่อตรงกับระบบแรงดันหรือต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ากระแส ตามที่กำหนดในแบบความคลาดเคลื่อน 2.5% หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้

(7) เพาเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส ต่อโดยตรงกับระบบแรงดันและหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสมีระยะพิกัด LEAD 0 5..1...LAG หรือความคลาดเคลื่อน 1.5% หรือดีกว่า

(8) ฟรีเควนซีมิเตอร์ ต้องเป็นชนิด VIBATING REED มี 13 REEDS ต่อเข้ากับระบบแรงดัน มีระยะพิกัด 14-53 Hz ความคลาดเคลื่อน 05% หรือดีกว่า

5 2.3.7 คาปาซิเตอร์ และชุดควบคุม

(1) คาปาซิเตอร์

- ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐานของ IEC

(2) AUTOMATIC POWER FACTOR CONTROLLER สามารถสับคาปาซิเตอร์เข้า-ออกได้ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดในแบบ โดยสามารถรักษาระดับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ตั้งไว้ได้โดยอัตโนมัติ และควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์

(3) ต้องมี ON-OFF PUSH BUTTON และ PILOT LAMP สำหรับ MANUAL OPERATE ตามจำนวนที่กำหนดในแบบ

(4) ฟิวส์ สำหรับป้องกันคาปาซิเตอร์ ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐาน IEC ชนิด HRC ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 kA ที่ 380 V

(5) คอนแทคเตอร์ ขนาดตามที่กำหนด ผลิตตามมาตรฐานของ IEC ชนิด AC 3 DUTY

5 2.3.8 PILOT LAMP หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ชนิดหลอดไส้ 1.2 W. หรือมากกว่า แรงเคลื่อน 6v-24V มีหม้อแปลงชนิด ISOLATING ลดแรงดันจาก 230V ฝาครอบด้านหน้าเป็นเลนส์พลาสติก ขนาดไม่เล็กกว่า 22 มม. สีของเลนซ์ตามที่กำหนด

5.2.3.9 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชนิดที่กดปุ่มมี O-RING โลหะล้อมรอบขนาดไม่เล็กกว่า 22 มม. สีของปุ่มกดตามที่กำหนด

5.2.3.10 MAGNETIC CONTACTOR หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาด CUR-RENT RATING ของ CONTACT ตาม AC 3 DUTY มาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

5.2.3.11 MAGNETIC CONTROL RELAY หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาด LOAD ของ CONTACT ต้องไม่น้อยกว่า 1O A ที่ 230 V

5.2.3.12 MIMIC DIAGRAM ต้องติด MIMIC DIAGRAM ขนาดกว้าง 10 มม. หนา 1 มม. แสดงผังวงจร SINGLE LINE DIAGRAM ของตู้ MDB

5.2.3.13 ตู้ชนิด Type-Test

แผงสวิตช์จะต้องออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน IEC 60439-1 โดยมีเอกสารรับรองการทดสอบเฉพาะแบบ (Type-test Asseembly, TTA)

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วย แผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board : MDB) , แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board : EMDB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB)

การสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC 439-1 (FULLY TYPE – TESTED) ชนิด LICENSE FACTORY และตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก.1436-2540) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และโรงงานผลิตต้องได้การรับรองมาตรฐาน ISO

5.2.4 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย (LOAD CENTER)

5.2.4.1 ตัวผู้ตามที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC ชนิด DEAD FRONT เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้ หนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสี และอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน ด้านในของฝาด้านหน้าต้องมีที่ยึดแผ่นตารางแสดงการใช้งานของสวิตช์อัตโนมัติแต่ละตัว ตารางนี้ทำด้วยกระดาษมีขนาดเหมาะสม บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงสำหรับใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ ยึดติดบนฉนวนอย่างแข็งแรง สามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด หรือตามความเหมาะสม

5.2.4.2 สวิตช์อัตโนมัติ ชนิดและขนาดตามที่กำหนด หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาด IC RATING ของวงจรย่อยต้องไม่น้อยกว่า 4.5 kA 240 V และสวิตช์อัตโนมัติเมนต้องไม่น้อยกว่า14 kA 415 V การวางเรียงสวิตช์อัตโนมัติ ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้ โดยไม่หยุดการทำงานของสวิตช์อัตโนมัติตัวอื่นๆ การจัดตั้งเป็นแบบ PLUG IN หรือ BOLT ON

5.2.4.3 การต่อสายเข้ากับ BUSBAR ของตู้สวิตช์อัตโนมัติเมน และ/หรือสวิตช์อัตโนมัติ (CIRCUIT BREAKER) ที่เป็นลักษณะ BOLT ON ให้ใช้หางปลาที่มีลักษณะเป็นแบบท่อทองแดงไม่มีตะเข็บ (COPPER TUBE LUGS TERMINAL) ชนิดหนาขึ้นรูปผ่านการ ELECTROLYTIC และชุบด้วยดีบุก หุ้มด้วยฉนวนตามรหัสสีของสาย

5.2.5 สวิทช์ตัดตอน

สวิตช์ไม่อัตโนมัติ (SAFETY SWITCH DISCONNECTING SWITCH, LOAD BREAK SWITCH OR ISOLATION SWITCH) ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐานของ ANSI, NEMA, UL, IEC, BS หรือ VDE

5.2.6 ท่อร้อยสายไฟฟ้า (CONDUIT)

5.2.6.1 ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

ประเภทของท่อเหล็กเคลือบสังกะสี

ประเภทที่ 1 ผนังท่อบาง ชื่อย่อว่า **EMT** (ELECTRICAL METALLIC TUBING)

ประเภทที่ 2 ผนังท่อหนาปานกลาง ชื่อย่อว่า **IMC** (INTERMEDIATE METAL CONDUIT)

ประเภทที่3 ผนังท่อหนา ชื่อย่อว่า **RSC** (RIGID STEEL CONDUIT)

5.2.6.2 พีวีซี.แข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า หรือสายโทรศัพท์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

5.2.6.3 ท่อพีอี ให้ใช้ผลิตภัณท์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

5 2.6 4 ท่อพีบี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก.

5.2.6 5 ท่อโลหะอ่อน ชื่อย่อว่า **FMC** (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะที่โค้งงอ ได้ง่าย ผิวภายในปราศจากคม ในกรณีที่ระบุเป็นชนิดกันน้ำ ท่อโลหะอ่อนต้องมีปลอกพลาสติกหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

5.2.6.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

(1) ต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในท่อ ก่อนนำมาติดตั้ง

(2) การดัดงอท่อแข็งต้องใช้เครื่องมือสำหรับดัดท่อโดยเฉพาะ และต้องไม่ทำให้ท่อชำรุด หรือตีบรัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

(3) การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้าง ต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.90 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตช์

(4) การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้าง ต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 1.30 เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.30 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตช์

(5) ปลายท่อ ต้องลบคมออกให้หมด โดยใช้ CONDUIT REAMER หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม

(6) ท่อที่วางลอดใต้ถนน ต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

(7) ท่อโลหะที่ฝังดิน ต้องทาฟลิ้นโค้ตภายนอกอย่างน้อย 2 ชั้น

(8) ท่อ **EMT** หรือ FMC ที่ยึดกับ กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ต้องใช้ CONECTOR และ BUSHING ประกอบปลายท่อ

(9) ท่อ **IMC** หรือ **RSC** ที่ยึดกับ กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย หรือแผงสวิตช์ ต้องใช้ LOCK NUT และ BUSHING ประกอบปลายท่อ

(10) กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย ให้ทาสีที่กล่องดังนี้

ระบบไฟฟ้าสีส้ม

ระบบโทรศัพท์สีเขียว

ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้ สีแดง

ระบบอื่นๆ ตามความเหมาะสม

5.2.6.7 การเลือกให้ท่อร้อยสายไฟฟ้า

(1) ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว

(2) ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่ต่อกับอุปกรณ์ที่สั่นสะเทือนขณะใช้งานปกติ ต้องใช้ท่อ **FMC** ในกรณีที่อยู่นอกอาคาร หรือบริเวณที่เปียกชื้นให้ใช้ท่อ **FMC** ชนิดกันน้ำ

(3) ในกรณีที่มิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ฝังในคอนกรีตต้องใช้ท่อ **IMC** หรือ **RSC**

(4) ในกรณีที่มิได้กำหนดขนาดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดานหรือเดินท่อลอยเกาะเพดานหรือฝังในผนังที่มิใช่คอนกรีตให้ใช้ท่อ **EMT** ในบริเวณดังกล่าวได้

(5) ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ **EMT** หากท่อที่ไม่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 นิ้ว ให้ใช้ท่อ **IMC** แทนท่อ **EMT** ที่กำหนด

5.2.7 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย (JUNCTION, OUTLET AND PULL BOXES)

5.2.7.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องเป็นชนิดเหล็กอาบสังกะสีทั้งภายนอกและภายในความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1 มม. สำหรับใช้ภายในอาคาร และชนิดโลหะสำหรับใช้ภายนอกอาคาร หรือตามที่กำหนดในแบบ

5.2.7.2 กล่องดึงสายต้องมีฝา ปิด-เปิด ยึดด้วยสกรู ความหนาของเหล็กแผ่นประกอบกล่องต้องไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ขนาดของกล่องที่ไม่เป็นไปตาม NEMA การเลือกใช้เป็นไปตาม NEC

5 2.7.3 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน ฝังเรียบผนัง ฝังเรียบเพดาน หรือติดตั้งลอยตามลักษณะของการใช้งานต้องสามารถเข้าไปตรวจซ่อมได้ง่าย

5 2 7.4 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานหรือติดตั้งลอย ต้องยึดตรึงให้แข็งแรงกับโครงสร้างของอาคาร ห้ามให้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก

5.2.7.5 รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย กล่องทุกกล่องต้องมีฝาปิด

5.2.8 รางเดินสาย (WIRE WAY)

5 2 8.1 รางเดินสายพร้อมฝาครอบรางชนิดกดล็อค หรือยึดด้วยสกรู (เฉพาะรางเดินสายในแนวตั้ง ฝาครอบต้องเป็นชนิดยึดด้วยสกรู) ทำด้วยเหล็กแผ่นขนาดตามที่กำหนด เหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้

(1) รางเดินสายกว้างตั้งแต่ 6 นิ้วลงมา 1.0 มม.

(2) รางเดินสายกว้างตั้งแต่ 6 นิ้วขึ้นเป 1.5 มม.

5.2.8.2 รางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดที่เป็นโลหะ ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่นและอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน

5.2.8.3 รางเดินสาย ต้องติดตั้งในที่เปิดโล่ง สามารถเข้าไปตรวจสอบได้โดยง่าย การติดตั้งจะต้องแขวนหรือยึดติดกับโครงสร้างด้วยเหล็กฉากทุกระยะ 1.50 เมตร ในแนวราบและ 2.40 เมตร ในแนวตั้ง หรือทุกระยะที่ได้จากการคำนวณการรับน้ำหนักของรางเดินสาย และสายไฟฟ้ารวมกัน

5.2.8.4 พื้นที่หน้าตัดของสายไฟทุกเส้น (รวมฉนวนด้วย) ในรางเดินสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดของรางเดินสาย และจำนวนสายไฟในแต่ละรางต้องไม่เกิน 30 เส้น ทั้งนี้ไม่นับสายควบคุมและสายดิน และข้อยกเว้นตาม NEC

5.2.8.5 รางเดินสายในแนวตั้ง ต้องมีขั้นบันได ทุกระยะไม่เกิน 2.40 ม. สำหรับยึดและรับน้ำหนักสายไฟฟ้า

5.2.8.6 การติดตั้งรางเคเบิลและสายเคเบิล (Cable trays)

5.2.8.6.1 รางเคเบิลต้องต่อเนื่องโดยตลอด

5.2.8.6.2 สายที่ติดตั้งบนรางเคเบิลเมื่อเดินแยกเข้าช่องร้อยสายอื่น ต้องมีการจับยึดให้มั่นคง

5.2.8.6.3 ห้ามติดตั้งสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิลเดียวกันกับสายเคเบิ้ลระบบแรงสูง

<u>*ยกเว้น*</u> มีแผ่นกั้นที่แข็งแรงและไม่ติดไฟ

5.2.8.6.4 รางเคเบิลต้องติดตั้งในที่เปิดเผยและเข้าถึงได้ และมีที่ว่างพอเพียงที่จะปฏิบัติงานบำรุงรักษาสายเคเบิลได้สะดวก

5.2.8.6.5 เมื่อใช้สายเคเบิลแกนเดียว สายเส้นไฟและสายนิวทรัล ของแต่ละวงจร ต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่ม (ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสายเส้นนิวทรัล 1 เส้น และสายเส้นไฟเฟสละ 1 เส้น) และสายต้องมัดเข้าด้วยกัน เพื่อป้องกันการเกิดกระแสไม่สมดุล เนื่องจากการเหนี่ยวนำและป้องกันสายเคเบิลเคลื่อนตัวอย่างรุนแรงเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร

5.2.8.6.6 การต่อสายในรางเคเบิลต้องทำให้ถูกต้องตามวิธีการต่อสาย แต่จุดต่อสายต้องอยู่ภายในรางเคเบิล และต้องไม่สูงเลยขอบด้านข้างของรางเคเบิล

5.2.9 สายไฟฟ้า

5 2.9 1 สายไฟฟ้าทั้งหมด ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวน ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. 11-2531

5 2.9.2 การเลือกใช้สายไฟฟ้า

(1) เครื่องหมายประจำสายไฟฟ้า ให้ใช้สีของฉนวนสายไฟฟ้า หรือผ้าเทปสีม้วนสาย หรืออักษรกำกับสาย ดังนี้

สายดิน	-	G	-	สีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง		
สายศูนย์	-	N	-	สีขาวหรือสีเทา		
สายเฟส		A	-	R	-	สีแดง
สายเฟส		B	-	Y	-	สีเหลือง
สายเฟส		C	-	B	-	สีน้ำเงิน

(2) ชนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าระบบ 1 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 300 V
- วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 750 V
- สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ TYPE-B (VAF)
- สายไฟฟ้าเดินลอยสำหรับเข้ารับให้ใช้ TYPE B-G (VAF-GROUND)
- สายไฟฟ้าร้อยท่อ ในรางเดินสายให้ใช้ TYPE-A (THW)
- สายไฟฟ้าใต้ดินร้อยท่อหรือฝังดินโดยตรงให้ใช้ TYPE-CS หรือ TYPE-D (NYY) หรือ (CV)

(3) ขนาดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- สายวงจรย่อย 2.5 ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ 1O AT
- สายวงจรย่อย 4 ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ 15-16 AT
- สายวงจรย่อย 6 ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ 2O AT

ในกรณีร้อยท่อ สายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลมให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด 2.5 ตร.มม. TYPE-A ในกรณีเดินสายลอย สายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลมให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด1.5 ตร.มม. TYPE-B

5.2.9.3 การเดินสาย

(1) การร้อยสายในท่อต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(2) การตัดต่อสาย ต้องทำในกล่องต่อสาย กล่องสวิตซ์, กล่องเต้ารับ, กล่องดวงโคมหรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการตัดต่อสาย ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบ หรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย

(3) การเชื่อมต่อสายขนาด 6 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK และการเชื่อมต่อสายขนาด 10 ตร.มม. หรือใหญ่กว่าให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

(4) การดึงสาย หากมีความจำเป็นอาจใช้สารบางชนิดช่วยลดความฝืดของท่อได้ แต่สารชนิดนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

(5) สายที่ร้อยในท่อ ต้องมีอุปกรณ์ยึดรับน้ำหนักสาย ตามระยะที่กำหนด

(6) สายที่ร้อยในรางเดินสายในแนวตั้ง ต้องยึดกับขั้นบันได

(7) การเดินสายลอยเกาะผิวอาคาร ต้องยึดด้วยเข็ม ขัดรัดสายทุกระยะห่างไม่เกิน 0.10 ม.

(8) การเดินสายใต้ดิน

ก. ข้อกำหนดขั้นต่ำสุดของการปิดทับสายไฟฟ้าชนิดฝังดินโดยตรง ท่อร้อยสายไฟฟ้าหรือช่องเดินสายไฟฟ้าอย่างอื่นที่ได้รองรับเพื่อจุดประสงค์นั้นแล้วต้องติดตั้งให้เป็นไปตามตารางที่ 2 ยกเว้นในกรณีต่อไปนี้

- เมื่อใช้แผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร ปิดทับตลอดความยาวและยื่นคลุมเลยด้านข้างไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร ให้ลดค่าในตารางที่ 2 ได้อีก 0.15 เมตร

- ท่อร้อยสายไฟฟ้า หรือช่องเดินสายไฟฟ้าอย่างอื่น ที่อยู่ใต้อาคารหรือใต้แผ่นคอนกรีตภายนอกอาคารที่หนาไม่น้อยกว่า 0.10 เมตร และยื่นคลุมท่อร้อยสายไฟฟ้า หรือช่องเดินสายไฟฟ้าด้านข้างไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร ไม่ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2

- บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ไม่ว่าเดินสายไฟฟ้าด้วยวิธีใดๆ ต้องมีความลึกต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร (จากผิวจราจร)

- ในกรณีที่เป็นวงจรย่อยสำหรับที่อยู่อาศัย ซึ่งมีแรงดันไม่เกิน 300 โวลท์ และมีเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดไม่เกิน 30 แอมแปร์ ให้มีความลึกต่ำสุด 0.30 เมตรได้

- ทางวิ่งในสนาม รวมทั้งบริเวณหวงห้ามข้างเคียง ทางวิ่งให้มีความลึกต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร โดยไม่ต้องใช้ช่องเดินสายไฟฟ้าหรือหุ้มคอนกรีต

- ช่องเดินสายไฟฟ้า ที่ติดตั้งในหินแข็ง ให้มีความลึกน้อยกว่าที่กำหนดได้ถ้าปิดทับด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร และคอนกรีตดังกล่าวต้องเทถึงผิวหินข้างล่าง

ข. ส่วนที่เป็นโลหะหุ้มสายไฟฟ้า ได้แก่ ปลอก เปลือกนอก และช่องเดินสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันเป็นอย่างดี และต่อลงดินที่ต้นทางและปลายทาง

ค. สายไฟฟ้าใต้ดินที่ติดตั้งใต้อาคารต้องอยู่ในช่องเดินสายไฟฟ้า หากร้อยสายไฟฟ้าไปยังภายนอกอาคาร ช่องเดินสายไฟฟ้าต้องยื่นออกให้พ้นแนวผนัง ด้านนอกของอาคารออกไปยังตำแหน่งที่เหมาะสม หรือตำแหน่งที่คณะกรรมการฯ กำหนด

ง. ตัวนำที่โผล่พ้นดิน ต้องอยู่ในที่ล้อม หรือในช่องเดินสายไฟฟ้าที่ได้รับการป้องกันเพื่อจุดประสงค์นั้น สำหรับช่องเดินสายไฟฟ้าที่ติดตั้งกับเสาไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าท่อโลหะหนาปานกลาง และต้องโผล่เหนือดินถึงระดับสูงไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

จ. สายไฟฟ้าใต้ดิน อนุญาตให้ต่อสาย ต่อแยกสายในรางเดินสาย หรือบ่อพักสายโดยไม่ต้องมีกล่องต่อสายได้ เมื่อการต่อหรือการต่อแยกนั้นดำเนินการตามกรรมวิธีและใช้อุปกรณ์การต่อแยกที่ได้รับการป้องกัน

ฉ. การกลบ วัสดุที่จะใช้กลบต้องง่ายต่อการบดอัด และต้องไม่มีสิ่งที่นำความเสียหายต่อท่อร้อยสายหรือสายไฟฟ้า

ช. ช่องเดินสายไฟฟ้าที่ความชื้นอาจเข้าไปสัมผัสส่วนในต้องปิดผนึกที่ปลายทั้งสอง

ซ. เมื่อสายไฟฟ้าออกจากท่อร้อยสายไฟฟ้า ไปฝังดินโดยตรง ที่ปลายท่อต้องมีปลอกป้องกัน

ฌ. สายแกนเดียวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน (ถ้ามี) ต้องติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันหรือเมื่อฝังดินโดยตรงต้องวางชิดกันในร่องเดินสายเดียวกัน

(9) จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า TYPE-A (THW) ในท่อร้อยสาย ให้เป็นไปตารางที่ 3

(10) สายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยจากตู้จ่ายไฟย่อย (LOAD CENTER)ไปยังอุปกรณ์ดวงโคมหรือเต้ารับไฟฟ้า อนุญาตให้เดินสายไฟฟ้าในท่อเดียวกันได้ ไม่เกิน 3 วงจร (ต่างเฟสกัน) โดยใช้สายไฟฟ้า TYPE-A (THW) ในท่อร้อยสาย ตามตารางที่3 จึงถือว่าไม่เป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

(11) สายไฟฟ้าสำหรับวงจรไฟฟ้ากำลัง เช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้ดูดควัน (HOOD) เต้ารับไฟฟ้ากำลัง, โคมไฟผ่าตัด, เครื่องคอมพิวเตอร์ ให้เดินสายไฟฟ้าร้อยท่อ CONDUIT แยกเฉพาะแต่ละวงจร เพื่อสะดวกในการใช้งานและซ่อมบำรุง

(12) แผงจ่ายไฟวงจรย่อย (LOAD CENTER, PANEL BOARD) ให้ติดตั้งลอยหรือฝังในผนังตามรูปแบบและรายละเอียด หรือตามความเหมาะสมโดยสูงจากพื้นประมาณ 1.80 เมตร

(13) การต่อเชื่อมสายเมนไฟฟ้าของอาคารที่ทำการก่อสร้างกับสายเมนไฟฟ้าแรงต่ำภายนอกอาคารให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 กรณีสายเมนภายนอกอาคารอยู่ห่างจากที่ทำการก่อสร้างไม่เกิน 30 เมตร (โดยสายเมนนี้ต้องมีขนาดเพียงพอ) ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการต่อเชื่อม (ยกเว้นแบบรูปและรายการละเอียดระบุไว้เป็นอย่างอื่น)

กรณีที่ 2 กรณีสายเมนอยู่ห่างจากอาคารที่กำลังก่อสร้างเกินกว่า 30 เมตร ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมสายเมนไฟฟ้าไว้สำหรับต่อเชื่อมในอนาคต ความยาวไม่ต่ำกว่า 30 เมตร พร้อมเสาแรงต่ำ 2 ต้น และให้ผู้รับจ้างจัดหาไฟฟ้าสำรองชั่วคราวมาต่อเชื่อมทำการทดสอบ สำหรับค่าใช้จ่ายเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง (ยกเว้นแบบรูปและรายการละเอียดระบุไว้เป็นอย่างอื่นๆ)

- สายเมนไฟฟ้าควรป้อนเข้าทางด้านหลังหรือด้านข้างอาคาร ยกเว้นกรณีที่จะโผล่ไปทางด้านหน้าควรเดินสายร้อยท่อ **IMC** ชนิดของสายไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้ากำหนด และทาทับด้วย FLINT COAT ฝังดินจากอาคารไปโผล่ยังเสาไฟฟ้าที่เหมาะสมตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ หรือตามรูปแบบกำหนด

5.2.9.4 สำหรับอาคารดังต่อไปนี้ ที่ไม่มีรายละเอียดระบบไฟฟ้าระบุไว้

- โรงรถ อาคารพัสดุ ทางเดินเชื่อม รั้ว ป้อมยาม โรงสูบน้ำ
- โรงไฟฟ้า โรงเก็บศพ โรงครัว โรงซักฟอก
- หรืออาคารที่มีจำนวนการติดตั้งดวงโคมและเต้ารับไม่เกิน 20 จุด

ให้ติดตั้งอุปกรณ์และเดินสายไฟตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น โดยต้องปฏิบัติตามรายการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ ในแบบรูปและรายการทั่วไป ประกอบแบบก่อสร้างอาคารของกองแบบแผน กระทรวงสาธารณสุข กำหนด

5.2.9.5 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าที่เสาใกล้ที่สุด หรือในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับอาคารบ้านพักระดับ 1-2, 3-4 และเรือนแถวให้ติดตั้งมิเตอร์ขนาด 5 (15 A) ทุกยูนิตอาคารบ้านพักระดับ 5-6 สถานีอนามัย และสำนักงานผดุงครรภ์ ติดตั้งมิเตอร์ขนาด 10 (3O A) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยมิเตอร์ต้องผ่านการตรวจสอบจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ และสายไฟฟ้าเข้ามิเตอร์ ให้ใช้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

ตารางที่ 2
ค่าความลึกต่ำสุดสำหรับแรงดันระบุไม่เกิน 600 โวลท์

วิธีการเดินสายไฟฟ้า	ค่าความลึกต่ำสุด (เมตร)
สายไฟฟ้าชนิดฝังดินโดยตรง	0.60
ท่อโลหะหนา	0.15
ท่อโลหะหนาปานกลาง	0.15
ท่อโลหะหนาซึ่งรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม	0.45
ช่องเดินสายไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งได้รับการรับรองแล้ว	0.45

ช่องเดินสายไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้ โดยมีคอนกรีตหุ้ม ต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 0.05 เมตร

หมายเหตุ ค่าความลึกต่ำสุดวัดจากระดับผิวดินถึงระดับผิวบนของสายไฟฟ้าชนิดฝังดินโดยตรง หรือท่อร้อยสายไฟฟ้า หรือช่องเดินสายไฟฟ้า

ตารางที่ 3

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า TYPE-A (THW) ในท่อร้อยสาย

ขนาดระบุของท่อ มม. (นิ้ว) / ขนาดสายไฟ ตร.มม.	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย									
	12.7 (1/2")	19 (3/4.")	25 (1")	32 (1 1/4")	38 (1 1/2")	50 (2")	60 (2 1/2")	75 (3")	90 (3 1/2")	100 (4")
1	6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4	3	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6	2	4	5	10	14	23	36	48	-	-
10	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70	-	-	-	1	1	3	5	8	10	13
95	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
120	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3

5.2.10 บัสดัก (BUS DUCT)

5.2.10.1 ขนาดตามที่กำหนดในแบบ ผลิตตามมาตรฐาน IEC

5.2.10.2 บัสดัก ต้องเป็นชนิด TOTALLY ENCLOSED,LOW IMPEDANCE,3 P.FULL NEUTRAL WITH INTERNAL GROUND BUS หรือ INTEGAL GROUND ใช้กับระบบแรงดันไฟฟ้า 380/220 V. 50 Hz RATED INSULATION CLASS B 130º C

5.2.10.3 บัสบาร์ ทำด้วยอลูมิเนียมหรือทองแดง บรรจุในกล่องมิดชิด การต่อบัสบาร์สลักและแป้นเกลียวซึ่งเป็นของผู้ผลิต ตลอดความยาวของบัสบาร์แต่ละอันต้องมีฉนวนหุ้มโดยตลอด อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นแต่ละจุดของบัสบาร์ต้องไม่เกิน 55^{0}C จากอุณหภูมิแวดล้อมเมื่อรับโหลดเต็มที่

5.2.10.4 PLUG IN UNIT ต้องมีระบบ SAFETY DEVICES คือเมื่อสวิตช์หรือเมื่อเซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง ON จะไม่สามารถเปิดฝา PLUG IN UNIT ได้ และไม่สามารถ ON สวิตช์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถ้าฝา PLUG IN UNIT เปิดอยู่

5.2.10.5 บัสดัก จะต้องยึดหรือแขวนกับโครงสร้างทุกระยะ 1.50 เมตร ในแนวราบและทุกชั้นของโครงสร้าง หรือไม่เกิน 5.0 เมตร ในแนวตั้ง

5.2.10.6 อุปกรณ์ประกอบบัสดัก เช่น FLANGE END ENDCLOSURE ELOW เป็นต้น ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับบัสดัก

5.2.10.7 อุปกรณ์ประกอบการจับยึดบัสดักต้องแข็งแรง ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะต้องไม่เป็นสนิมหรือผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต

5.2.10.8 การติดตั้งบัสเวย์ (Busways) หรือบัสดัก (Busduct)

บัสเวย์ ต้องติดตั้งในที่เปิดเผย มองเห็นได้ และสามารถเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาตลอดความยาวทั้งหมด

<u>ยกเว้น</u> ยอมให้บัสเวย์ที่ติดตั้งหลังที่กำบัง เช่น เหนือฝ้าเพดาน โดยจะต้องมีทางเข้าถึงได้และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้ทั้งหมด

5.2.10.8.1 ไม่มีการติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินอยู่ที่บัสเวย์ นอกจากเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับดวงโคม หรือโหลดอื่นๆ เฉพาะจุด

5.2.10.8.2 ช่องว่างด้านหลังที่กำบังที่จะเข้าถึงได้ต้องไม่ใช่เป็นช่องลมปรับอากาศ (air-handling)

5.2.10.8.3 บัสเวย์ ต้องเป็นชนิดปิดมิดชิด ไม่มีการระบายอากาศ

5.2.10.8.4 จุดต่อระหว่างช่องและเครื่องประกอบ ต้องเข้าถึงได้เพื่อการบำรุงรักษา

5.2.10.9 ห้ามใช้บัสเวย์ในกรณีดังต่อไปนี้

5.2.10.9.1 บริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพอย่างรุนแรง หรือมีไอทำให้เกิดการผุกร่อน

5.2.10.9.2 ในปล่องขนของ หรือปล่องลิฟต์

5.2.10.9.3 ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

5.2.10.9.4 กลางแจ้ง สถานที่ชื้น และสถานที่เปียก นอกจากจะเป็นชนิดที่ได้ออกแบบให้ใช้ได้สำหรับงานนั้นๆ

5.2.10.10 บัสเวย์ต้องยึดให้มั่นคงและแข็งแรง ระยะห่างระหว่างจุดจับยึดต้องไม่เกิน 1.50 เมตร หรือตามการออกแบบของผู้ผลิตและที่ปลายของบัสเวย์ต้องปิด

5.2.10.11 ในการต่อแยกบัสเวย์ต้องใช้เครื่องประกอบที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

5.2.10.12 พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องเป็นไปตามข้อกำหนด

5.2.10.13 การลดขนาดของบัสเวย์ ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติม

5.2.10.14 บัสเวย์ต้องไม่ติดตั้งให้สัมผัสกับวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย

5.2.10.15 การแยกบัสเวย์ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินที่จุดต่อแยก เพื่อใช้ป้องกันวงจรที่ต่อแยก เพื่อใช้ป้องกันวงจรที่ต่อแยกนั้น นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่นในเรื่องนั้นๆ

5.2.10.16 เปลือกหุ้มที่เป็นโลหะของบัสเวย์ต้องต่อลงดิน

5.2.10.17 อนุญาตให้ใช้เปลือกหุ้มของบัสเวย์เป็นตัวนำสำหรับต่อลงดินได้ ถ้าบัสเวย์นั้นได้ออกแบบให้ใช้เปลือกหุ้มเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

5.2.10.18 ขนาดกระแสของบัสเวย์ให้ใช้ตามที่กำหนดโดยผู้ผลิต คิดที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส โดยผ่านการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

5.2.11 การป้องกันไฟและควันลาม

บริเวณพื้นหรือกำแพงที่เปิดช่องไว้เป็นทางผ่านของท่อร้อยสายไฟรางเดินสายบริเวณช่อง SHAFT จะต้องอุดด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ซึ่งสามารถป้องกันไฟและควันลามได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

5.2.12 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

5.2.12.1 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั่วไป

(1) โคมไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) ขั้วรับหลอดชนิดเกลียว เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของ IEC หรือ VDE

(3) หลอดใช้งานที่แรงดัน 220-230 V เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก.

(4) สายในโคมไฟฟ้าชนิดสายอ่อน ขนาดไม่เล็กว่า 1.0 ตร.มม.อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70° C

5.2.12.2 โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์สำหรับห้องทำงานและบริเวณภายในอาคาร

(1) ขั้วรับหลอด และขั้วรับสตาร์เตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก.

(2) บัลลาสต์ ให้ใช้ชนิด LOW LOSS HIGH POWER FACTOR พร้อม CAPACITOR หรือ ELECTRONIC สามารถแก้ค่า POWER FACTOR ได้ไม่ต่ำกว่า 0.85 ทั้งนั้นให้ใช้บัลลาสต์ 1 ตัวต่อ 1 หลอด

(3) หลอด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก.ชนิดให้แสง WHITE, COOL WHITE หรือตามที่กำหนดในแบบ

(4) สตาร์เตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก.

(5) สายในโคมไฟฟ้า ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตร.มม. อุณหภูมิฉนวนไม่น้อยกว่า 70° C

(6) โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้มั่นคงแข็งแรง โคมไฟฟ้าที่ฝังในฝ้าเพดาน ต้องยึดกับโครงสร้างด้วยเส้นลวดขนาด 1/8 นิ้ว จำนวน 4 มุม. พร้อมอุปกรณ์ปรับความสูง-ต่ำของโคมไฟฟ้า หรือแขวนด้วยโซ่โลหะ (ยึดด้วย EXPANSION BOLT ชนิดโลหะห้ามใช้ชนิดพลาสติก)

(7) ตัวโคมไฟต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.6 มม. ผ่านกรรมวิธีพ่นสีป้องกันสนิมอย่างดีแล้วพ่นสีอบความร้อน ส่วนแผ่นสะท้อนแสงด้านข้างให้ใช้ชนิด 87% พร้อมตะแกรงอลูมิเนียมส่วนด้านบนให้ใช้ชนิด 95% ตามมาตรฐานกระทรวงพลังงาน

5.2.12.3 โคมไฟฟ้าก๊าซดิสชาร์จ

(1) โคมไฟฟ้าทำด้วยโลหะ โลหะหล่อ DI-CAST ALUMINUM หรือไฟเบอร์กลาส กล่าวตามมาตรฐานผู้ผลิต ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ

(2) อุปกรณ์ประกอบดวงโคม เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้ผลิตดวงโคม หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต บัลลาสต์เป็นชนิด HIGH POWER FACTOR (BUILT IN CAPACITOR) ให้ค่า POWER FACTOR ไม่ต่ำกว่า 0.85

5.2.12.4 โคมไฟฟ้าฉุกเฉินใช้แบตเตอรี่

(1) โคมไฟฟ้าต้องติดสว่างโดยอัตโนมัติเมื่อไฟเมนดับ และจะดับเองเมื่อไฟเมนเป็นปกติ

(2) เครื่องประจุแบตเตอรี่ เป็นแบบอัตโนมัติ

(3) แบตเตอรี่ ชนิด SEALED LEAD ACID 12 V. DC

(4) หลอดไฟแบบ LED W หรือตามที่กำหนดในแบบ

(5) แบตเตอรี่ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง เมื่อโหลดเต็มที่หรือตามที่กำหนดในแบบ

(6) การควบคุมวงจรเป็นแบบ SOLID STATE ทั้งหมด

5.2.13 สวิตช์และเต้ารับ

5.2.13.1 สวิตช์ให้ติดตั้งสูงจากพื้นประมาณ 1.20 ถึง 1.50 เมตร โดยมีกล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ฝังไว้ด้วย

5.2.13.2 เต้ารับ ให้ติดสูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร ยกเว้นบริเวณที่มีโต๊ะเคาน์เตอร์ หิ้ง เฟอร์นิเจอร์ กระจกหรืออื่นๆ ให้ติดอยู่เหนือเฟอร์นิเจอร์นั้นประมาณ 5-10 เซนติเมตร หรือตามตำแหน่งที่เหมาะสม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

- เต้ารับในห้องผ่าตัดและห้องคลอดหรือห้องที่อาจเกิดการระเบิดได้ง่าย ให้เดินสายร้อยท่อโลหะฝังผนังโดยติดสูงระดับเดียวกับสวิตช์

5.2.13.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสวิทช์และเต้ารับ ต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V.

5 2.13.4 รูเสียบของเต้ารับ ต้องใช้ได้กับทั้งชนิดขากลมและขาแบนพร้อมสายดินได้

5.2.13.5 เต้ารับต้องมีขั้วดิน ต้องต่อขั้วดินเข้ากับสายดิน ขนาดของสายดินต้องไม่เล็กกว่าดังต่อไปนี้ (หากแบบมิได้กำหนดไว้)

- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 30 แอมแปร์ สายดินขนาด 2.5 ตร.มม.
- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 40 แอมแปร์ สายดินขนาด 4 ตร.มม.
- ขนาดเครื่องป้องกันวงจรไม่เกิน 50 แอมแปร์ สายดินขนาด 6 ตร.มม.

5.2.14 การต่อลงดิน

5.2.14.1 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า และอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นต่ำกว่า 2.50 เมตร ซึ่งคนสัมผัสได้ ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ในแนวราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า เรื่องการต่อลงดินของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ หรือ NEC

5.2.14.2 หลักสายดิน (GROUND ROD) ต้องใช้ชนิดทองแดง หรือทองแดงหุ้มเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8” ยาว 3.0 เมตร และหลักสายดินต้องมีจำนวนเพียงพอ ที่จะทำให้ระบบดินมีความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม ในสภาวะดินแห้ง

5.2.14.3 สายดิน ต้องใช้ชนิดสายทองแดง หากมิได้กำหนดไว้ในแบบ ขนาดของสายดินให้เป็นไปตามตารางที่ 4 และตารางที่ 5

5.2.14.4 การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดินให้ใช้สายดินเชื่อมกับหลักสายดินโดยวิธีหลอมละลาย (EXOTHERMIC WELDING) หรือเชื่อมด้วยความร้อนวิธีอื่นที่เหมาะสม

5.3 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร ให้ใช้ระบบ **conventional system** โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดและตามที่ระบุ **“หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า”** มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ “TEST 1 2-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่า สำหรับอาคารและสิ่งปลูกสร้างประกอบ อาคาร ”

- National Fire Protection Assocciation No. 78

5.3.1 หลักสายดิน (GROUND ROD) ให้ใช้ copper clad steel Ground GD Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไป จนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด

5.3.2 ตัวนำลงดิน (Down conductor) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นมาตรฐานอย่างอื่นให้ใช้สายตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม. เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด

5.3.3 ตัวนำบนหลังคา (Roof conductor) หากมิได้กำหนด ไว้เป็นอย่างอื่นให้ตัวนำบนหลังคา ซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้าให้ต่อเนื่องกับทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมดเป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม.

5.3.4 หลักล่อฟ้า (Air Terminal) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (solid copper) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม. ยาว 1.00 ม. ติดตั้งที่ตำแหน่งสูงสุดของอาคารระยะห่างแต่ละจุดไม่เกิน 20.00 ม.

5.3.5 การเชื่อม (welding) การเชื่อมต่อโลหะให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดง กับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้ใช้เชื่อมด้วยวิธีหลอมละลาย (Exotherwic welding) เว้นแต่ในกรณี จำเป็นให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยทองเหลือง

ตารางที่ 4

ขนาดของตัวนำสำหรับต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

ขนาดของตัวนำ (ทองแดง) ประธานเข้าอาคาร (ตร.มม.)	ขนาดสายดินทองแดง (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
มากกว่า 500	95

ตารางที่ 5
ขนาดของตัวนำสำหรับต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอัตโนมัติ ด้านต้นทางของอุปกรณ์ (แอมแปร์)	ขนาดสายดินทองแดง (ตร.มม.)
10	1.5
15	2.5
20	4
30	6
40	6
60	6
80-100	10
125-300	16
225-300	25
400	35
500	35
600	50
800	70
1000	70
1600	120
2000	150
2500	185
3000	240
4000	300

5.4 ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM)

5.4.1 ทั่วไป

5.4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ ให้เป็นไปตามกฎและระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

5.4.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องเสนอผลิตภัณฑ์รุ่นล่าสุด และต้องเป็นสินค้าใหม่ ที่ไม่เคยถูกใช้งานที่ใดมาก่อน

5.4.1.3 ผู้รับจ้างต้องทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่เสนอกับคุณสมบัติทางเทคนิค ตามข้อกำหนดในรายการประกอบแบบ

5.4.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบโทรศัพท์ตามแบบที่กำหนดสำหรับคู่สายโทรศัพท์จากภายนอก ซึ่งเดินจากแผงกระจายสายร่วม (MDF) ไปยังภายนอกอาคารและเดินสายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายร่วมไปยังกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น และจากกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้นไปยังเข้ารับโทรศัพท์ ทั้งนี้คู่สายโทรศัพท์จากภายนอกดำเนินการโดยองค์การโทรศัพท์ ค่าธรรมเนียมคู่สาย และค่าสร้างข่ายสายนอกผู้ว่าจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ (หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น)

5.4.3 แผงกระจายสายร่วม (MAIN DISTRIBUTION FRAME)

5.4.3.1 TERMINAL STRIP เป็นแบบ QUICK CONNECTION

5.4.3.2 MDF ต้องเป็นชนิด CROSS CONNECT ต้องประกอบด้วย TERMINAL strip 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ต้องมีจำนวนขั้วต่อสายเพียงพอ สำหรับสายทั้งหมดที่มาจากตู้สาขา

ส่วนที่ 2 ต้องมีจำนวนขั้วต่อสายเพียงพอ สำหรับสายของเลขหมายภายในทั้งหมด

ส่วนที่ 3 ต้องมีจำนวนขั้วต่อสาย แบบที่สามารถติดตั้ง (พร้อมติดตั้ง) GAS TUBE ARRESTORได้เพียงพอกับจำนวนสายภายนอกอาคาร และสายองค์การโทรศัพท์ฯทั้งหมด

ในกรณีจำนวนคู่สายโทรศัพท์จาก MDF ไปยังกล่องต่อสายประจำชั้นน้อยกว่า จำนวนคู่สายตามแบบกำหนด ผู้รับจ้างต้องเพิ่มขั้วต่อสายประจำชั้นให้มีขนาดไม่ไม่น้อยกว่า จำนวนคู่สายของโทรศัพท์ที่ใช้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

5.4.4 กล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น

TERMINAL STRIP เป็นแบบ QUICK CONNECTION ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม.หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

5.4.5 เต้ารับโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)

เป็นแบบ MODULAR JACK TYPE ชนิด 4 ขั้ว โดยที่ฝาครอบเต้ารับเป็นผลิตภัณฑ์และลักษณะเดียวกันกับฝาครอบของสวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า

5.4.6 การเดินสายโทรศัพท์

ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้นิดของสายดังต่อไปนี้

5.4.6.1 สายโทรศัพท์ที่เดินในรางหรือร้อยในท่อนอกอาคารให้ใช้สาย ALPETH DOUBLE SHEATH CABLE (AP-FSF)

5.4.6.2 สายโทรศัพท์ที่เดินในอาคารระหว่างแผงกระจายสายร่วม (MDF) ไปยังกล่องพักสายโทรศัพท์ประจำชั้น ให้ใช้สาย TPEV ขนาดไม่เล็กกว่า 0.5 มม. รางท่อหรือกล่องต่อสายที่ใช้ร้อยสายโทรศัพท์ต้องต่อลงดินให้เหมาะสม

5.4.6.3 สายโทรศัพท์ที่เดินระหว่างกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้นไปยังกล่องต่อสายหรือเต้ารับโทรศัพท์ ให้ใช้สาย TIEV ขนาดไม่เล็กกว่า 4C-0.65 มม. ส่วนการเดินท่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของท่อร้อยสายไฟฟ้า

5.4.7 ความต้องการอื่น ๆ (ในกรณีที่แบบระบุให้ติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์)

บริษัทตัวแทนจำหน่ายต้องควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามรูปแบบและรายการกำหนด พร้อมทำการทดสอบระบบการใช้งานให้คณะกรรมการ หรือผู้แทนให้ทราบ พร้อมส่งเอกสารคู่มือการใช้งานและข้อมูลของเลขหมายโทรศัพท์ที่ติดตั้ง จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชุด.

5.4.7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องมือพิเศษไว้เพื่อส่งมอบพร้อมกับตู้สาขา มีอย่างน้อยดังนี้

(1) มัลติมิเตอร์พร้อมสาย 1 SET.

(2) มีดปลอกสาย 1 SET

(3) คีมปากแหลม 1 SET

(4) ไขควงแบนและแฉก 1 SET

(5) เครื่องทดสอบสัญญาณ (LINE MAN TEST SET) 1 SET

(6) เครื่องมือเข้าและถอดสาย (INSERTION TOOLS) 2 SET.

5.4.7.2 ต้องมีหนังสือคู่มือการใช้งานและซ่อมบำรุง

5.4.7.3 ต้องจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาเป็นอย่างดีหลังจากติดตั้งเสร็จ

5.4.7.3 การติดตั้งให้ติดตั้งระบบโทรศัพท์และอุปกรณ์ประกอบ ตามที่แสดงในแบบให้เป็นไปตามกฎและระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

5.5 ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)

5.5.1 ทั่วไป

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ PRESIGNAL หรือ MULTIPLEX SYSTEM ตามกำหนดในแบบโดยเป็นไปตามมาตรฐานของ NFPA (National fire protectlon Associat;on) หรือ Japanese fire service Law หรือ UL

5.5.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบและระบบในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

5.5.3 การติดตั้ง

ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ และเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ตลอดจน NEC โดยมีวิศวกรหรือช่างเทคนิคของบริษัทผู้จำหน่ายเป็นผู้ดำเนินการ พร้อมทดสอบการทำงานของระบบต่อ

คณะกรรมการหรือผู้แทนคณะกรรมการตรวจการจ้าง พร้อมส่งเอกสารผลการทดสอบโดยเซ็นชื่อผู้รับผิดชอบจากบริษัทผู้จำหน่าย

5.5.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบฯ ตามมาตรฐาน NFPA และตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

5.5.5 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบฯ และวิธีการบำรุงรักษาระบบฯ โดยตัวแทนจากบริษัทผู้จำหน่าย

5.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน

5.6.1 ทั่วไป

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินให้กำลังไฟฟ้า ตามที่แสดงไว้ในแบบ ยกเว้นถ้าในแบบไม่ได้กำหนดไว้ให้เป็นแบบต่อเนื่อง (PRIME) โดยมีขนาด kw (หรือ kVA) ไม่น้อยกว่าที่ได้แสดงไว้ในแบบที่เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 400/230 V. 3 เฟส 4 สาย 5O HZ. ที่ความเร็วรอบ 1, 500 รอบต่อนาที

5.6.1.1 เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ ชุดควบคุม ตั้งอยู่บนฐานเดียวกัน ซึ่งทำด้วยเหล็กประกอบสำเร็จรูปแบบ COUPLING มาจากโรงงานผู้ผลิต

5.6.1.2 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นชุดที่ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่มีจำหน่ายและใช้งานได้ดีมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีตัวแทนจำหน่ายโดยตรงในประเทศไทย (โดยมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิต)

5.6.1.3 ให้ผู้รับจ้างจัดทำ SHOP DRAWING ของการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น ตำแหน่งเครื่อง ตำแหน่งของถังน้ำมัน แนวทางและรูปแบบท่อไอเสีย เสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง อนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

5.6.1.4 ในกรณีในแบบกำหนดเป็นห้องลดระดับความดังของเสียง ให้ผู้รับจ้างเสนอวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินการเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

5.6.2 ขอบเขตความรับผิดชอบ

ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน พร้อมระบบควบคุมอัตโนมัติและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังกล่าวทำงานโดยสมบูรณ์ตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

5.6.3 การทำงาน

5.6.3.1 เมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ดับลง ไฟฟ้ามาไม่ครบทุกเฟส หรือแรงดันไฟฟ้าเฟสใดเฟสหนึ่งต่ำกว่า 70% ของแรงดันระบบภายใน 0-6 วินาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 3 วินาที) เครื่องยนต์จะสตาร์ตเครื่องเองโดยอัตโนมัติ ในกรณีที่เครื่องยนต์สตาร์ตครั้งแรกไม่ติด ชุด-สตาร์ตเครื่องอัติโนมัติจะสตาร์ตใหม่ติดต่อกันได้อีก 4 ครั้ง เมื่อสตาร์ตเครื่องครบ 5 ครั้ง แล้ว เครื่องยนต์ยังไม่ติด มอเตอร์สตาร์ต จะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ และมีสัญญาณไฟโชว์หน้าตู้ช่อง OVER CRANK หลังจากตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องให้เรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม RESET OVER CRANK สัญญาณไฟโชว์หน้าตู้ช่อง OVER CRANK จะดับไป แล้วชุดออโตเมติกสตาร์ตจะสตาร์ตเครื่องยนต์ใหม่อีก

5.6.3.2 เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ติดเรียบร้อยแล้ว เครื่องยนต์จะวิ่งตัวเปล่าประมาณ 0-6 วินาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 5 วินาที) จึงจะสับโหลดจ่ายไฟ และที่แผงโชว์หน้าตู้จะมีสัญญาณไฟสว่างที่ช่อง STAND BY SOURCE

5.6.3.3 เมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้ามาตามปกติครบทั้ง 3 เฟส ภายใน 0-10 นาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 5 นาที) ออโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงโหลดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปหาโหลดของการไฟฟ้าฯ โดยอัตโนมัติ แต่เครื่องยนต์ยังวิ่งตัวเปล่าไปก่อน 5-30 นาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 5 นาที) จึงจะดับเครื่องยนต์เอง ในกรณีไฟของการไฟฟ้าฯ มาแล้วเกิดดับไปอีกในขณะที่เครื่องยนต์วิ่งตัวเปล่าอยู่ออโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตซ์จะกลับไปทำงานตามข้อ 5.6.3.2 ใหม่ทันที

5.6.3.4 ภายในทุกๆ สัปดาห์ เครื่องยนต์จะสตาร์ตเครื่อง และ วิ่งอุ่นเครื่องเป็นเวลานาน 15-30 นาที และจะดับเครื่องไปเอง เป็นเวลาใดสามารถกำหนดได้ ตามความต้องการในภายหลัง ในช่วงระยะอุ่นเครื่องนี้จะไม่มีการเปลี่ยนโหลดจ่ายแต่อย่างใด เว้นแต่ว่าช่วงระยะอุ่นเครื่อง ไฟของการไฟฟ้าฯ เกิดดับไป ออโตเมติก ทรานส์เฟอรสวิตซ์ จะเริ่มทำงานตามข้อกำหนดข้อ 5.6.3.2 ทันที

5.6.4 การติดตั้ง

5.6.4.1 ต้องจัด VIBRATION ISOLATOR ชนิดสปริง หรือวัสดุอื่นที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำให้ใช้สำหรับรองรับแท่นเครื่อง

5.6.4.2 ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องแข็งแรง และเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวางต้องง่ายแก่การบำรุงรักษา เช่น การถ่ายน้ำมันหล่อลื่น

5.6.4.3 ท่อไอเสีย ต้องหุ้มฉนวนกั้นความร้อน และติดตั้งอุปกรณ์ลดความดังของเสียงได้ไม่น้อยกว่า 35 dB

5 6.4.4 ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมทั้งระบบการระบายความร้อน และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้สมบูรณ์ใช้งานได้ดี เช่น แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน ตามที่ได้แสดงในแบบและในข้อกำหนดทุกประการ ทั้งนี้ ผู้จำหน่ายต้องส่งช่างเทคนิคพร้อมวิศวกรควบคุมที่มีใบประกอบวิชาชีพไม่ต่ำกว่าระดับสามัญวิศวกรไฟฟ้ากำลังหรือเครื่องกล เพื่อควบคุมการติดตั้งจนแล้วเสร็จ

5.6.5 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินก่อนส่งมอบ โดยทีมช่างเทคนิคพร้อมวิศวกรควบคุมของบริษัทผู้จำหน่าย พร้อมจดบันทึกรายการต่างๆ เพื่อส่งมอบคณะกรรมการฯ ดังนี้

5.6.5.1 ทดสอบการเดินเครื่องติดต่อกันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง วัดค่าของกระแสแรงดันเพาเวอร์แฟกเตอร์ ความเร็วรอบ และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในทุกครึ่งชั่วโมงและเปรียบเทียบกับข้อกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต

5.6.5.2 ทำการวัดระบบการต่อลงเดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและถังน้ำมัน

5.6.5.3 การทดสอบการทำงานของออโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ต้องทดสอบทุกขั้นตอนตามข้อ 5.6.3.2

5.6.6 การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซม ให้ใช้งานได้ตลอดระยะเวลาการประกัน โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย และต้องมาดำเนินการโดยเร็วหลังจากได้รับแจ้งจากผู้ใช้งานหรือเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ (ไม่เกิน 15 วันทำการ)

5.6.7 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดตั้งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิคและผู้เกี่ยวข้องกับผู้ว่าจ้างให้สามารถใช้และบำรุงรักษาเครื่องได้อย่างถูกต้อง

5.6.8 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่อง และหนังสือแสดงชิ้นส่วนเครื่องยนต์ จำนวน 2 ชุด มอบให้ผู้ว่าจ้าง

5.6.9 เครื่องมือบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องจัด

- 2 ชุด ไส้กรองอากาศ ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2 ชุด ไส้กรองน้ำมันเครื่อง ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2 ชุด ไส้กรองบายพาส ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2 ชุด ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2 ชุด CORROSION RESISTOR ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ฟิวส์สำรองต่างๆ จำนวน 2 ชุด

5.7 ระบบเรียกพยาบาล (NURSE CALL SYSTEM)

5.7.1 ทั่วไป

ระบบเรียกพยาบาลตามที่กำหนดในแบบหรือรายการ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับผู้ป่วยที่พักอยู่ในห้องพัก ต้องการความช่วยเหลือจากพยาบาลอย่างฉับพลัน

5.7.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบเรียกพยาบาลให้ครบถ้วนตามจำนวนที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการในบริเวณห้องพักผู้ป่วยและที่ทำการพยาบาลตามมาตรฐานผู้ผลิต ซึ่งอุปกรณ์หลักที่ให้มีดังนี้

- MASTER CONTROL PANEL
- CALL POINT WITH CABLE PEAR PUSH
- CORRIDOR LAMP
- RESET UNIT

หรืออุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ ที่ระบุในแบบหรือรายการ เช่น

- CEILING PULL
- EMERGENCY CALL
- INTERCOME OR TELEPHONE SYSTEM
- อุปกรณ์พิเศษชนิดป้องกันเชื้อโรคสำหรับผู้ป่วยติดเชื้อหรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถสั่งการด้วยมือ

5.7.3 มาตรฐานการติดตั้ง

การติดตั้งระบบเรียกพยาบาล ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยสายไฟฟ้าที่ใช้ต้องเดินร้อยสายในท่อ CONDUIT โดยมีช่างเทคนิคหรือวิศวกรของบริษัทตัวแทนจำหน่ายเป็นผู้ควบคุมการติดตั้ง

5.7.4 การทดสอบ

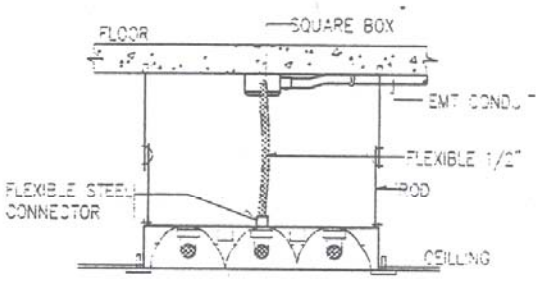
เมื่อผู้รับจ้างติดตั้งแล้วเสร็จ ให้ทำการทดสอบอุปกรณ์ของระบบต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนเพื่อให้ระบบใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีตัวแทนจากบริษัทผู้จำหน่ายเป็นผู้ทดสอบให้คณะกรรมการฯ ได้ทราบถึงวิธีใช้งาน พร้อมส่งเอกสารการทดสอบและคู่มือการใช้งาน

5.7.5 การรับประกัน

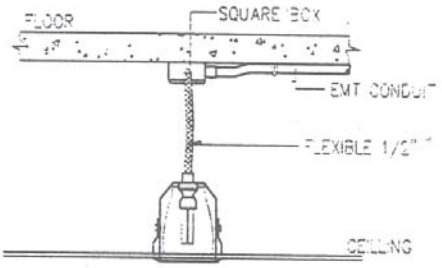
ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ ที่เกิดจากการความบกพร่องจากการติดตั้งหรืออุปกรณ์ชำรุดโดยผู้รับจ้างต้องแก้ไขซ่อมแซมอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานตลอดระยะเวลาประกัน

5.8 รูปแสดงมาตรฐานการติดตั้ง / ก่อสร้างงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

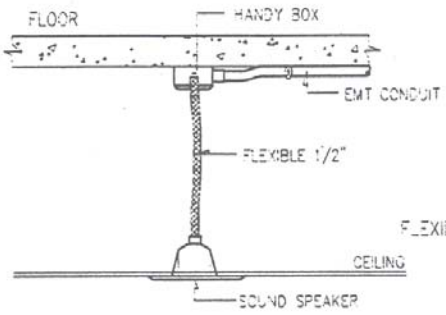
1. รูปขยายการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า



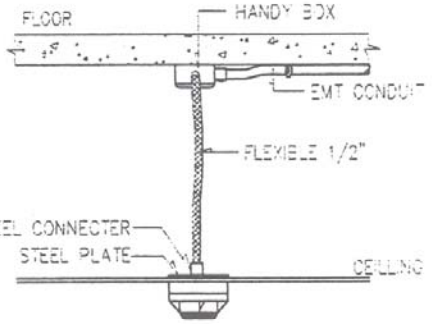
1.1 การติดตั้งโคมไฟแบบฝังฝ้าเพดาน



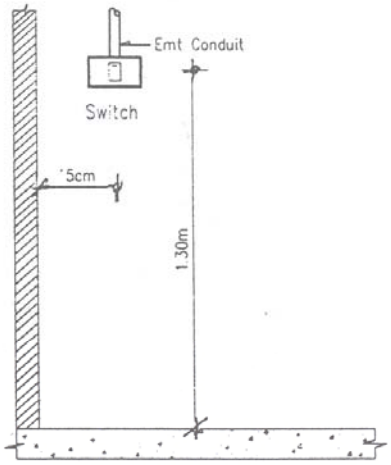
1.2 การติดตั้งโคม DOWN LIGHT



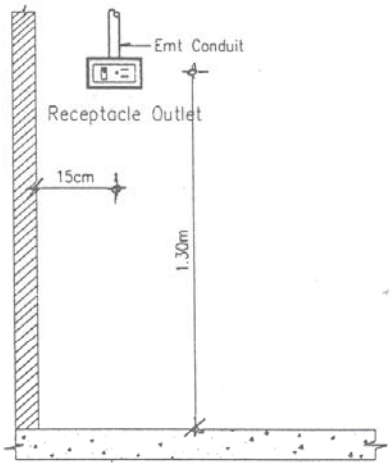
1.3 การติดตั้งลำโพงเสียง



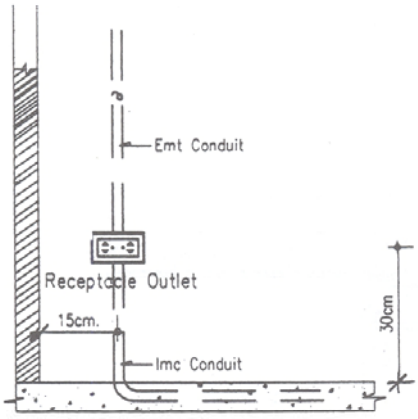
1.4 การติดตั้งอุปกรณ์
ตรวจจับควันและความร้อน



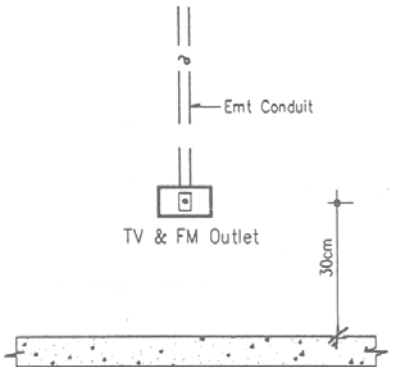
1.5 การติดตั้งสวิตช์



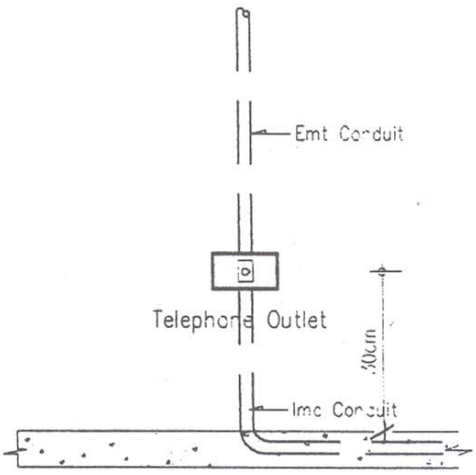
1.6 การติดตั้งเต้ารับไฟฟ้าห้องผ่าตัด



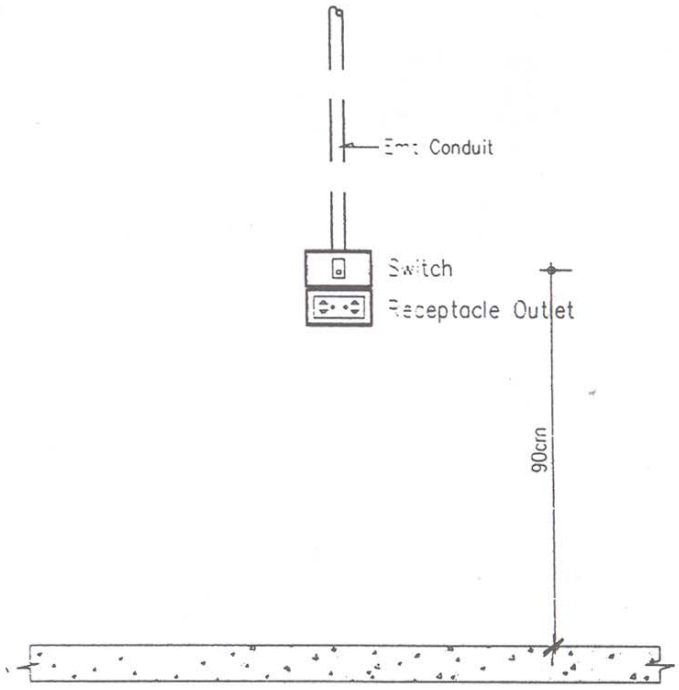
1.7 การติดตั้งเต้ารับไฟฟ้า



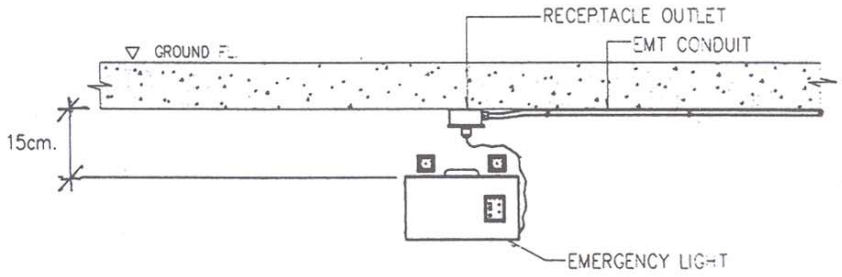
1.8 การติดตั้งเต้ารับทีวี



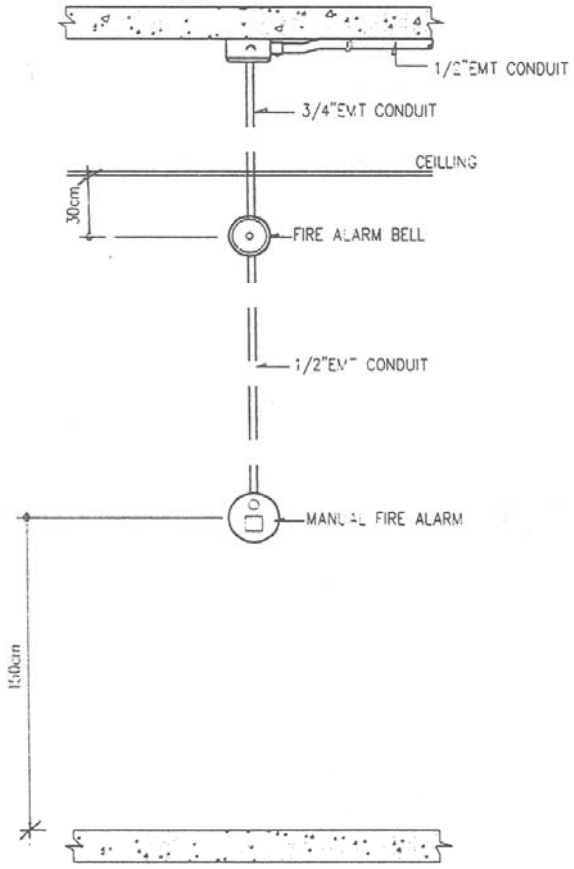
1.9 การติดตั้งเต้ารับโทรศัพท์



1.10 การติดตั้งสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าบริเวณหัวเตียงคนไข้

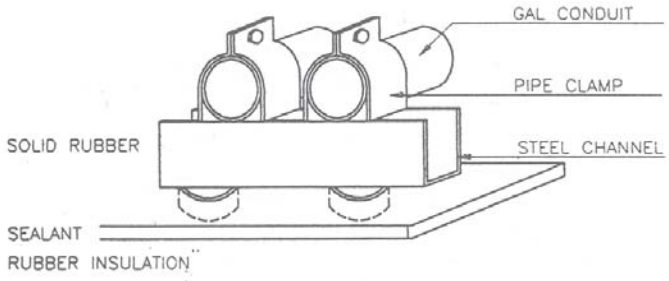


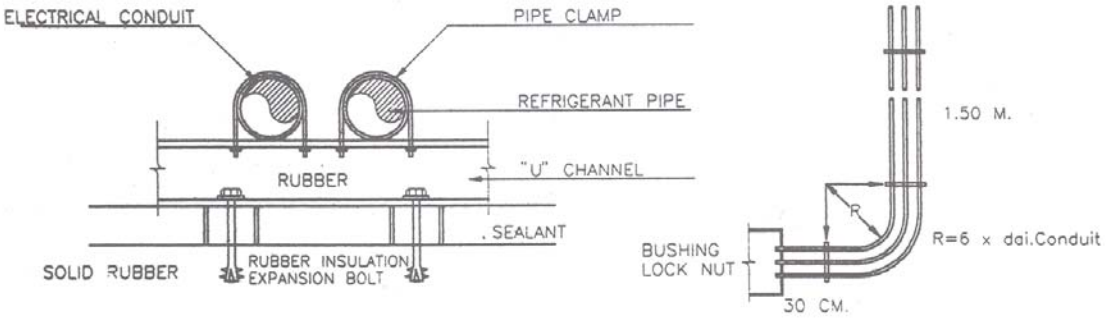
1.11 การติดตั้ง EMERGENCY LIGHT



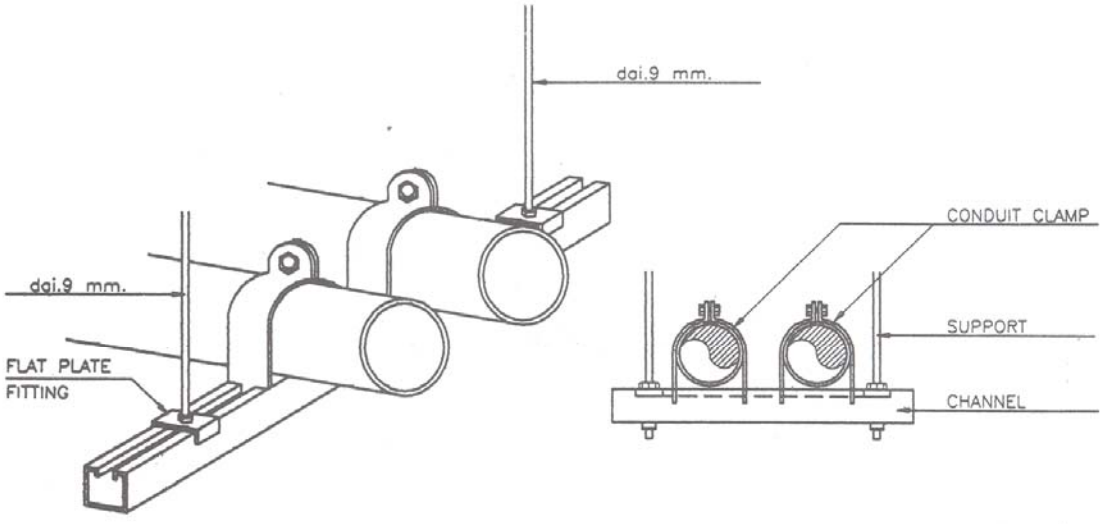
1.12 การติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

2. รูปขยายการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า และอุปกรณ์

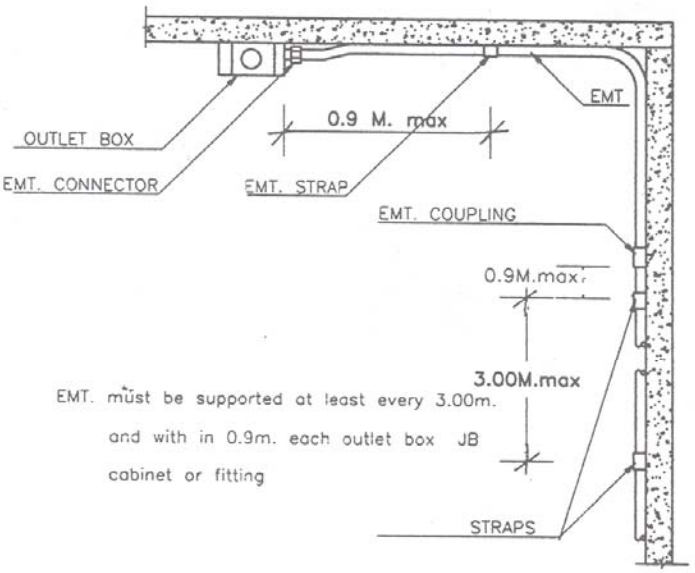




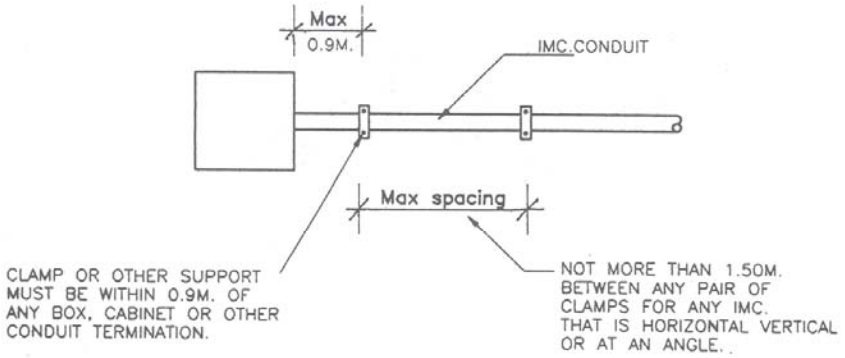
2.1 การติดตั้งท่อแนวดิ่ง



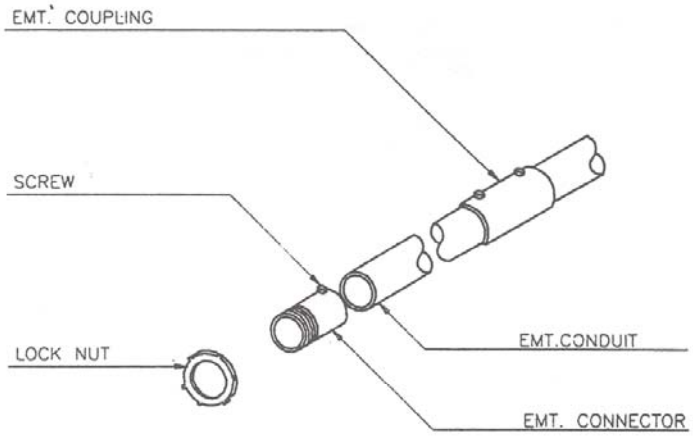
2.2 การยึดแขวนท่อ



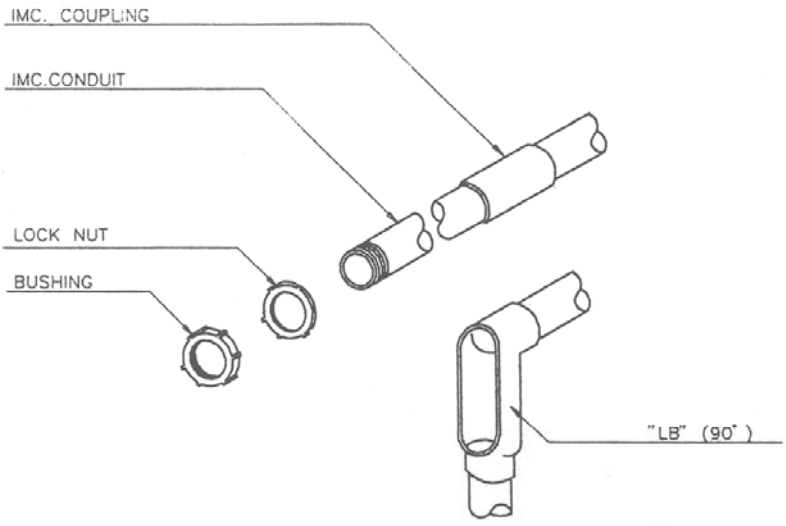
2.3 การใช้แคล้มป์ยึดท่อ E.M.T



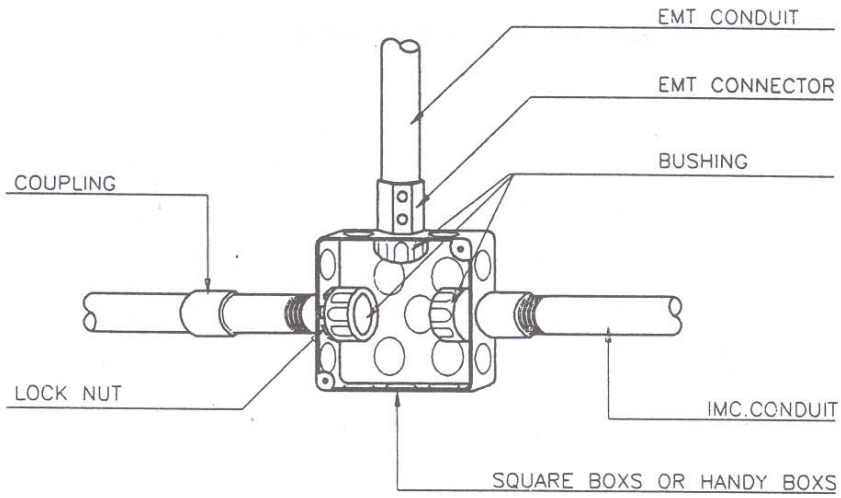
2.4 การใช้แคล้มป์ยึดท่อ I.M.C



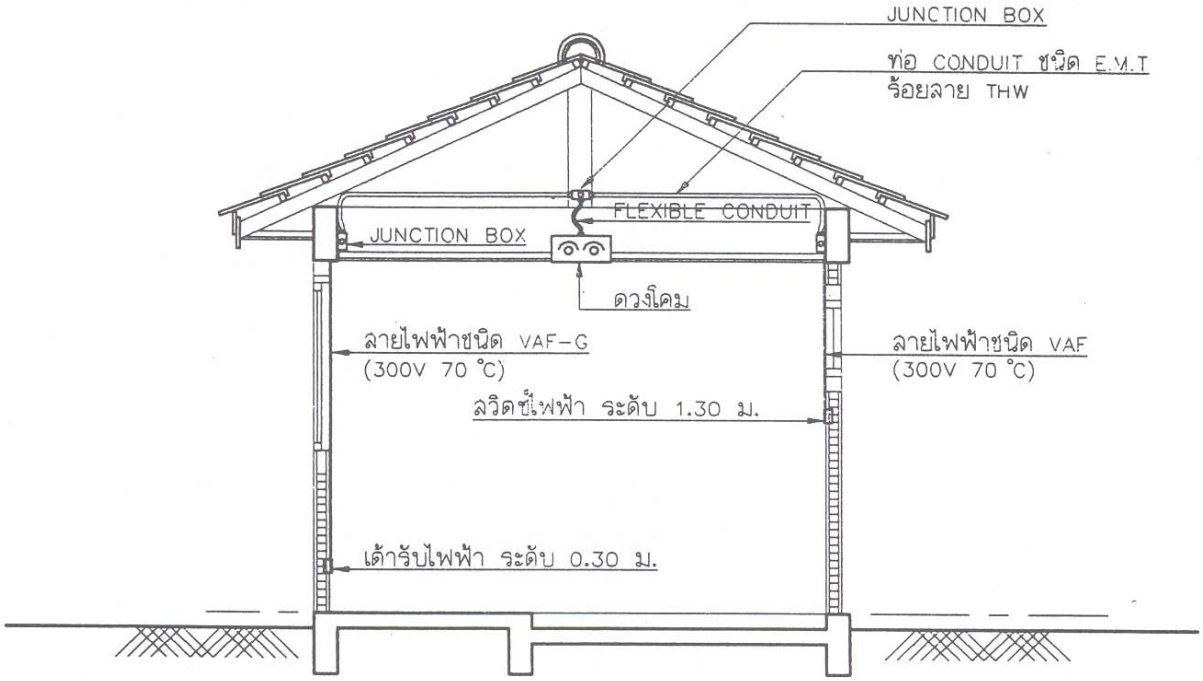
2.5 อุปกรณ์ประกอบท่อ E.M.T



2.6 อุปกรณ์ประกอบท่อ I.M.C

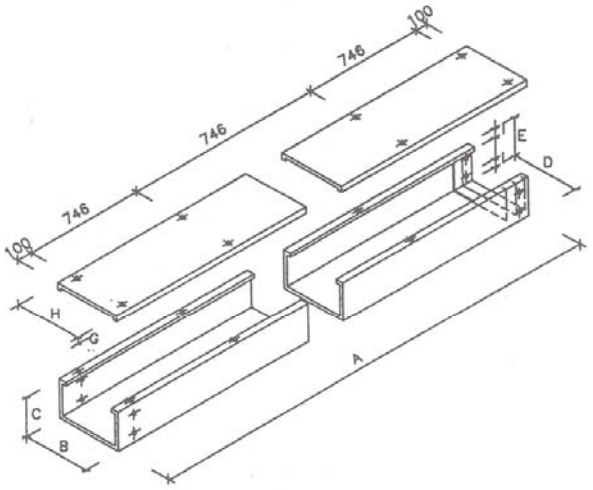


2.7 การต่อท่อกับกล่องพักสาย



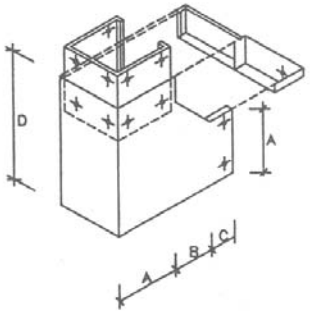
2.8 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยในแบบรูปและรายละเอียดกำหนดให้เดินสาย VAF ตีคลิปติดผนังแต่ในส่วนของฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่ไม่สามารถติดคลิปยึดสายไฟฟ้าให้คงทนอยู่ได้ ให้ผู้รับจ้างติดตั้งกล่องต่อสายโลหะเหนือฝ้าเพดาน แล้วร้อยสายไฟฟ้าในท่อโลหะชนิด E.M.T และท่ออ่อน FLEXIBLE CONDUIT สำหรับร้อยสายไฟฟ้าเข้าดวงโคม โดยใช้สายไฟฟ้าชนิด 750V 70° C

3. รูปขยายราง WIRE WAY ขนาดมาตรฐาน และอุปกรณ์



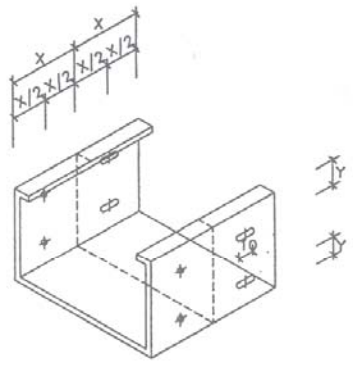
TYPE	SIZE		A		B		C		D		E		F		G		H		I		THICKNESS	
	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.
W44	4x4	100x100	96	2,439	4	100	4	100	3.7	96.8	3.7	96.8	2	50	0.4	10	4.1	104	0.6	15	3/32	2.00
W64	6x4	150x100	96	2,439	6	150	4	100	5.7	146.8	3.7	96.8	2	50	0.47	12	6.1	154	0.6	15		
W84	8x4	200x100	96	2,439	8	200	4	100	7.7	196.8	3.7	96.8	2	50	0.47	12	8.1	204	0.6	15		
W124	12x4	300x100	96	2,439	8	200	4	100	11.6	296.8	3.7	96.8	2	50	0.47	12	12.1	304	0.6	15		
W66	6x6	150x150	96	2,439	6	150	6	150	5.7	146.8	5.7	146.8	2	50	0.47	12	4.1	154	1	25		
W86	8x6	200x150	96	2,439	8	200	6	150	7.7	196.8	5.7	146.8	2	50	0.47	12	8.1	204	1	25		
W106	10x6	250x150	96	2,439	10	250	6	150	9.7	246.8	5.7	146.8	2	50	0.47	12	10.1	254	1	25		
W146	14x6	350x150	96	2,439	14	350	6	150	13.6	346.8	5.7	146.8	2	50	0.47	12	14.1	354	1	25		
W166	16x6	400x150	96	2,439	16	400	6	150	15.6	396.8	5.7	146.8	2	50	0.47	12	16.1	404	1	25		
W168	16x8	400x200	96	2,439	16	400	8	200	15.6	396.8	5.7	146.8	2	50	0.47	12	16.1	404	1.6	40		

3.1 ขนาดราง WIRE WAY



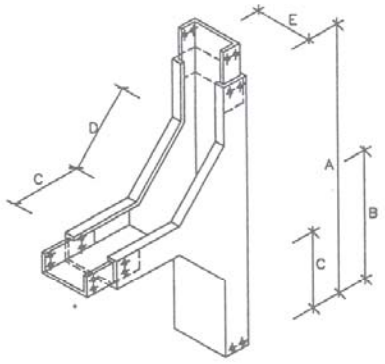
SIZE		A		B		C		D		THICKNESS	
INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.
4x4	100x100	4	100	3	75	3	75	10	250	3/32	2.00
6x4	150x100	4	100	3	75	3	75	10	250		
8x4	200x100	4	100	3	75	3	75	10	250		
12x4	300x100	4	100	6	150	4	100	14	350		
6x6	150x150	6	150	3	75	3	75	12	300		
8x6	200x150	6	150	3	75	3	75	12	300		
10x6	250x150	6	150	4	100	4	100	14	350		
14x6	350x150	6	150	6	150	4	100	16	400		
16x6	400x150	6	150	6	150	4	100	16	400		
16x8	400x200	8	200	6	150	4	100	16	400		

3.2 ข้อต่อโค้ง (ELBOW) แนวดิ่ง



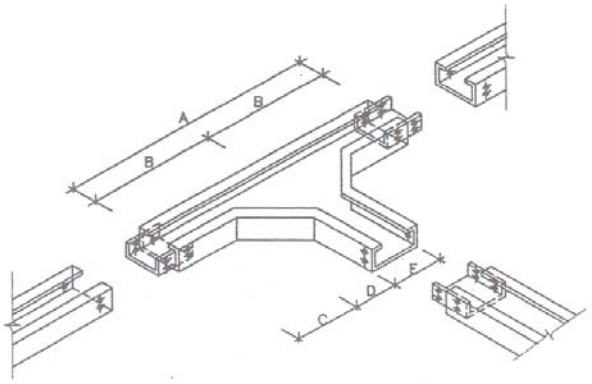
SIZE		X		Y	
INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.
4x4	100x100	2	50	0.6	15
6x4	150x100	2	50	0.6	15
8x4	200x100	2	50	0.6	15
12x4	300x100	2	50	0.6	15
6x6	150x150	2	50	1	25
8x6	200x150	2	50	1	25
10x6	250x150	2	50	1	25
14x6	350x150	2	50	1	25
16x6	400x150	2	50	1	25
16x8	400x200	2	50	1.6	40

3.3 ข้อต่อตรง



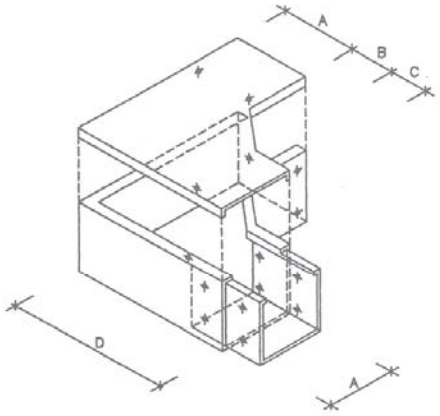
SIZE		A		B		C		D		E		THICKNESS	
INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.
4x4	100x100	16	400	8	200	3	75	3	75	4	100	3/32	2.00
6x4	150x100	16	400	8	200	3	75	3	75	4	100		
8x4	200x100	16	400	8	200	3	75	3	75	4	100		
12x4	300x100	16	400	8	200	3	75	3	75	4	100		
6x6	150x150	18	450	9	225	3	75	3	75	6	150		
8x6	200x150	18	450	9	225	3	75	3	75	6	150		
10x6	250x150	18	450	9	225	3	75	3	75	6	150		
12x6	300x150	28	700	14	350	3	75	8	200	6	150		
16x6	400x150	32	800	16	400	4	100	9	225	6	150		
16x8	400x200	36	900	18	450	4	100	10	250	8	200		

3.4 ข้อต่อแบบ T-WAY แนวดิ่ง



SIZE		A		B		C		D		E		THICKNESS	
INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.
4x4	100x100	16	400	8	200	3	75	3	75	4	100	3/32	2.00
6x4	150x100	18	450	9	225	3	75	3	75	6	150		
8x4	200x100	22	550	11	275	3	75	3	75	8	200		
12x4	300x100	36	900	18	450	4	100	3	75	12	300		
6x6	150x150	20	500	10	250	3	75	3	75	6	150		
8x6	200x150	22	550	11	275	3	75	3	75	8	200		
10x6	250x150	30	750	15	375	4	100	3	75	10	250		
14x6	350x150	38	950	19	475	4	100	8	200	14	350		
16x6	400x150	44	1100	22	550	4	100	9	225	16	400		
16x8	400x200	44	1100	22	550	4	100	10	250	16	400		

3.5 ข้อต่อแบบ T-WAY แนวนอน

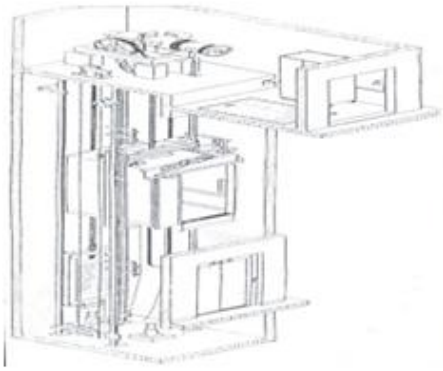
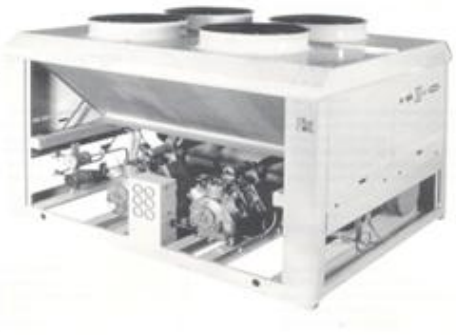
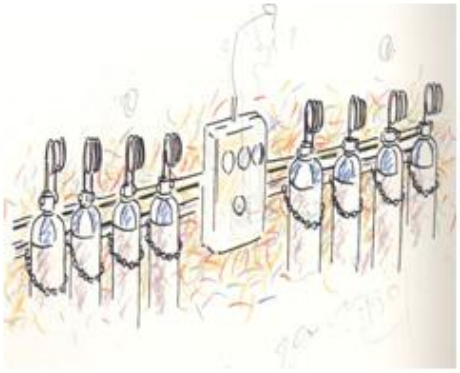


SIZE		A		B		C		D		THICKNESS	
INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.	INC.	MM.
4x4	100x100	4	100	3	75	3	75	8	200	3/32	2.00
6x4	150x100	6	150	3	75	3	75	9	225		
8x4	200x100	8	200	4	100	3	75	11	275		
12x4	300x100	12	300	8	200	4	100	18	450		
6x6	150x150	6	150	3	75	3	75	9	225		
8x6	200x150	8	200	4	100	3	75	11	275		
10x6	250x150	10	250	6	150	4	100	15	375		
14x6	350x150	14	350	8	200	4	100	19	475		
16x6	400x150	16	400	8	200	4	100	20	500		
16x8	400x200	16	400	8	200	4	100	20	500		

3.6 ข้อต่อโค้ง (ELBOW) แนวนอน

6

หมวดงานวิศวกรรมเครื่องกล

6. หมวดงานวิศวกรรมเครื่องกล

6.1 ข้อกำหนดทั่วไประบบปรับอากาศและระบายอากาศ

6.1.1 บทนำ

- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (SPLIT TYPE) เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น R-22 เป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนความร้อน โดยระบายความร้อนสารทำความเย็นด้วยอากาศ

- เครื่องปรับอากาศชนิดแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR COOLED CHILLER) เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น 134a เป็นตัวกลางทำน้ำเย็น โดยระบายความร้อนสารทำความเย็นด้วยอากาศ

- เครื่องปรับอากาศชนิดแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำ (WATER COOLED CHILLER) เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น R-410 , 134a เป็นตัวกลางทำน้ำเย็น โดยระบายความร้อน สารทำความเย็นด้วยน้ำ ผ่านระบบหอผึ่งน้ำ

- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบปรับปริมาณน้ำยาได้ระบายความร้อนด้วยอากาศ (VRF TYPE) เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น R-410 เป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนความร้อน โดยระบายความร้อนสารทำความเย็นด้วยอากาศ CONDENSING UNIT 1 ชุด สามารถต่อเข้ากับ FAN COIL UNIT ได้หลายชุด

6.1.2 มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบแบบการติดตั้งที่ระบุไว้ในแนบรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มาตรฐานการผลิต และการติดตั้ง (STANDARD OF PRODUCTION AND INSTALLATION) อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องได้รับการออกแบบสร้างและทดสอบ ตลอดจนวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานของ

ม อ.ก.	- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
AMCA	- Air Moving and conditioning Association
ANSI	- American Nat'1onal standard Institute
ARI	- Air conditioning and Refrigeration Institute
ASHRAE	- American society of Heating' Refrigerating and Air conditioning Engineers
ASME	- American society of Mechanical Engineers
ASTM	- American society of Testing Materials
BS	- British standard
FM	- Factory Mutual

IEC - International Electro-Technical commission

MEA - Metropolitan Electricity Authority

NEC - National Electrical code

NEMA - National Electrical Manufacturer Association

NFPA - National Fire protection Association

SMACNA - Sheet Metal and Air-conditioning contractors National Association Inc.

UL - Underwriters' Laboratories, Inc.

ASA - American Standard Association.

EIT - The Engineering Institute of Thailand.

JIS - Japanese Industrial Standard

. DIN - Deutsche Industrienormen.

NESC - National Electrical Safety Code.

6.1.3 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบปรับอากาศ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร ดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามหลักวิชาการ

6.1.3.1 เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้งตู้ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์สำหรับงานระบบปรับอากาศ ทั้งนี้ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะเป็นผู้ดำเนินการจ่าย MAIN FEEDER มายังตำแหน่งติดตั้งตู้ไฟฟ้าดังกล่าว การต่อสาย MAIN FEEDER เข้าตู้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ภายในของตู้ไฟฟ้าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6.1.3.2 เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องติดตั้งระบบไฟฟ้า สำหรับพัดลมระบายอากาศ AHU, FCU, SPLIT TYPE UNIT จนสามารถใช้งานได้ดี โดยผู้รับจ้างจะต้องเดินท่อร้อยสายไฟไปยัง JUNCTION BOX งานระบบไฟฟ้าที่เตรียมไว้ให้บริเวณใกล้เคียง

6.1.3.3 หากมิได้กำหนดให้มีตู้สวิตช์บอร์ด (AIR CONDITION PANEL BOARD) ที่มี SAFETY DISCONNECTING SWITCH อยู่ในระยะมองเห็นได้ สำหรับซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง NONE FUSE DISCONNECTING SWITCH ก่อนเข้าอุปกรณ์มอเตอร์เครื่องปรับอากาศทุกชุด

6.1.3.4 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องส่งลมเย็น เครื่องสูบน้ำ วาล์ว ท่อน้ำ และอุปกรณ์ประกอบระบบทั้งหมดตามแบบแปลนและข้อกำหนดนี้ ให้ติดตั้งใช้งานที่ตำแหน่งที่มีความดัน 150 PSI. และต่ำกว่าเท่านั้น ฉะนั้นในตำแหน่งที่มีความดันใช้งานสูงกว่า 150 PSI. เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด ให้มีความดันใช้งาน (WORKING PRESSURE) ของอุปกรณ์นั้น ๆ ไม่น้อยกว่าความดันที่เกิดขึ้นจริงในตำแหน่งติดตั้งใช้งานจริง ผู้รับจ้างต้องคำนวณความดันใช้งานในตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด เสนอพร้อมกับการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์

6.1.3.5 เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องจัดหา และติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงการติดตั้งท่อน้ำ ท่อลม หัวจ่ายลม และตะแกรงลมกลับ เพื่อไม่ให้เกิดเสียงดังรบกวน ทั้งนี้ให้ใช้มาตรฐาน NOISE CRITERIA (NC LEVEL) ตาม ASHRAE STANDARD เป็นเกณฑ์พิจารณาระดับเสียงในแต่ละพื้นที่ใช้งาน

6.1.4 บุคลากร

6.1.4.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และวิธีปฏิบัติจึงเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงาน จะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

6.1.4.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาบุคลากรที่ชำนาญงาน มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย เข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงาน และทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีและแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของสัญญา

6.1.4.3 คณะกรรมการตรวจการจ้างสงวนสิทธิ์ ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนบุคลากรที่เห็นว่าปฏิบัติงานไม่ดีพอหรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาบุคลากรใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันทีและค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6.1.4.4 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใด ๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคล และทรัพย์สิน

6.1.4.5 ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรควบคุม คือ บุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร

6.1.5 วัสดุ และอุปกรณ์

6.1.5.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้น ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจสอบล่วงหน้าอย่างน้อย 60 วัน ก่อนนำไปทำการติดตั้งและวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

6.1.5.2 ในกรณีคณะกรรมการตรวจการจ้างที่มีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้งเพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริง ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนดเมื่อวิธีการติดตั้งนั้น ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

6.1.5.3 ถ้าผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นว่า วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้ ในกรณีที่ผู้ควบคุมงาน หรือคณะกรรมการตรวจการจ้างมีความเห็นว่าควรสั่งให้สถาบันที่

คณะกรรมการตรวจการจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนด ก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

6.1.6 ป้ายและเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

6.1.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายแสดงต่าง ๆ เพื่อแสดงชื่อ และขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ

6.1.6.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติก หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า ต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร มองเห็นง่าย ป้ายชื่อดังกล่าวจะต้องจัดหาให้กับอุปกรณ์ต่อไปนี้คือ

(1) แผงควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด

(2) เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่เป็นชิ้นส่วนหลัก ๆ

6.1 6.3 สีที่พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋อง จะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี

6.1.7 การขนส่งวัสดุ และอุปกรณ์

6.1.7.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งวัสดุ และอุปกรณ์มายังสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

6.1 7.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

6.1.7.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังที่ก่อสร้าง และแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6.1 7.4 เมื่อวัสดุ และอุปกรณ์เข้าถึงยังสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ผู้ออกแบบได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

6.1.8 การเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์

6.1.8.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาวัสดุ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จแล้วโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

6.1.8.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์ ในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่านเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

6.1.8.3 ผู้รับจ้างต้องเตรียมพื้นที่ที่ปราศจากฝุ่น สำหรับเก็บวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการความสะอาด

6.1.9 แบบแปลน (DRAWING) และ แบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing)

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบรูปขยายรายละเอียดการติดตั้งของระบบเฉพาะ และระบบอื่นๆ (combine) พร้อมลงนามโดยสามัญวิศวกรมาเพื่อประกอบการพิจารณา ตามที่ได้ตรวจสอบจากสภาพสถานที่ติดตั้งจริง และจากการปรึกษาร่วมกับผู้รับจ้างระบบงานอื่นแล้ว เป็นแบบอัตราส่วน 1 : 100 (หนึ่งต่อร้อย)และถ้าจำเป็นให้ขยายภาพตัดเป็น 1 : 25 (หนึ่งต่อยี่สิบห้า) หรือ 1 : 50 (หนึ่งต่อห้าสิบ) ให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบ อย่างน้อย 5 (ห้า) ชุด แบบรูปขยายรายละเอียดนี้จะต้องส่งไปขอความเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควร

6.1.10 แบบสร้างจริง (AS-Built Drawing)

6.1.10.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผัง และแบบตามที่สร้างจริง แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง

6.1.10.2 แบบสร้างจริงนี้ สามัญวิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้ง จะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้าง 3 (สาม)ชุด ในวันส่งมอบงานแบบนี้ ประกอบด้วย แบบกระดาษไขต้นฉบับ 1 (หนึ่ง)ชุด และแบบสำเนาอีก 2 (สอง)ชุด พร้อมบันทึกลงแผ่น CD 1 (หนึ่ง)ชุด โดยมีขนาด และมาตราส่วนเดียวกับของผู้ออกแบบ

6.1.11 ความรับผิดชอบ ต่อวัสดุอุปกรณ์เดิมของอาคาร

การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม ภายหลังจากส่งมอบงานแล้ว ก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน

6.1.12 ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

6.1.12.1 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง และบุคคลร่วมปฏิบัติงาน

6.1.12.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานการติดตั้งและทดลองเดินเครื่อง

6.1.12.3 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

6.1.12.4 ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เงียบ และสั่นสะเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อมิให้เกิดความเดือนร้อน และมีผลกระทบกระเทือนต่อคน หรืองานอื่น ๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง

6.1.12.5 ผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือ เครื่องใช้ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราว ซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนั้นออกไปให้พ้นจากสถานที่โดยสิ้นเชิง สิ่งใดที่จะต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จพ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน

6.1.12.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักร และอุปกรณ์โดยมีขนาดที่เหมาะสม เพื่อให้สะดวกแก่การขนส่ง และการซ่อมบำรุงรักษา

6.1.13 การประสานงาน

ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับการประสานงานอย่างจริงจัง โดยจะต้องปรึกษาและประสานงานอย่างใกล้ชิดกับการติดตั้งระบบในส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น งานระบบไฟฟ้า, งานระบบสุขาภิบาล งานตกแต่งภายใน เป็นต้น

6.1.14 รายงานผล และความคืบหน้าของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานสรุปผลความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานเป็นลายลักษณ์อักษร ให้แก่ผู้ควบคุมงานโดยสม่ำเสมอเป็นรายสัปดาห์

6.1.15 การทดสอบเดินเครื่อง และระบบ

6.1.15.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมแผนงานการทดสอบเครื่องจักร และทดสอบการทำงานของระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง รวมทั้งจะต้องจัดเตรียมเอกสารข้อแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบเครื่องเสนอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง จำนวน 5 (ห้า)ชุด

6.1.15.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการลงในแผนงาน เพื่อแสดงให้เห็นว่า งานที่ทำถูกต้องตามแบบ และรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของคณะกรรมการตรวจการจ้างร่วมในการทดสอบด้วย พร้อมส่งรายละเอียดผลการทดสอบให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง (TEST REPORT) เพื่อประกอบการพิจารณาตรวจรับงาน และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

6.1.15.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหามาทั้งหมด และต้องมีแสดงผลการสอบเทียบเครื่องมือวัด ที่ไม่หมดอายุมาประกอบด้วย

6.1.15.4 การทดสอบเครื่องและการทดสอบการใช้งาน ให้เป็นไปตามข้อกำหนด/มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

6.1.16 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

6.1.17 หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

6.1.17.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ซึ่ง ประกอบด้วยวิธีการใช้งาน ระยะเวลาและวิธีของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่น ๆ เป็นภาษาไทย ถ้าเป็นภาษาอังกฤษ จะต้องแปลเป็นภาษาไทยจำนวน 5 (ห้า)ชุด มอบให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้างในวันส่งมอบงาน

6.1.17 2 ให้ผู้รับจ้างเสนอราคากลางการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ รายเดือน/รายปีต่อผู้ว่าจ้างก่อนสิ้นสุดการรับประกัน

6.1.17.3 ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการวัสดุที่สิ้นเปลืองพร้อมราคา ต่อผู้ว่าจ้าง

6.1.18 การส่งมอบงาน

6.1.18.1 คณะกรรมการตรวจการจ้าง อาจให้ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่อง เปิดใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน

6.1.18.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และเป็นที่แน่ใจของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

6.1.18.3 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6.2 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

6.2.1 ให้ถือตามข้อกำหนดเอกสารเลขที่ ก 150 / ก.ย. / 53

6.2.2 ท่อสารทำความเย็นและอุปกรณ์

6.2 2.1 ท่อสารทำความเย็น เป็นท่อทองแดงอย่างแข็งชนิดแอล การต่อท่อทองแดงอย่างแข็งให้ใช้ PIPE FIVING ห้ามใช้การดัดงอท่อเด็ดขาด และสื่อสารทำความเย็นด้านดูดให้หุ้มรอบด้วยฉนวนยาง (CLOSED CELL ESTOMERIC THERMAL INSUATION หรือ POLYETYLENE FOAM) ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. หรือที่กำหนดไว้ในแบบ

6.2.2.2 อุปกรณ์ประกอบ จะต้องมี FILTER DRYER, LIQUID & MOISTURE INDUCATER

6.2.2.3 การติดตั้งท่อสารทำความเย็น จะต้องเดินให้ขนานหรือตั้งได้ฉากกับตัวอาคาร หรือตามใบแนบส่วนที่ผ่านคาน กำแพงหรือพื้น จะต้องมีปลอกเหล็ก (SLEEVE) ขนาดโตกว่าท่อแท้จะเดินผ่านประมาณ 25 ม.ม และถ้าปลอกเหล็กติดตั้งในส่วนที่ติดกับด้านนอกของอาคาร จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อสารทำความเย็นกับปลอกด้วยวัสดุยาง หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า พร้อมทั้งฉาบปูนทับอย่างเรียบร้อย และสื่อสารทำความเย็นจะต้องยึดอยู่กับพื้นผิวติดตั้งอย่างมั่นคง ท่อสารก๊าซเย็นกลับจะต้องให้น้ำมันหล่อลื่นกลับไปที่คอมเพรสเซอร์ได้สะดวกทุกสภาวะของการทำงาน ท่อสารของเหลวและท่อสารก๊าซเย็นกลับให้เดินแยกห่างจากกัน ท่อสารทำความเย็นจะต้องมีขนาดพอเหมาะคือ ให้ค่าความดันตกในท่อไม่เกิน 02 kg/cm หรือมีขนาดที่กำหนดในแบบ ท่อตามแนวดิ่งจะต้องมี 0IL TRAP เฉพาะท่อสารก๊าซเย็นกลับในกรณีที่คอนเด็นซิ่งยูนิตอยู่สูงกว่า FAN COIL OR AIR HANDLING UNIT ต้องทำ INVERT LOOP ที่ท่อก๊าซเย็นกลับ เพื่อป้องกันสารทำความเย็นเหลวไหลกลับที่คอมเพรสเซอร์เมื่อหยุดเครื่อง ท่อที่ติดตั้งบนพื้นกันสาดหรือดาดฟ้าต้องมีขาเหล็กรองรับตลอดแนวท่อ

6.2.3 ท่อน้ำทิ้ง (CONDENSATE PIPE)

ใช้ท่อพีวีซีเกรด 8.5 ตาม ม.อ.ก.17 ขนาดตามแบบแปลนที่กำหนด ท่อในส่วนที่อยู่ใต้ฝ้าเพดานหรือแนวนอนให้หุ้มด้วยฉนวนยาง (COLSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION หรือ

POLYETYLENE FOAM) หนา 12 มม. การติดตั้งท่อในแนวนอนจะต้องมี SLOPE ไม่น้อยกว่า 1/100 พร้อมทำ WATER TRAP ถ้าคาดว่าปลายท่อน้ำทิ้งต่อลงบริเวณที่จะเกิดกลิ่น

6 2.4 ระบบไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และวัสดุทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับงานระบบปรับอากาศ ซึ่งจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน ทำการติดตั้งตามกำหนดในแบบให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้ตาม Function ที่ต้องการ โดยยึดถือรายละเอียดต่างๆ ตามข้อกำหนดรายการรายละเอียดประกอบแบบ (specification) ของงานระบบไฟฟ้าและการสื่อสารของอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับงานระบบไฟฟ้าและการสื่อสารของอาคาร ตรวจเช็คจุดต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าให้มีขนาดและตำแหน่งที่ถูกต้อง มีปริมาณเพียงพอที่จะใช้งานกับระบบปรับอากาศ

- สายไฟฟ้าต้องทนกระแสได้มากกว่า 125% ของ FULL LOAD AMP.

- การเดินสายไฟฟ้า ให้เดินสายไฟฟ้าร้อยท่อ **E.M T**. สำหรับภายในอาคาร และร้อยท่อ I.M.C. สำหรับนอกอาคาร และให้มีข้อต่ออ่อนชนิดกันน้ำก่อนต่อเข้าอุปกรณ์

- LOCAL SWITCH BOARD หรือ LOCAL BREAKER ควบคุมเมนไฟฟ้าก่อนเข้าคอนเดนซิ่งติดตั้งในกล่องกันน้ำ ต่อท่ออ่อนชนิดกันน้ำ

- GROUNDING อุปกรณ์ที่เป็นโลหะทั้งหมด ทั้งนี้การทำงานปกติไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เช่น แผงสวิตซ์ ตัวเครื่อง และอื่น ๆ จะต้องต่อสายดิน ขนาดของสายดินและวิธีติดตั้งท่อร้อยสายต้องถูกต้องตามกฎและวิธีการของการไฟฟ้า

6.3 งานท่อลม (DUCT WORK)

ท่อลมพับขึ้นรูปจากเหล็กอาบสังกะสีซึ่งมีความหนาและวิธีการเสริมการเข้าตะเข็บตามที่แสดงไว้ในแบบท่อลม จะต้องมีลักษณะการสร้างตาม SMACNA, ASHRAE LOWVELOCITY DUCT CONSTRUCTION STANDARD ระหว่างท่อลมกับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนจะต้องติดตั้งท่ออ่อนทำด้วย FIRE RESIST ANCE CANVAS หรือวัสดุอื่นตามที่อนุมัติเพื่อลดการสั่นสะเทือน ที่ทางแยกของท่อลม จะต้องมีแผ่นดักลมจึงสามารถปรับตำแหน่งได้เพื่อให้ปรับแบ่งลมตามแบบขนาดท่อลมที่แสดงในแบบนั้น ตัวแรกคือขนาดในแนวนอน ขนาดที่ระบุนี้เป็นขนาดภายในของท่อลม ในกรณีที่ท่อลมได้ฉนวนบุด้านในผู้รับจ้างจะต้องเผื่อขนาดของท่อสังกะสีไว้ให้ฉนวนด้วย ในแบบนี้จะแสดงแนวคร่าว ๆ เท่านั้นผู้รับจ้างมีความรับผิดชอบทั้งหมดในงานท่อลม แม้ว่าจะต้องหักท่อลมหลบงออย่างใดก็ตามจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมิได้

ท่อส่งลมเย็น ท่อลมกลับ ท่อลมระบายอากาศ ที่ใช้ในโครงการทั้งหมดต้องใช้กรรมวิธีการพับด้วยเครื่องพับสำเร็จรูปจากโรงงาน หรือสถานที่ก่อสร้าง แล้วจึงนำมาประกอบติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง ยกเว้นส่วนที่ต่อเชื่อมเข้าอุปกรณ์ต่าง ๆ อนุโลมให้พับด้วยมือในสถานที่ก่อสร้างได้

ข้อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุท่อลมเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศทั่วไป และห้องสะอาด คุณสมบัติผู้รับเหมาติดตั้งงานท่อปรับอากาศชนิดแบบแผ่นสำเร็จรูป

ผู้รับเหมาติดตั้งท่อลมระบบปรับอากาศชนิดแบบแผ่นสำเร็จรูป {Pre-Insulating Duct (P.I.D.)} ต้องผ่านการฝึกอบรมหรือแนะนำการประกอบท่อลมและการติดตั้งอย่างถูกวิธีจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยมีหนังสือรับรองการประกอบและติดตั้งท่อลมระบบปรับอากาศแบบกึ่งสำเร็จรูป (P.I.D.) มาแสดงและได้รับการอนุมัติก่อนเข้าปฏิบัติงาน

- การประกอบและติดตั้งท่อลมระบบปรับอากาศ

ท่อลมที่ผลิตขึ้นทุกชิ้นส่วนต้องได้มาตรฐาน และทำตามกรรมวิธีที่กำหนดในคู่มือทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต โดยยึดขนาดท่อลมที่ปรากฏอยู่ในแบบ หรือ BOQ เป็นขนาดภายในท่อลม

- การประกอบและติดตั้งท่อลมแบบสี่เหลี่ยม

การประกอบท่อลมสามารถทำได้ทั้ง ที่หน้างาน หรือจากโรงงานผู้รับเหมาติดตั้งที่ได้รับการอบรมอย่างถูกต้อง การผลิตท่อลมสี่เหลี่ยมต้องใช้เครื่องมือตัดเฉพาะแบบร่องตัววี 45 องศา ตัดแผ่น PID ในการเตรียมขึ้นรูป จากนั้นทากาวที่บริเวณผิวฉนวนที่โดนตัดเป็นร่องให้ทั่วทั้งสองด้านและทิ้งไว้ให้กาวเกิดการยึดตัวแล้วค่อยพับแผ่นท่อลมเข้าหากันขึ้นรูปเป็นท่อสี่เหลี่ยม และต้องใช้แผ่นพลาสติกแข็งรีดตรงตะเข็บรอยต่อให้แน่นสนิทกัน จากนั้นปิดทับบริเวณตะเข็บรอยต่อด้วยอลูมิเนียมเทปที่ได้มาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิตอีกชั้นหนึ่งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อ ส่วนรอยต่อที่อยู่ภายในท่อลมต้องทำการอัดซิลิโคนที่บริเวณรอยพับทั้งสี่ด้านเพื่อป้องกันการรั่วซึม และความชื้นเข้าไปสัมผัสกับเนื้อฉนวน

- การต่อท่อลมแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน

ในการต่อท่อลมแต่ละท่อเข้าด้วยกันต้องใช้ หน้าแปลนอลูมิเนียม, หน้าแปลนพีวีซี หรือตัวต่อแบบมือเสือ อย่างใดอย่างหนึ่ง ตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่แนะนำในคู่มือการติดตั้งของบริษัทผู้ผลิต แนะนำ

- การเสริมความแข็งแรงของท่อลม

กรณีที่ค่าแรงดันสถิตภายในระบบท่อลมสูงๆ จะต้องมีการเสริมความแข็งแรงของท่อลมโดยใช้แท่งอลูมิเนียมเสริมแรง ซึ่งจะต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิต ทั้งทางด้านท่อส่งลมเย็น และด้านท่อดูดลมกลับตามตารางแสดงความสัมพันธ์ของค่าแรงดันในระบบ กับขนาดของท่อลมที่แสดงในคู่มือการผลิตของบริษัทผู้ผลิตแนะนำ

- ท่อแยกสาขา และ ท่อแยกตัวที

ท่อสาขาที่แยกออกมาจากท่อเมน และท่อแยกตัวที ต้องผลิตอย่างถูกต้องตามหลักพลศาสตร์ ซึ่งได้กำหนดไว้ในคู่มือการผลิตและติดตั้งจากโรงงานผู้ผลิตแนะนำ

- การเชื่อมย่อท่อสาขา

ท่อที่แยกออกจากท่อเมนของระบบ สามารถใช้หน้าแปลนอลูมิเนียมในการจับยึดให้แข็งแรง หรือใช้กาวและเทปในการเชื่อมต่ออย่างใดอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของท่อที่แยกออกไป ตามกำหนดในคู่มือการติดตั้งของบริษัทผู้ผลิตแนะนำ

6.3.1 ฉนวนท่อลม

ทั้งท่อส่งลม และท่อลมกลับจะต้องหุ้มด้วยฉนวนยางชนิดแผ่น (CLOSED CELL ELASTOMERIC THERMAL INSULATION SHEET หรือ POLYETYLENE FOAM) ที่มีคุณสมบัติไม่ลามไฟซึ่งมีความหนา

ไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว กรรมวิธีการติดตั้งเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด โดยใช้กาวและเทปกาวชนิดที่เหมาะสม

6.3.2 หัวจ่ายลม และหน้ากากลมกลับ

หัวจ่ายลมแบบสี่เหลี่ยมติดเพดานเป็นแบบ ANODIZED EXTRUDED ALUMINUM WITH VINYL GASKET พร้อมทั้งติดตั้งที่ปรับลมแบบ OPPOSED BLADE ทุกหัวจ่ายด้วย หัวจ่ายลมติดผนังเป็นแบบ NYLON-FIWED NOISE PROOF 4-WAY ADJUSTABLE ANODIZED ALUMINUM GRILLE พร้อมที่ปรับลมแบบ OPPOSED BLADE

หน้ากากลมกลับ พร้อมที่กรองอากาศเป็นแบบ ANODIZED EXTRUDED ALUMINUM SIGHT PROOF, RATTLE PROOF FLANGE FRAME เมื่อท่อลมเดินผ่านผนังทนไฟภายในท่อลมส่วนที่ตรงกับผนังทนไฟจะต้องติดตั้งแผ่นทนไฟ (FIRE DAMPER) ทำด้วยวัสดุซึ่งทนไฟไม่น้อยกว่า 1 1/2 ขัวโมง พร้อมด้วยก้านต่อซึ่งจะหลอมละลายที่อุณหภูมิไม่เกินกว่า 165^{0} ฟ และทำให้ท่อลมถูกปิด แผ่นทนไฟนี้จะต้องทำตามมาตรฐาน NFPA

6.3.3 สี

วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดในงานรวมทั้งที่ยึดท่อ และแขวนท่อ จะต้องทาสีเพื่อป้องกันสนิมด้วยสีกันสนิมวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกจะต้องทาด้วยสีรองพื้น 2 ชั้น และสีทับหน้า 2 ขั้น และเป็นระบบสีที่เหมาะสมให้อุปกรณ์นั้นทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ วัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ภายในจะต้องทาสีรองพื้น 1 ชั้น และสีทับหน้า 2 ชั้น โดยใช้ระบบสีที่ได้รับอนุมัติ

6.4 การทดสอบระบบ

หลังจากการติดตั้งและปรับลมเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศทั้งหมด เพื่อแสดงการทำงานของเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นให้ถูกต้อง

6.4.1 ระบบปรับอากาศ ทั้งหมดจะทำการทดสอบ หลังจากการติดตั้งเสร็จ ในการทดสอบระบบควบคุมต่าง ๆ จะต้องทำงานถูกต้องแม่นยำ อุปกรณ์ทุกตัวจะต้องทำงานอยู่ในสภาพดี ควบคุมอุณหภูมิได้ถูกต้องทำความเย็นได้ตามระบุ ระบบจะต้องไม่มีเสียงหรือการสั่นสะเทือนมากเกินกำหนดข้อบกพร่องต่าง ๆ จะต้องรีบทำการแก้ไขโดยทันที โดยคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมิได้

6.4.2 ระบบระบายอากาศ จะทำการทดสอบเมื่อติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศแล้วเสร็จ การทดสอบทำเพื่อดูการทำงานของเครื่องแต่ละเครื่อง และรายละเอียดทั่วไปรวมทั้งเรื่องเสียง และการสั่นสะเทือน

6.4.3 เมื่องานทั้งหมดเสร็จสิ้น เครื่องและอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องถูกตรวจสอบ และทำความสะอาด รวมทั้งคอยล์ กล่องลม ด้านใต้ของเครื่อง และบริเวณรอบ ๆ และเปลี่ยนที่กรองอากาศทั้งหมดที่ใช้ในขณะก่อสร้างตรวจสอบสีของเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ และซ่อมแซมจุดบกพร่อง ให้เหมือนเดิม

6.4.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดรายงานการทดสอบ และปรับลมซึ่งทำโดยบุคลากร ที่ผู้รับจ้างจัดหามานี้ จำนวน 5 ชุด ให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบ รายงานนี้จะต้องมีลายเซ็นของวิศวกรผู้ควบคุมการทดสอบของผู้รับจ้าง และถ้าจำเป็นผู้ควบคุมงานสามารถเข้าร่วมการทดสอบข้างต้นทั้งหมดได้

6.5 พัดลม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งพัดลม ตามขนาดและตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ พัดลมห้องน้ำให้เดินสายจากไฟแสงสว่างของห้องน้ำ พัดลมจะต้องออกแบบสำหรับระบบไฟ 220/380 โวลท์ 50 เฮิทซ์

6.5.1 พัดลมแบบแรงเหวี่ยงกรงกระรอก CENTRIFUGAL FAN ประกอบด้วยใบพัดกรงกระรอก โครงพัดลม มอเตอร์ สายพาน ที่ป้องกันสายพาน และโครงเหล็ก โครงพัดลมทำจากเหล็กแผ่นขึ้นรูป และผ่านกรรมวิธีพ่นอบสีเพื่อให้คงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศตามมาตรฐานของผู้ผลิตโครงพัดลมติดเข้ากับแผ่นข้าง โดยวิธีตีตะเข็บหรือเชื่อม ใบพัดแบบกรงกระรอกมีใช้เป็นแบบ FORWARD OR BACKWARD INCLINE หรือ AIR FOIL แบริ่งรับเพลเป็นแบบ SELF-ALIGNING, GREASE PACK, BALL BEARJNG พัดลมต้องได้รับการรับรองจาก AMCA มอเตอร์เป็นแบบปิดมิดชิด TEFC เลือกให้มีขนาดใหญ่กว่าที่พัดลมต้องการ 5% สำหรับพัดลมแบบที่มีใบ BACKWARD และ 20% สำหรับพัดลมที่มีใบ FORWARD สายพานจะต้องเป็นแบบซึ่งทนน้ำมัน มอเตอร์พลูเลย์เป็นชนิดปรับความเร็วได้ การติดตั้งจะต้องวางบนอุปกรณ์กันความสั่นสะเทือน ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำไว้

6.5.2 พัดลมแบบใบพัด (PROPELLER FAN) เป็นแบบใบพัดเรือ HEAVY DUTY, DIRECT DRIVE หรือ BELT DRIVE ตามแบบ INDUSTRIAL TYPE, PROPELLER EXHAUST FAN ตัวใบพัดได้รับการถ่วงสมดุลด้วยวิธีทางสแตติก และไดนามิก ออกแบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีระดับเสียงปานกลางและกินไฟน้อยขับโดยตรง หรือด้วยสายพานด้วยมอเตอร์แบบปิดมิดชิด TEFC จึงมีอุปกรณ์ขดลวดอยู่ภายในสามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงถึง 50 องศาเซลเซียส

6.5.3 พัดลมแบบติดหลังคา (ROOF VENTILATOR) พัดลมระบายอากาศชนิดติดตั้งบนหลังคาให้ใช้แบบ DIRECT DRIVEN PROPELLER หรือ BELT DRIVEN CENTRIFUGAL FAN มี HOUSING เป็น ALUMINIUM หรือ เหล็กอาบสังกะสี พ่นสีอบแห้ง ตามที่กำหนดในแบบ พัดลมนี้ต้องเป็นแบบ WEATHER PROOF มีขนาดและสมรรถนะตามที่กำหนดในแบบ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

ใบพัดชนิด PROPELLER หรือ BACKWARDLY INCLINED TYPE CENTRIFUGAL WHEEL ได้รับการถ่วงทั้งทางด้าน STATICALLY และ DYNAMICALLY BALANCED MOTOR จัดตั้งใน WEATH

ERPROOF HOUSING ระบบไฟฟ้า ตามที่กำหนดในแบบ พัดลมชนิดที่ขับด้วยสายพานจะต้องเป็นชนิดที่ทนต่อน้ำมัน มีมอเตอร์พูลเล่ย์ที่สามารถปรับอัตราความเร็วรอบของพัดลมได้

ทางด้านลมออกจะต้องมีตะแกรงกันนกขนาด 1/2" x 1/2" ทำด้วย ALUMINIUM ติดตั้งไว้ได้เรียบร้อย พร้อมทั้งต้องมี NON-FUSED DISCONNECT SWITCH ติดตั้งอยู่ภายใต้ HOOD พร้อมทั้งเดินสายไฟฟ้าให้เสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงาน

6.6 มาตรฐานการติดตั้งระบบก๊าซทางการแพทย์

6.6.1 บทนำ

การจัดทำมาตรฐานการติดตั้งระบบก๊าซทางการแพทย์ขึ้นมา เพื่อให้การติดตั้งและตรวจสอบการบำรุงรักษามีประสิทธิภาพเกิดความปลอดภัยต่อผู้รับบริการคือผู้ป่วยและผู้ใช้งาน และสามารถใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการพิจารณาปรับปรุง หรือติดตั้งระบบก๊าซทางการแพทย์ให้กับสถานบริการสุขภาพ

6.6.2 มาตรฐานอุปกรณ์และการติดตั้ง

- คู่มือระบบก๊าซทางการแพทย์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2543
- ISO 9001 INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION
- NFPA 99 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION ; U.S.A.
- CGA COMPRESSED GAS ASSOCIATION INC., U.S.A.
- HTM 2022 HEALTH TECHNIC MANUAL 2022
- ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING & MATERIAL
- ASME AMERICAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERS
- DIN DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG
- BS BRITISH STANDARD
- NEC NATIONAL ELECTRIC CODE
- NEMA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION

6.6.3 ขอบเขตงาน

6.6.3.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ระบบ MEDICAL GASS SYSTEM ดังแสดงไว้ในรูปแบบและรายการละเอียดข้อกำหนดเพื่อให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

6.6.3.2 เครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ล่าสุดได้มาตรฐานสากลไม่เคยผ่านการใช้ที่ใดมาก่อนและอยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์จนถึงวันทำการติดตั้ง

6.6.3.3 การติดตั้งการขนส่ง การใช้แรงงาน การเก็บรักษา และการปฏิบัติการต่างๆ ซึ่งจำเป็นในการดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปโดยเรียบร้อยถูกต้อง ตามข้อกำหนดและหลักวิชาการทางวิศวกรรม

6.6.3.4 ผู้รับจ้างจะต้องทำการประกอบ และติดตั้งให้แข็งแรงพร้อมใช้งานได้ดี และก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบระบบเต็มรูปแบบ (COMPLETE SYSTEM INSPECTION VERIFICATION)

6.6.3.5 หากพบว่ามีการขัดแย้งระหว่างรูปแบบ และรายการผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อที่จะได้พิจารณาตัดสินต่อไป

6.6.3.6 แบบรูปที่แสดงไว้เป็นแบบทั่วไป (TYPICAL DIAGRAM) ที่แสดงไว้เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบถึงแนวทางและหลักการของระบบรวมทั้งความต้องการของผู้ว่าจ้างแบบรูปดังกล่าวได้แสดงแนวการเดินท่อต่างๆ และตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงอย่างไรก็ตามในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปนิกแบบโครงสร้างและแบบระบบงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำแบบงานใช้งานก่อสร้าง/ติดตั้ง (SHOP DRAWING) เสนอให้ผู้ว่าจ้าง การพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้งจริงทุกครั้งเพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปโดยสะดวกไม่ขัดแย้งกับระบบงานอื่น มีความถูกต้องทางด้านเทคนิคในทุกๆ ทาง และสามารถทำงานในภายหลังได้เป็นอย่างดี

6.6.3.7 ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดี เท่าที่กำหนดไว้ในรายการผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้งานนี้ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้รับจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้า และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

6.6.3.8 หากมีความจำเป็นเกิดขึ้นอันกระทำให้ผู้ว่าจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่ได้แจ้งรายละเอียดและ/หรือแสดงตัวอย่างแก่ผู้ว่าจ้างจะต้องจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้วผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายการละเอียดของสิ่งของดังกล่าวพร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้างเพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง โดยฉับพลัน

6.6.3.9 แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)

- ในระหว่างดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผังและแบบตามที่สร้างจริงแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง

- แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้รับจ้างจะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง และส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน แบบนี้ประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 3 ชุด มีขนาดและมาตราส่วนเดียวกันกับของผู้ออกแบบหรือแบบใช้งาน

6.6.3.10 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

- ผู้รับจ้างจะต้องการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างชำนาญในระบบต่างๆที่ได้รับการฝึกงานจากโรงงานผลิตมาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาติดต่อกันอย่างน้อย 15 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

6.6.3.11 หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์

- ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยวิธีใช้และระยะเวลาของการบำรุงรักษารายการอะไหล่และอื่นๆเป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

- หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 2 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งมอบจริง

6.6.3.12 การรับประกัน

- ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 1 ปี รับประกันคุณภาพหัวจ่ายก๊าซในระยะเวลา 5 ปี นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จและส่งมอบงานแล้ว

- ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากโรงงานผลิตผู้รับจ้างดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยไม่ต้องชักช้าและรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมดถ้าเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างอันเนื่องจากข้อบกพร่องของงานของผู้รับจ้างให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบแก่ ความเสียหายอันพึงมีนั้นด้วย

- ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันเปลี่ยนและ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานข้อกำหนดรวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน

- ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ทำการแก้ไขที่ไม่ถูกต้องเปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพรวมทั้งการบริการรายเดือนและในกรณีฉุกเฉินภายในระยะเวลา 1 ปี นับจากวันส่งมอบงาน หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขนับแต่วันที่มีหนังสือแจ้งจากผู้ว่าจ้างและดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยในระยะเวลาที่กำหนดผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเอง แล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

6.6.3.13 การบริการ

- ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับการตรวจซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้ง เสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

- ในกรณีผู้ว่าจ้างจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาทำงานปกติผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำ โดยไม่ชักช้า

6.6.3.14 การส่งมอบงาน

- ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน

- ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องวัสดุและอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจของผู้ว่าจ้างว่าเครื่องวัสดุและอุปกรณ์เหล่านี้สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ

- ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบงานระบบและตรวจรับมอบงานอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6.6.4 การติดตั้งท่อนำก๊าซ

- การเชื่อมบัดกรีที่จุดต่างๆ ต้องไม่เกิดเขม่าตกค้างภายในท่อ โดยใช้แก๊สไนโตรเจนไหลผ่านภายในท่อตรงรอยเชื่อมในขณะทำการเชื่อมรอยต่อยู่ รอยเชื่อมบัดกรีภายนอกต้องทำความสะอาดด้วยน้ำร้อนภายหลังการเชื่อมบัดกรีเสร็จ

- หลังจากเดินท่อตามแนวต่างๆ เสร็จ (ปลายท่อยังไม่ต่อเข้าเอ้าท์เล็ท) ต้องไล่เศษผงเขม่า ซึ่งอาจเกิดจากการเชื่อมบัดกรีด้วยอากาศแห้ง หรือไนโตรเจน ที่ปราศจากไอน้ำมันให้สะอาด

- วัสดุ เช่น ท่อ, วาล์ว FITTINGS ต้องถูกล้างทำความสะอาด ปราศจากไขมัน, น้ำมัน หรือสารอื่นอาจทำให้เกิดออกไซด์

- การจับยึดรองรับท่อให้รองรับด้วย HANGERS, C-CLAMPS ท่อแนวตั้ง น้ำหนักของท่อให้ถ่ายลงที่ยึดรองรับท่อห้ามใช้ส่วนของอาคาร หรือท่อของระบบอื่นรองรับท่อ

- การตัดต่อท่อต้องตัดให้มีความยาวพอดี เมื่อประกอบติดตั้งแล้วจะต้องไม่ให้เกิดแรงสปริงหรือแรงตึงในท่อได้

- ระยะการจับยึดรองรับท่อ เพื่อให้น้ำหนักของท่อถ่ายลงที่รองรับท่อเป็นดังตาราง แนวท่อที่เดินผ่านคานหรือผนังคอนกรีต ต้องมีการเตรียมช่อง (SLEEVE) ไว้ล่วงหน้า

- ห้ามเดินท่อชิดผนังหรือเพดานทุกแนว ไม่ว่าแนวตั้งหรือแนวนอน โดยให้มีระยะห่างจากผนังหรือเพดานไม่น้อยกว่า 10 ซม. หรือถ้าสถานที่ไม่สามารถติดตั้งตามระบบดังกล่าวได้ ต้องปรึกษานายช่างที่ควบคุมงาน เพื่อหาทางแก้ไขต่อไป การป้องกันท่อ ท่อแนวนอนที่เดินลอยสูงจากพื้นมากกว่า 2.5 เมตร ไม่ต้องครอบท่อ ท่อแนวตั้งจากเพดานลงมาถึงอุปกรณ์ทุกแนว ต้องครอบท่อด้วยกล่องอลูมิเนียม หรือแผ่นเหล็กไร้สนิม

การใช้โค๊ดสี สัญลักษณ์ท่อใช้

- ออกซิเจน สีเขียว
- ไนตรัสออกไซด์ สีฟ้า
- สุญญากาศ สีขาว
- ไนโตรเจน สีน้ำเงิน

ท่อที่เดินลอยทาสีตลอดแนว ยกเว้น ที่อยู่ภายในฝ้าเพดาน กล่องระยะการทา โค๊ดสี สัญลักษณ์ห่างกัน 2 เมตร โดยแถบสีกว้าง 0.25 เมตร

ขนาดท่อ Norminal pipe bore Inch.	ระยะแนวตั้ง		ระยะแนวนอน	
	ฟุต	เมตร	ฟุต	เมตร
3/8	4	1.2	3	1
½	6	1.8	4	1.2
¾	8	2.4	6	1.8
1	8	2.4	6	1.8
1 ¼	10	3.0	8	2.4
1 ½	10	3.0	8	2.4
2	10	3.0	9	2.7
3	12	3.0	10	3.0

<u>การทดสอบ</u>

- เป่าท่อให้สะอาดเมื่อเดินท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว และก่อนที่จะติดตั้งเอ้าท์เลท ต้องใช้อากาศหรือไนโตรเจนที่ปราศจากละอองน้ำ น้ำมันเป่าเข้าไปในระบบท่อเพื่อไล่เศษผงต่างๆ ออก และกำจัดละอองไอน้ำเกาะอยู่ในท่อ

- การทดสอบรอยบัดกรีที่ข้อต่อต่างๆ เมื่อติดตั้งระบบท่อเสร็จแล้วให้อัดระบบท่อด้วยอากาศหรือไนโตรเจนที่ปราศจากละอองน้ำ น้ำมัน ให้ได้ความดัน 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว รักษาความดันให้คงที่และตรวจรอยเชื่อมบัดกรีทุกจุดว่ารั่วหรือไม่โดยใช้น้ำสบู่ ทดสอบเสร็จให้ทำความสะอาด จัดการซ่อมรอยรั่วทั้งหมดและทำการทดสอบเช่นนี้อีกจนกระทั่งไม่ปรากฏรอยรั่ว

- ในการทดสอบอาจจะทำการทดสอบเป็นโซนซึ่งเดินท่อเสร็จแล้วก็ได้ ให้ผู้รับจ้างเสนอรายละเอียดในการทดสอบเช่นนี้ให้คณะกรรมการตรวจสอบการจ้างเห็นชอบด้วย (โดยมีการเซนต์รับทราบช่างควบคุมงานของกองแบบแผนด้วย)

- ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบท่อทั้งหมด โดยใช้อากาศหรือไนโตรเจน ซึ่งปราศจากละอองน้ำมัน ให้ได้ความดัน 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ความดันจะลดลงไม่ได้เลย

- การทดสอบการทำงานให้ทดสอบการทำงานของชุดจ่ายแก๊ส ปั้มสุญญากาศ ระบบ อะลามโซนวาล์ว ให้ถูกต้องตามความประสงค์ในแบบและรายการ

- การทดสอบการเชื่อมบัดกรีท่อสลับกัน (TEST CROSS CONECTION) โดยทำการทดสอบระบบท่อแก๊สทีละอย่างจนครบ

6.6.5 วาล์วทุกตัวยกเว้นที่อยู่ในกล่องโซนวาล์ว ต้องใช้บอลวาล์ว ชนิด 3 ชิ้น ทำด้วย Bronze ให้มีปลายท่อ 2 ข้าง ไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว จากผู้ผลิตวาล์ว เพื่อป้องกันบ่าวาล์วละลายขณะเชื่อม

6.6.6 วาล์วตามข้อ 6.2.5 ที่จะต้องติดตั้งในบริเวณที่บุคคลไม่มีหน้าที่รับผิดชอบเข้าถึงได้หรือให้มีกุญแจร็อกไว้ในตำแหน่งใช้งาน และมีป้ายบอกว่าเป็นก๊าซอะไร สำหรับใช้ในแผนกใด

6.6.7 วาล์วสำหรับต่อเติมในอนาคต มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- อยู่ในบริเวณที่เข้าได้เฉพาะผู้รับผิดชอบ
- วาล์วต้องปิด และ ร็อกไว้
- ต้องมีป้ายแสดงชัดเจน
- ท่อที่ต่อจากวาล์วจะต้องมี CAP เชื่อมปิด

6.6.8 MASTER ALARM ต้องจับสัญญาณจากแหล่งจ่าย

6.6.9 AREA ALARM จะต้องรับสัญญาณของระบบก๊าซทางการแพทย์ ติดตั้งอยู่บริเวณเคาน์เตอร์พยาบาลหรือบริเวณที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน

6.6.10 ท่อต้องมีที่อุดปลายจากผู้ผลิตก่อนติดตั้งหรือหลังจากทำความสะอาดท่อแล้ว

6.6.11 ข้อต่อและวาล์วจะต้องปิดปลายจนกว่าจะติดตั้ง

6.6.12 ท่อที่ใช้กับแรงดันสูงกว่า 185 PSIG จะต้องใช้ TYPE K และถ้าท่อใหญ่กว่า 3 นิ้ว ต้องใช้ท่อ TYPE K

6.6.13 ห้ามใช้ข้อต่อทองแดงชนิดหล่อ

6.6.14 ข้อต่อแบบเกลียวสามารถใช้ได้ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ใช้เฉพาะต่อกับเก็จวัดต่างๆ, ALARM, CHECK VALVE และแหล่งจ่ายเท่านั้น

6.6.15 ข้อต่อทั้งหมดต้องเป็นแบบสวม (SOCKET TYPE)

6.6.16 การตัดท่อต้องใช้ TUBE CUTTER ที่คมเท่านั้น และหลังตัดต้อง DEBURRED ด้วยเครื่องมือเพื่อไม่ให้มีเศษท่อค้างในท่อ

6.6.17 ห้ามใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายในการทำความสะอาดท่อทและข้อต่อ

6.6.18 อัตราการไหลของ NITROGEN จะต้องควบคุมด้วยชุดปรับแรงดันและ FLOW METER

6.6.19 ก่อนเชื่อมจะต้องมีการวัดเปอร์เซ็นต์ของ OXYGEN โดย OXYGEN ANALYZER ที่ปลายท่อได้ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

6.6.20 จะต้อง PURGE NITROGEN จนกว่าแนวเชื่อมที่เชื่อเสร็จเย็นลงจนสามารถจับต้องได้

6.6.21 ท่อจะต้องมีการพ่นสีหรือติดสติ๊กเกอร์เพื่อบอกว่าเป็นก๊าซอะไร

6.6.22 ติดป้ายบนท่อ ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ติดทุกๆ 6 เมตรเป็นอย่างน้อย
- อย่างน้อย 1 เหนือห้องนั้น
- ท่อทั้งสองฝั่งเมื่อเดินทะลุกำแพง
- อย่างน้อยทุกๆ ชั้น

6.6.23 ห้ามทาสีท่อทองแดงตลอดเส้น

6.6.24 การติดป้ายที่ SHUT OFF VALVE

- มีชื่อก๊าซหรือสัญลักษณ์
- ชื่อบริเวณหรือห้องที่ส่งก๊าซ

6.6.25 การทดสอบ

- การทดสอบโดยผู้ติดตั้ง

O INITIAL BLOW DOWN เป่าทำความสะอาดท่อด้วย NITROGEN เมื่อติดตั้งท่อเสร็จและก่อนติดตั้ง OUTLET/INLET

O INITIAL PRESSURE TEST หลังจากติดตั้ง ฝาหลังของ OUTLET/INLET และก่อนติดตั้งอุปกรณ์ที่อาจจะเกิดความเสียหายจากแรงดันที่ทดสอบ SOURCE VALVE ต้องปิดขณะทดสอบ แรงดันทดสอบใช้งาน 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน แรงดันทดสอบท่อสูญญากาศต้องไม่น้อยกว่า 60 PSIG

O CROSS CONNECTION ทอสอบเพื่อไม่ให้มีการสลับท่อระหว่าก๊าซแต่ละชนิด ใช้ก๊าซ NITROGEN ที่ปราศจากน้ำมันและความชื้นเท่านั้น

O PIPING PURGE TEST OUTLET ทุกหัวจะต้อง PURGE เพื่อเป่าฝุ่นที่ตกค้างในท่อทิ้ง PURGE ด้วย NITROGEN ปล่อยเป็นจังหวะ จนกว่าผ้าขาวจะไม่มีการเปลี่ยนสี

O STANDING PRESSURE TEST ทดสอบเมื่อติดตั้ง OUTLET สมบูรณ์แล้วในขณะทดสอบ SOURCE VALVE จะต้องปิด ทดสอบที่แรงดันสูงกว่าแรงดันใช้งาน 20 เปอร์เซ็นต์ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

6.6.26 การทำ VERIFICATION (ถ้ามี) จะต้องใช้ผู้มีประสบการณ์ทางระบบก๊าซทางการแพทย์ โดยต้องเป็นที่ยอมรับ (วิศวกรเครื่องกล/นายช่างเครื่องกลที่มีประสบการณ์)

6.6.27 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบจะต้องมีใบรับรองผ่านการสอบเทียบมาแล้วไม่เกิน 1 ปี

6.6.28 เครื่องมือที่จำเป็นในการทดสอบ

- ADAPTOR พร้อมเกวัดของทุกก๊าซ ในจำนวนที่เพียงพอต่อการทดสอบ
- FLOW METER พร้อม ADAPTOR ชนิดวัดค่าอัตราการไหลสูง
- ADAPTOR พร้อม BALL VALVE สำหรับ TEST กับผ้าขาว

6.6.29 ระบบไฟฟ้าสำหรับแหล่งจ่ายก๊าซทางการแพทย์ ALARM SENSER ต่างๆ ต้องต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองของอาคาร

6.7 มาตรฐานการติดตั้งระบบลิฟต์และระบบบันไดเลื่อน

6.7.1 ลิฟต์โดยสาร (PASSENGER LIFT) หมายถึง ลิฟต์ที่ใช้เพื่อขนถ่ายผู้โดยสาร โดยมีห้องลิฟต์ ซึ่งเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง ตามรางบังคับในแนวดิ่ง จอดรับ-ส่งผู้โดยสารตามคำสั่งที่แผงปุ่มกดภายในตัวลิฟต์ มีระบบความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด รายละเอียดตามเอกสารเลขที่ ก 153/ก.ย./53 กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

6.7.2 ลิฟต์เตียงคนไข้ (BED LIFT) หมายถึง ลิฟต์ที่ใช้เพื่อขนถ่ายผู้โดยสาร โดยมีห้อง ลิฟต์ ซึ่งเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง ตามรางบังคับในแนวดิ่ง จอดรับ-ส่งผู้โดยสารตามคำสั่งที่แผงปุ่มกดภายในตัวลิฟต์ มีระบบความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด รายละเอียดตามเอกสารเลขที่ ก 153/ก.ย./53 กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

6.7.3 ลิฟต์โดยสารคนพิการ (PASSENGER LIFT) หมายถึง ลิฟต์ที่ใช้เพื่อขนถ่ายผู้โดยสาร โดยมีห้องลิฟต์ ซึ่งเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง ตามรางบังคับในแนวดิ่ง จอดรับ-ส่งผู้โดยสารตามคำสั่งที่แผงปุ่มกดภายในตัวลิฟต์ มีระบบความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด รายละเอียดตามเอกสารเลขที่ ก 153/ก.ย./53 กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

6.7.4 ลิฟต์ส่งของ (DUMBWAITERS LIFT) หมายถึง ลิฟต์ที่ใช้เพื่อขนถ่ายสิ่งของและห้ามโดยสาร โดยมีห้องลิฟต์ ซึ่งเคลื่อนที่ ขึ้น-ลง ตามรางบังคับในแนวดิ่ง จอดรับ-ส่งสิ่งของตามคำสั่งที่แผงปุ่มกดภายนอกตัวลิฟต์ มีระบบความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด รายละเอียดตามเอกสารเลขที่ ก 153/ก.ย./53 กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

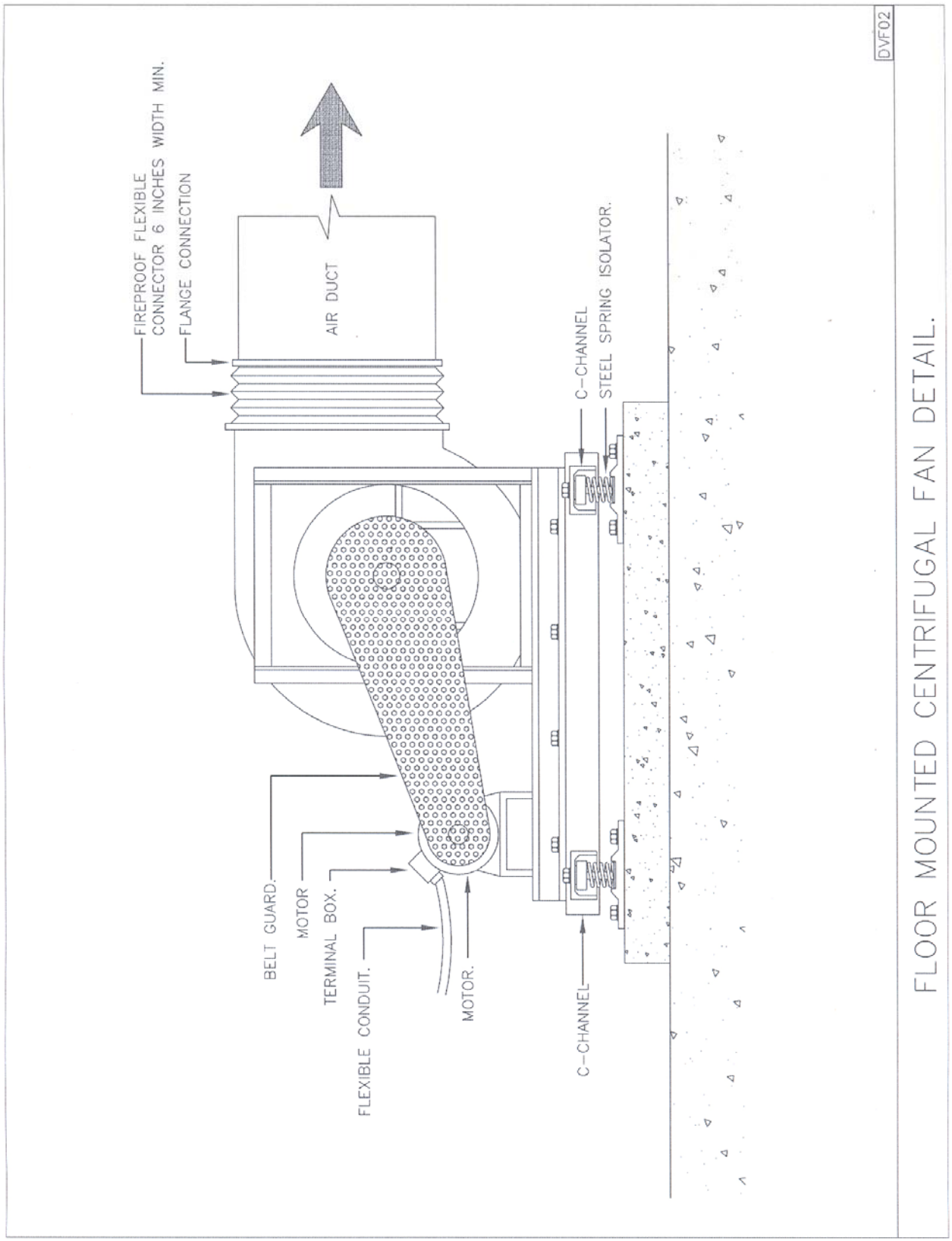
6.7.5 บันไดเลื่อน (ESCALATORS) หมายถึง บันไดเลื่อนที่ใช้เพื่อขนถ่ายผู้โดยสาร โดยการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ระหว่างชั้น มีระบบความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนด รายละเอียดตามเอกสารเลขที่ .....กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

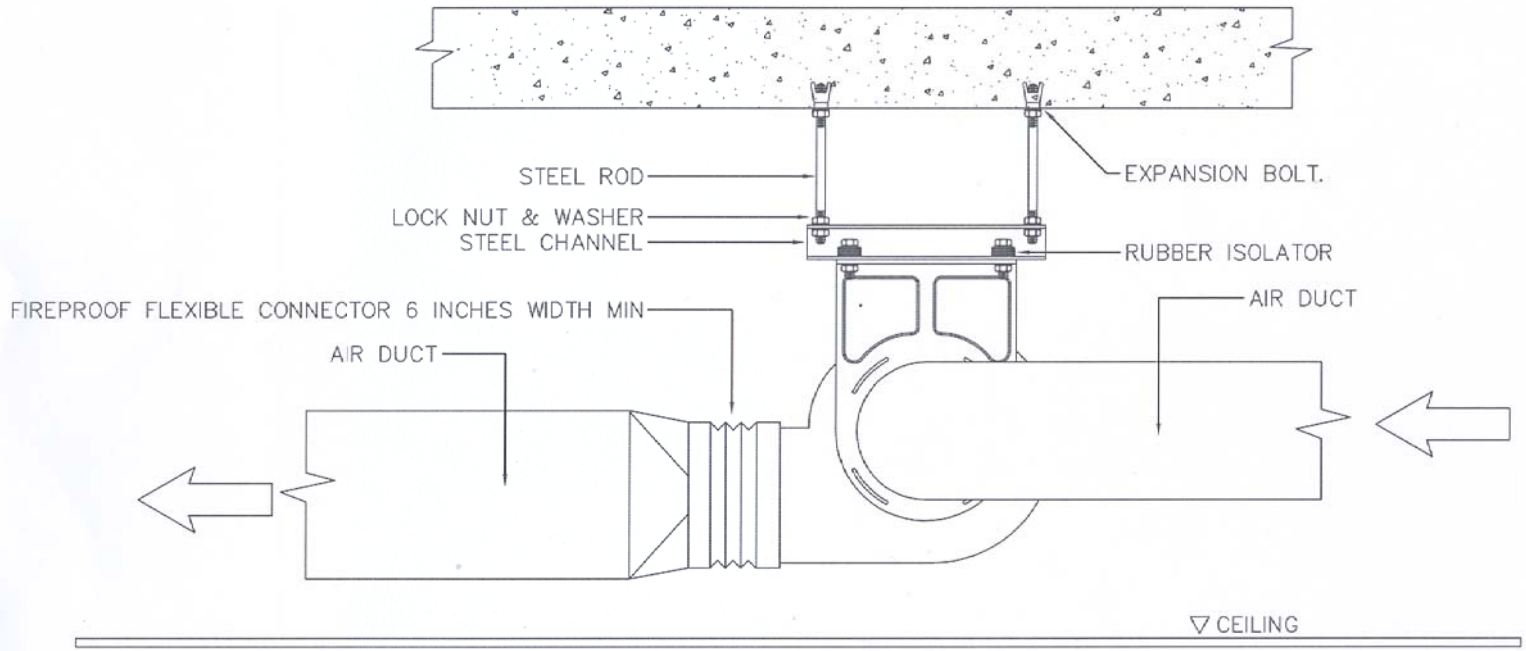
6.7.6 ให้ผู้รับจ้างตรวจสอบ แบบรูป ข้อกำหนดและรายละเอียด เกี่ยวกับงานระบบลิฟต์หรือบันไดเลื่อน เช่น ชนิดของลิฟต์ ขนาดบรรทุก ขนาดปล่องลิฟต์ ระยะของบ่อลิฟต์ ระยะห่างบนสุดของตัวลิฟต์กับอาคาร ระบบไฟฟ้าและระบบระบายอากาศสำหรับลิฟต์

6.7.7 ผู้รับจ้างต้องนำเสนอแบบรูปพร้อมเอกสารระบุรายละเอียดเกี่ยวกับระบบลิฟต์หรือบันไดเลื่อน แคตตาล็อคและแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (SHOP DRAWING) แก่คณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้ง

6.7.8 ในห้องเครื่องระบบลิฟต์ ให้ติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อลดอุณหภูมิภายในห้องให้ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ เทอร์โมสตัต (THERMOSTAT) ควบคุมการทำงาน

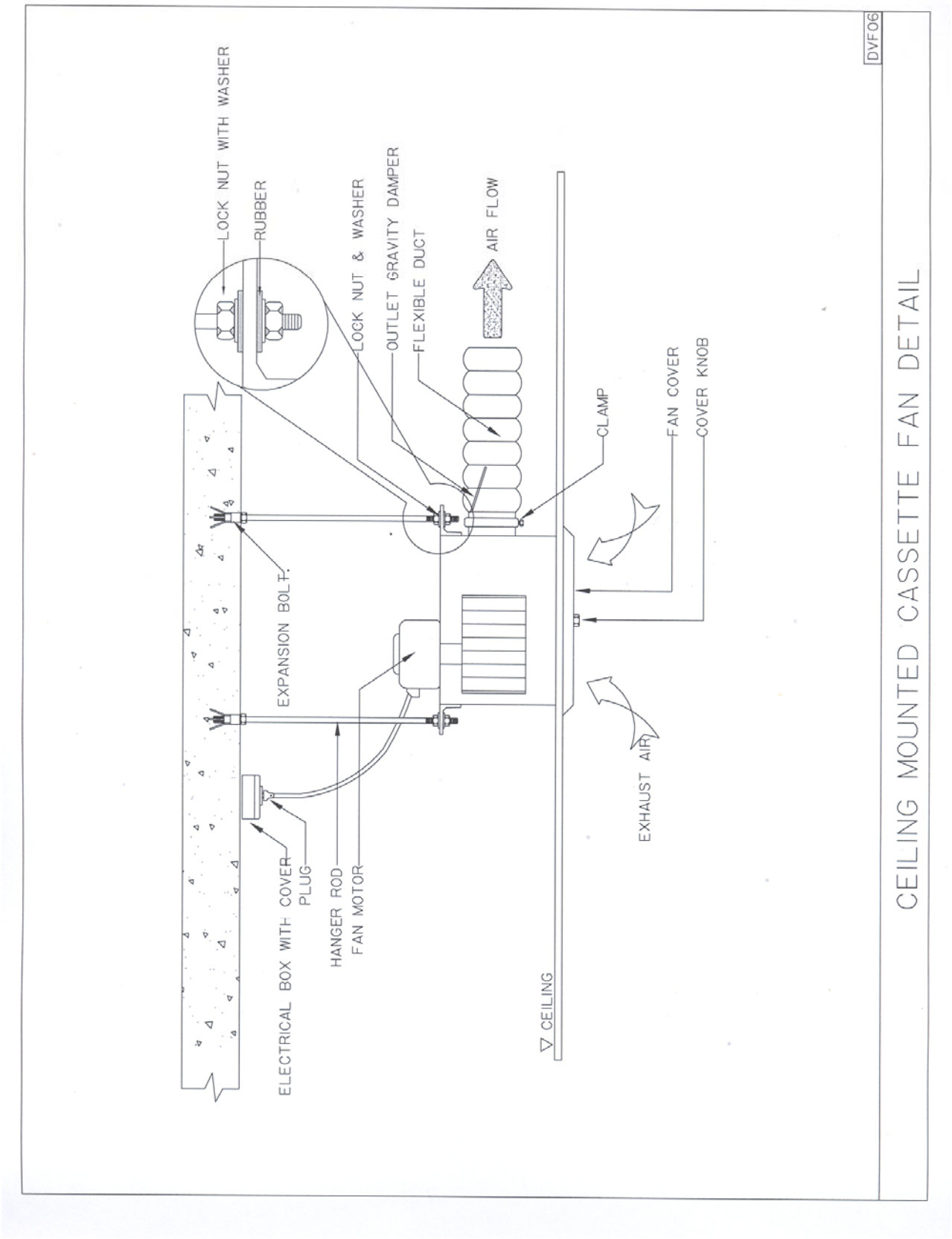
6.8 รูปแสดงมาตรฐานการติดตั้ง/งานก่อสร้างงานวิศวกรรมเครื่องกล

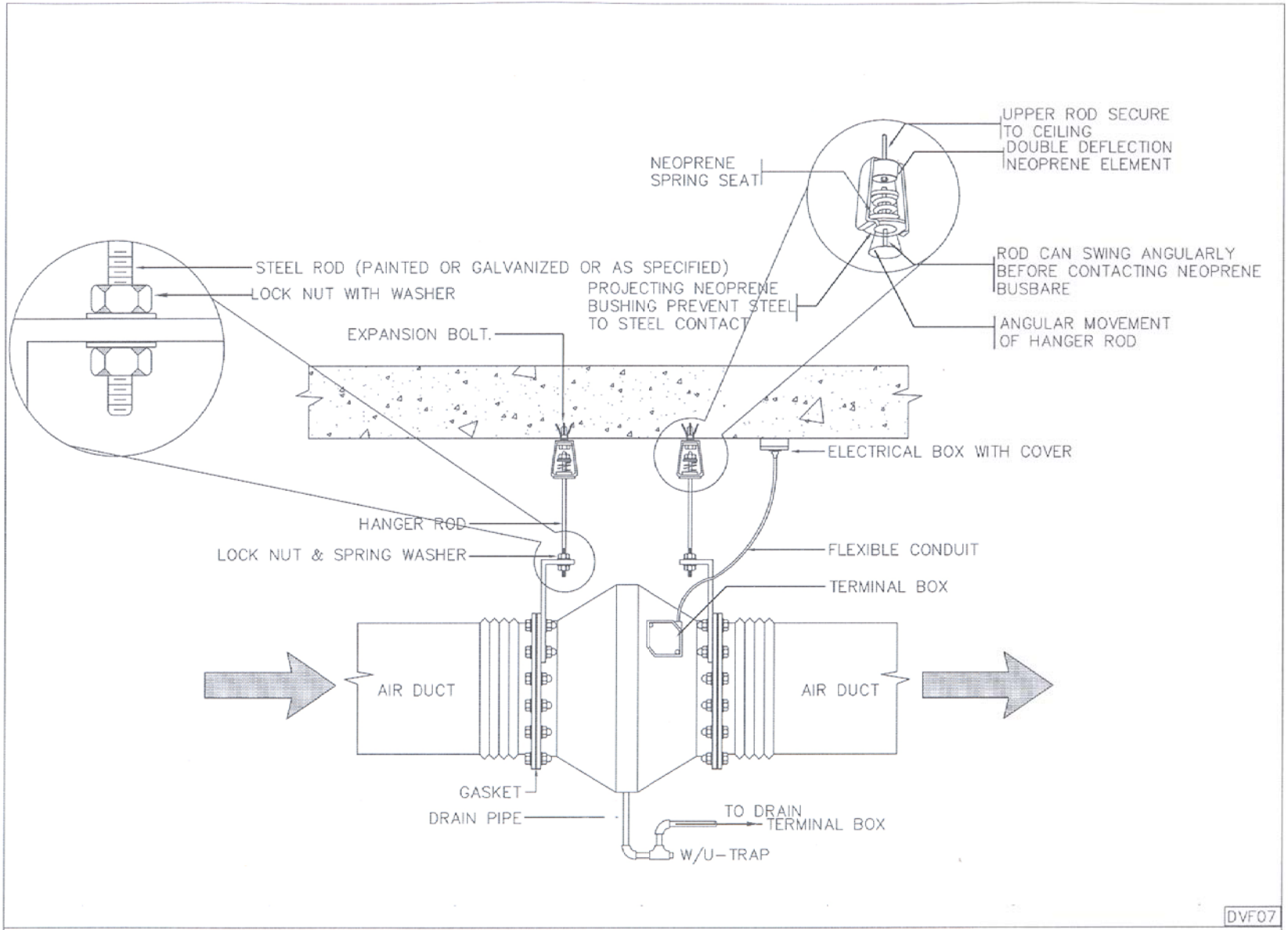




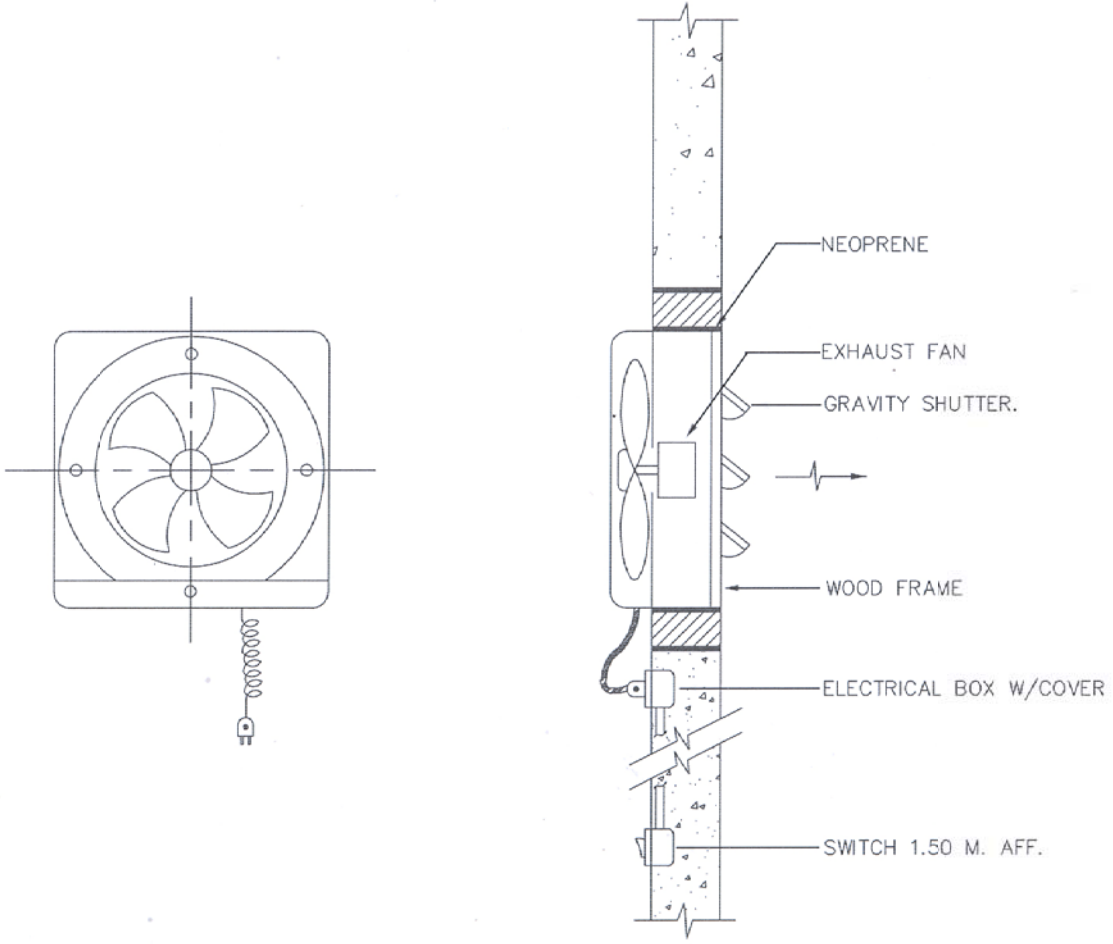
DVF05

CEILING MOUNTED MINI SIROCCO FLOW FAN DETAIL.


DVF06
CEILING MOUNTED CASSETTE FAN DETAIL
LOCK NUT WITH WASHER
RUBBER
LOCK NUT & WASHER
OUTLET GRAVITY DAMPER
FLEXIBLE DUCT
AIR FLOW
CLAMP
FAN COVER
COVER KNOB
EXPANSION BOLT
ELECTRICAL BOX WITH COVER
PLUG
HANGER ROD
FAN MOTOR
CEILING
EXHAUST AIR



SMALLS AXIAL FLOW FAN MOUNTING DETAIL



DVF11

SMALL WALL EXHAUST FAN MOUNTING DETAIL.

FLOOR LOAD

DESCRIPTION	LOAD/sq.m.
AHU/FAN	300 KG.
PUMP WATER	500 KG.
PUMP MADICAL	500 KG.
CHILLER PLANT	1,500 KG.
BOILER ROOM	2,000 KG.
HOT WATER GENERATOR	2,000 KG.
COOLING TOWER	2,500 KG.

BOILER ROOM

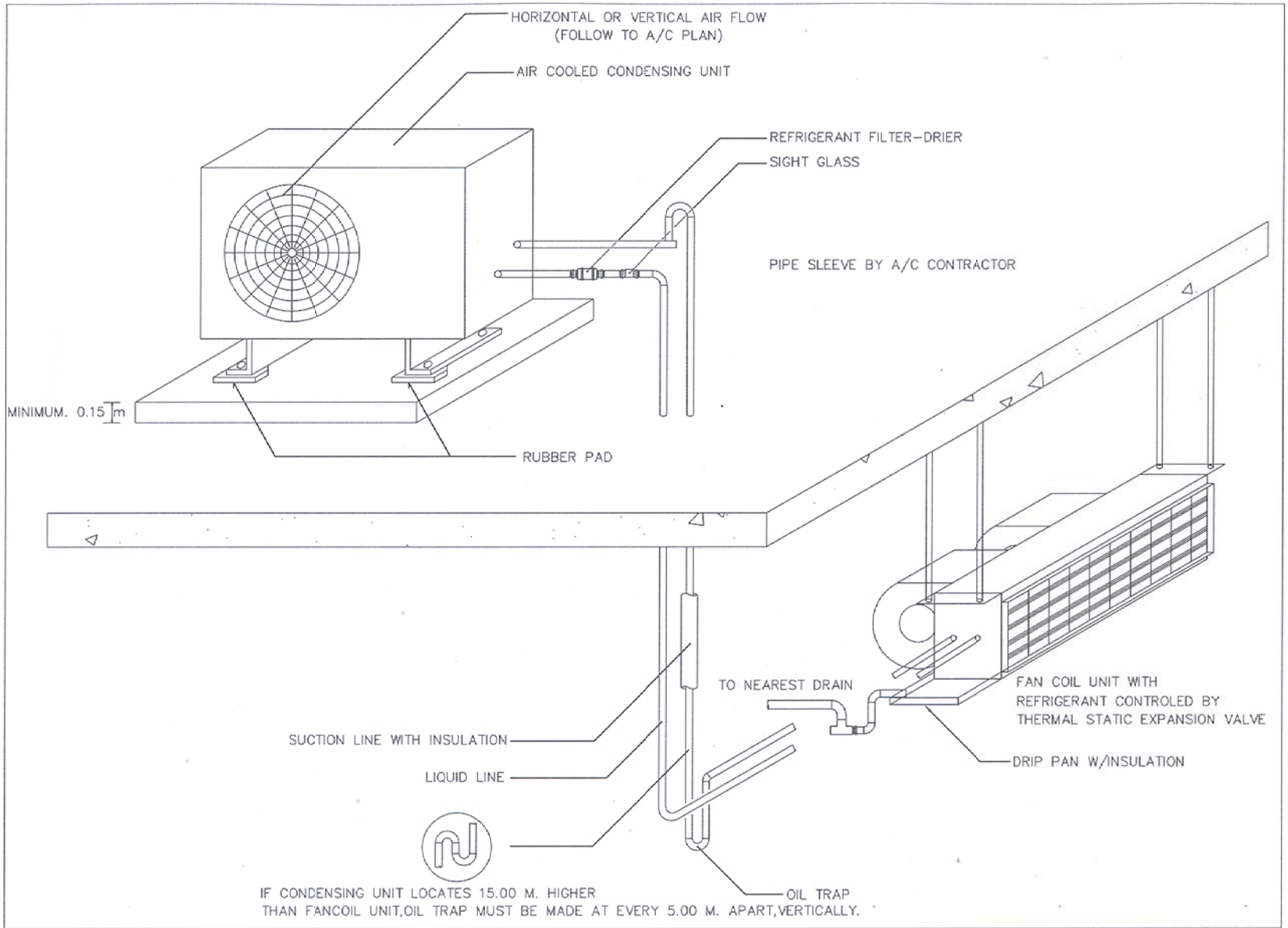
CAPACITY	ROOM SIZE
2x100 BHP.	150 sq.m.
2x200 BHP.	200 sq.m.

CHILLER & COOLING TOWER PLANT

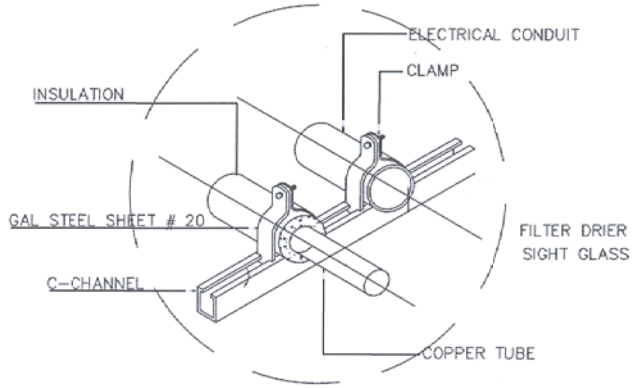
COOLING CAPACITY	CHILLER PLANT	COOLING TOWER PLANT	
		COUNTER FLOW	CROSS FLOW
750 +	250 sq.m.	12x20 m.	12x15 m.
1000 +	300 sq.m.	12x25 m.	14x16 m.
2000 +	400 sq.m.	12x40 m.	14x25 m.
3000 +	500 sq.m.	15x45 m.	14x35 m.
4000 +	600 sq.m.	15x55 m.	14x45 m.

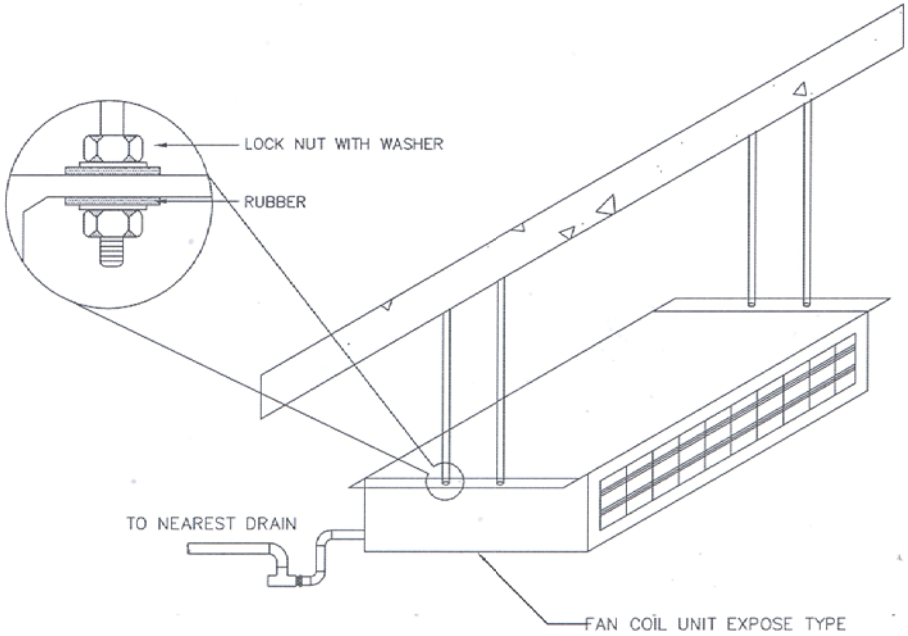
CEILING SPACE FOR AIR DUCT

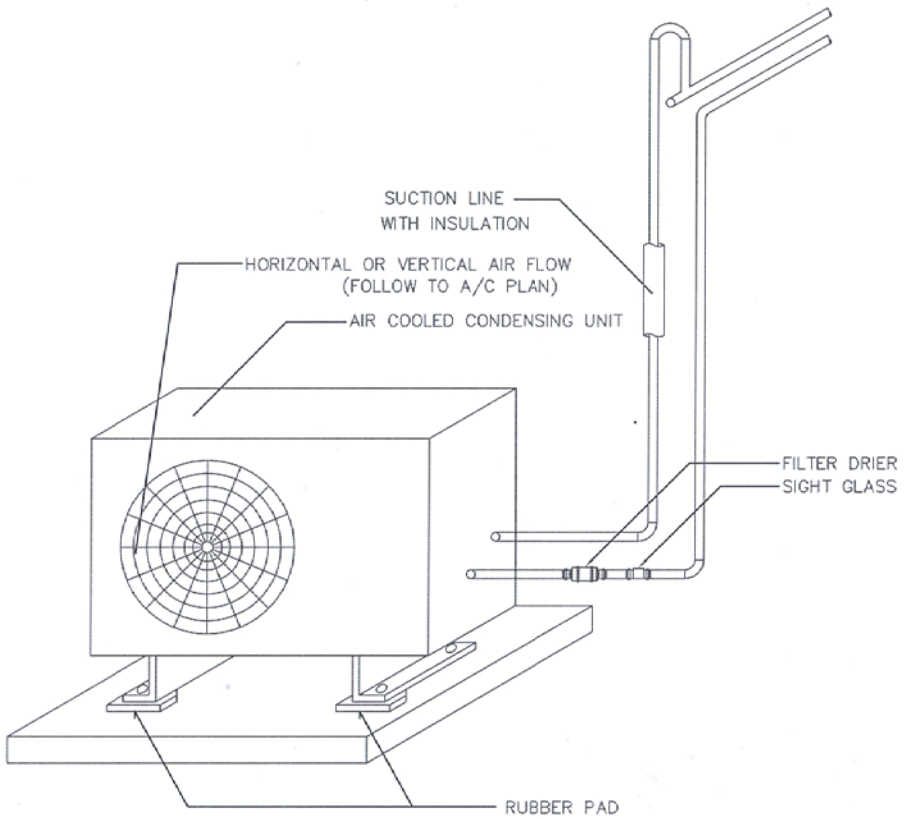
AHU CAPACITY (TON)	MIN SPACE (mm)
10	400
20	500
30	600 – 700
40	700 – 800
MORE THAN 40	800 – 1200
RETURN AIR DUCT	700 – 1200



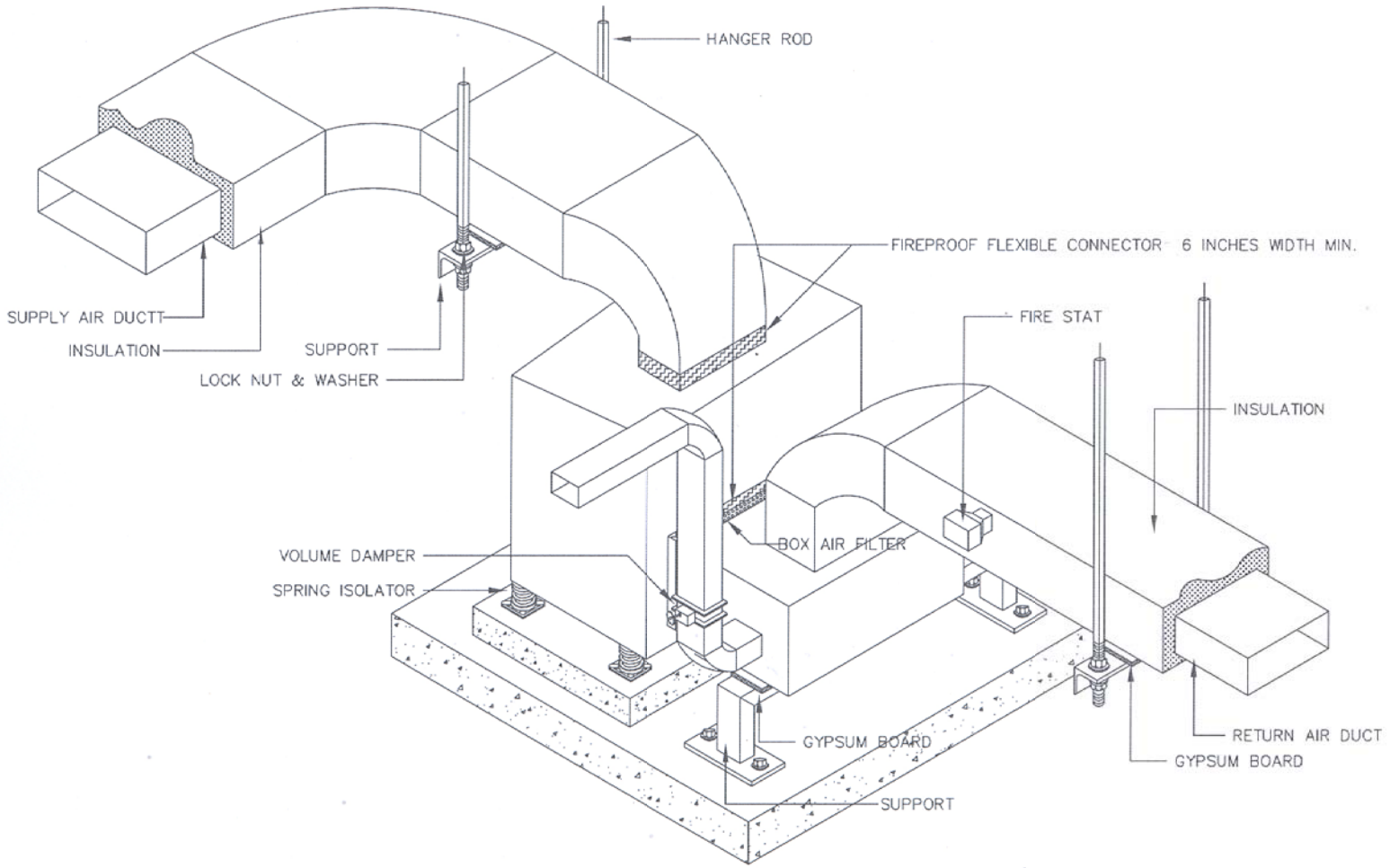
EVAPORATOR BENEATH THAN CONDENSING UNIT


ELECTRICAL CONDUIT
CLAMP
INSULATION
GAL STEEL SHEET # 20
FILTER DRIER
SIGHT GLASS
C-CHANNEL
COPPER TUBE


LOCK NUT WITH WASHER
RUBBER
TO NEAREST DRAIN
FAN COIL UNIT EXPOSE TYPE

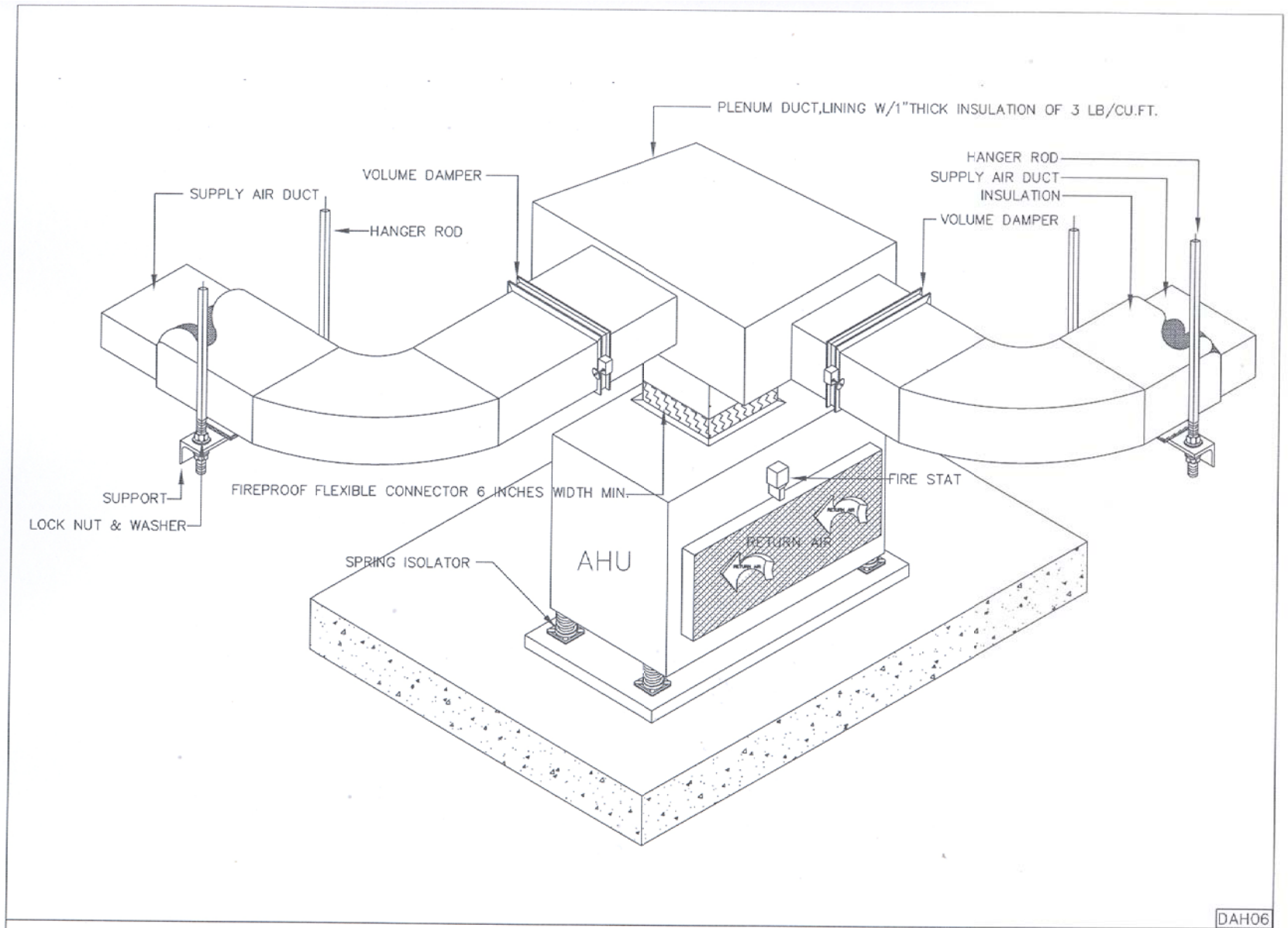


EVAPORATOR ABOVE CONDENSING UNIT

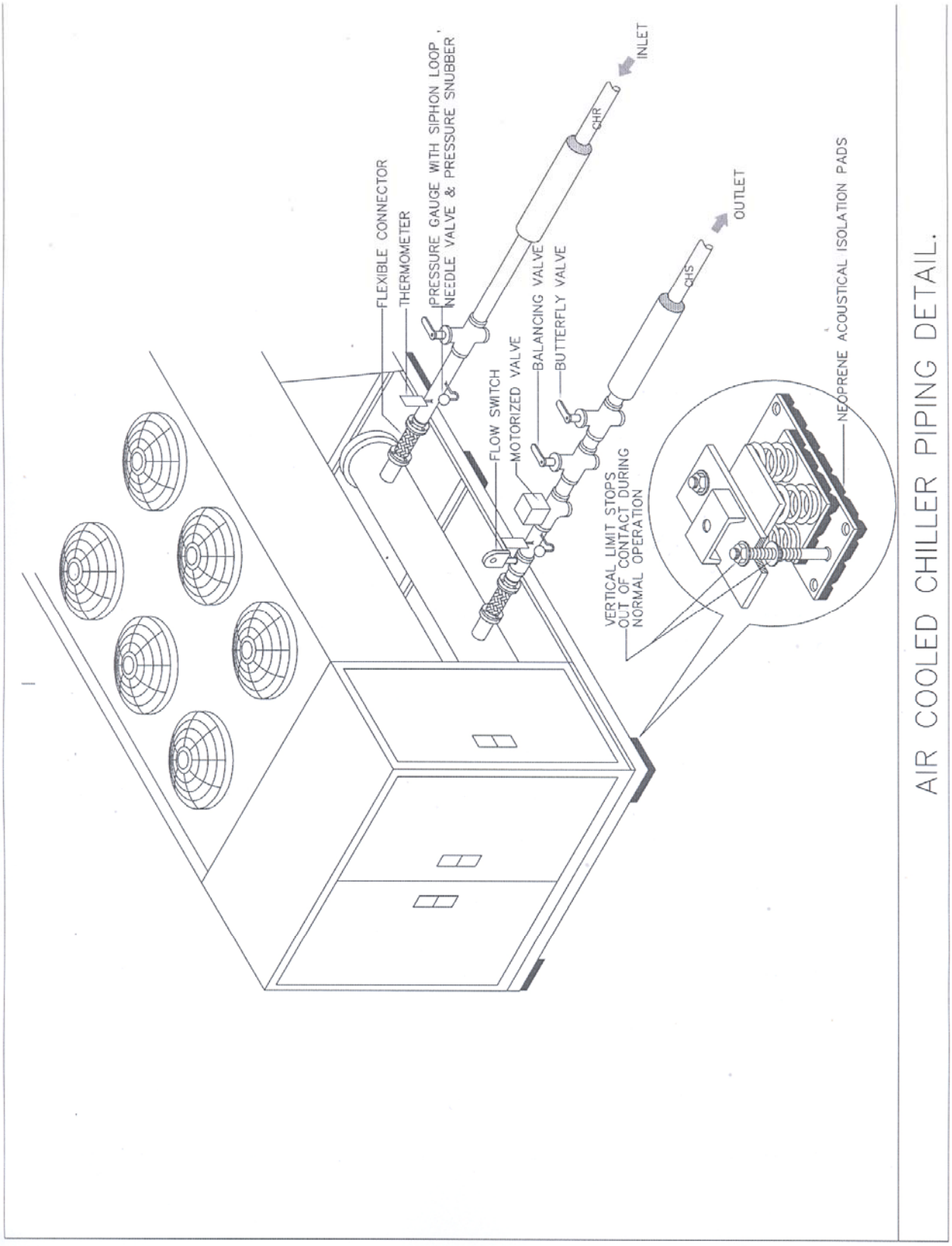


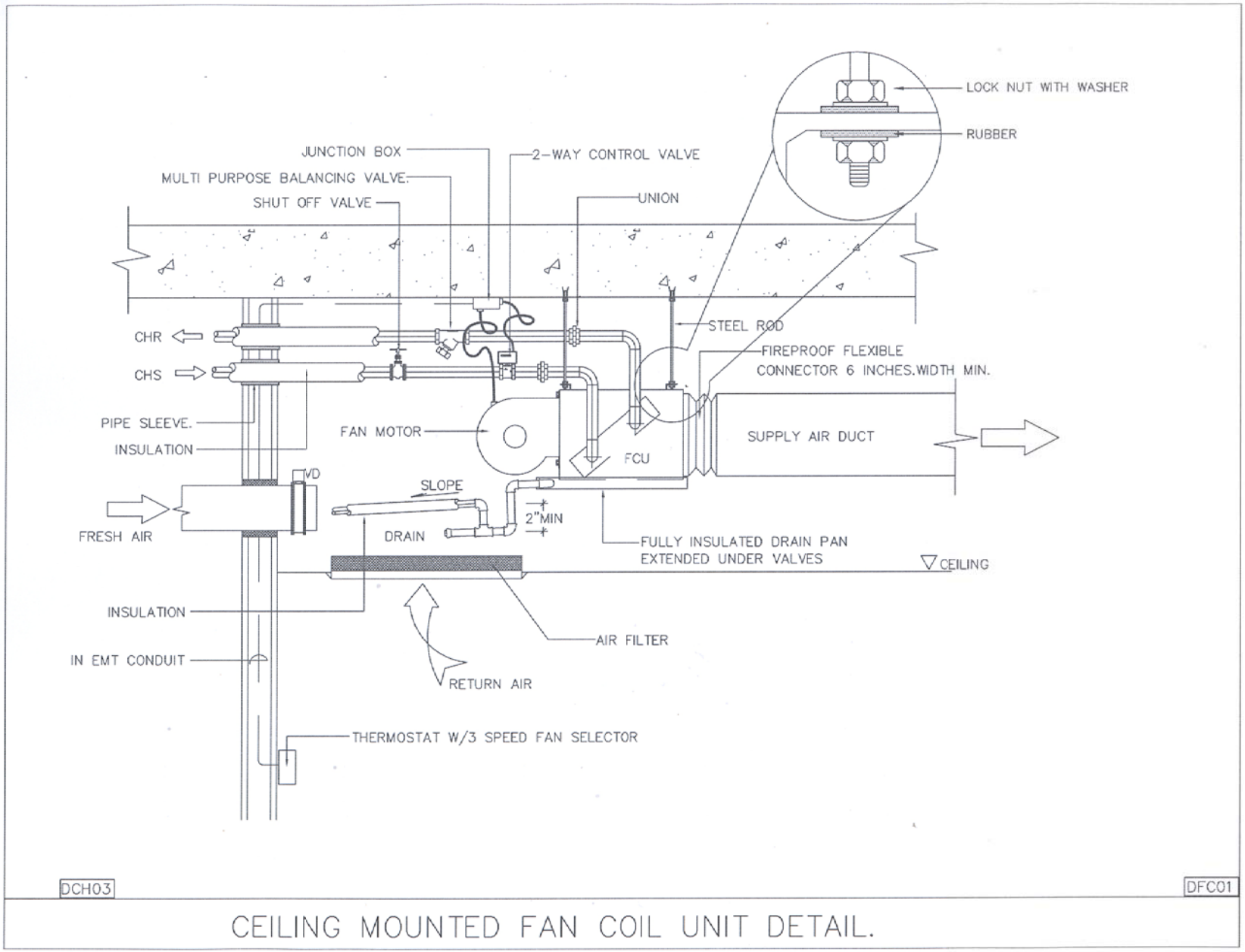
DAH05

AIR HANDLING UNIT WITH RETURN AIR PLENUM INSTALLATION DETAIL

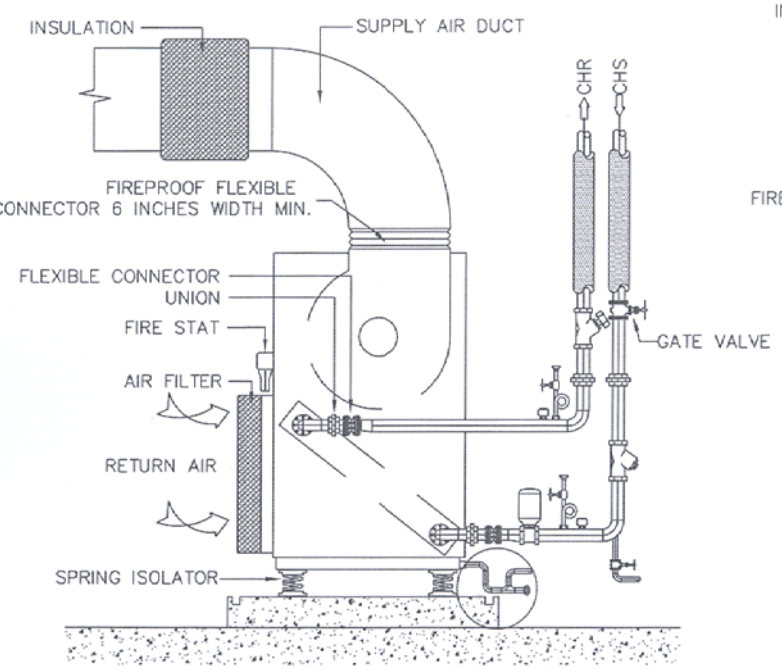


AIR HANDLING UNIT WITH SUPPLY AIR PLENUM INSTALLATION DETAIL.

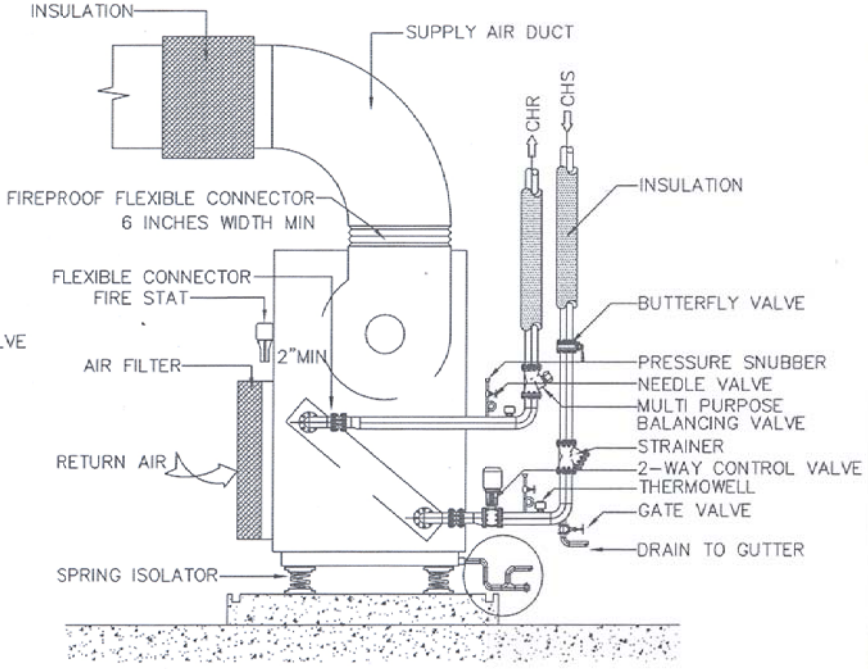

FLEXIBLE CONNECTOR
THERMOMETER
PRESSURE GAUGE WITH SIPHON LOOP ,
NEEDLE VALVE & PRESSURE SNUBBER
FLOW SWITCH
MOTORIZED VALVE
BALANCING VALVE
BUTTERFLY VALVE
VERTICAL LIMIT STOPS
OUT OF CONTACT DURING
NORMAL OPERATION
CHR
INLET
CHS
OUTLET
NEOPRENE ACOUSTICAL ISOLATION PADS
AIR COOLED CHILLER PIPING DETAIL.



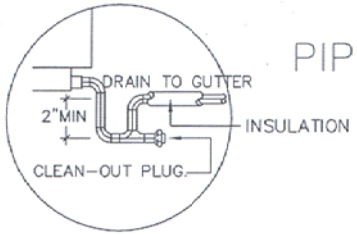
CEILING MOUNTED FAN COIL UNIT DETAIL.



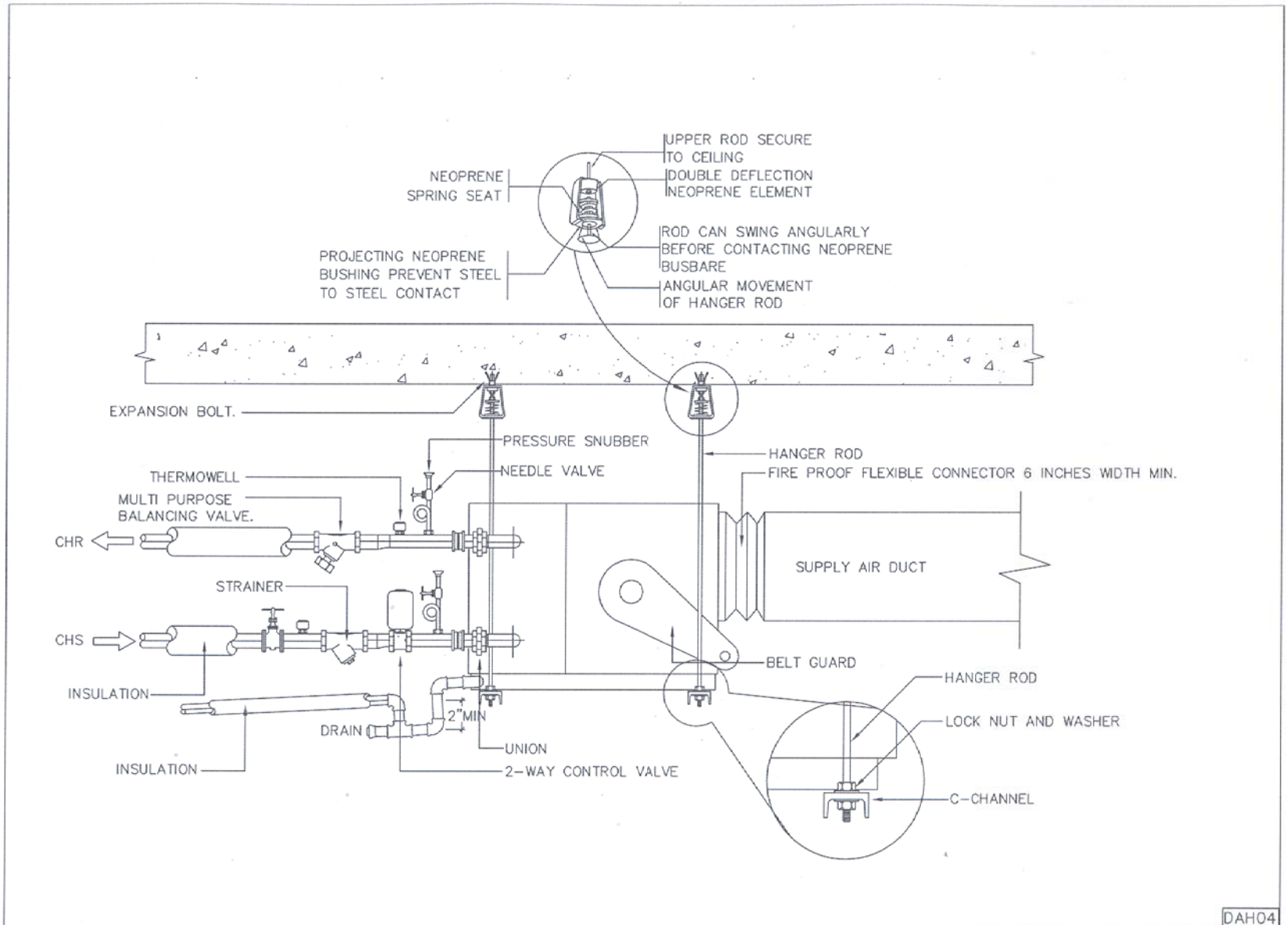
PIPE SIZE UP TO 2 1/2"



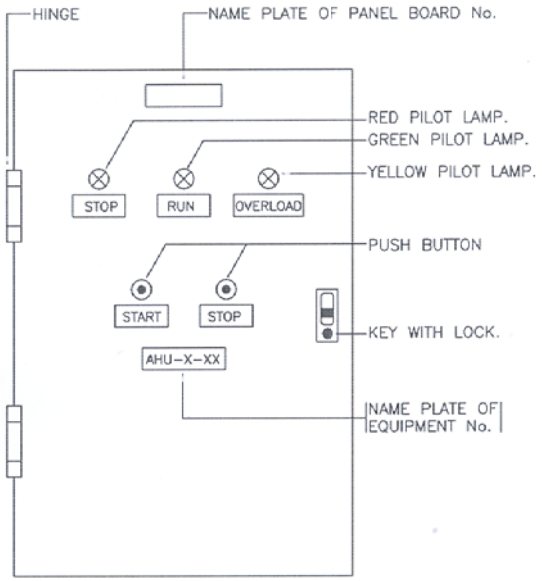
PIPE SIZE 3"AND LARGER



FLOOR MOUNTED AIR HANDLING UNIT PIPING DETAIL



CEILING MOUNTED AIR HANDLING UNIT INSTALLATION DETAIL.



(AHU PANEL BOARD OR VENTILATION FAN PANEL BOARD)

NOTE:

PANEL BOARD FOR 1 UNIT AHU OR FAN

HP	CB.Selection-to accommodate motor starting		Size of Starter	Starter Type	CONDUCTOR AND CONDUIT		
	Direct on Line	Star-Delta					
	(AT) 415V,3,50Hz	(AT) 415V,3,50Hz					
1	15	–	0	DOL	3x2.5-THW	1x2.5-THW/G	1/2"IMC
1.5	15	–	0	DOL	3x2.5-THW	1x2.5-THW/G	1/2"IMC
2	15	–	0	DOL	3x2.5-THW	1x2.5-THW/G	1/2"IMC
3	15	–	0	DOL	3x2.5-THW	1x2.5-THW/G	1/2"IMC
5	30	–	0	DOL	3x2.5-THW	1x2.5-THW/G	1/2"IMC
7.5	–	40	1	Y-Δ	6x4-THW	1x4-THW/G	1"IMC
10	–	50	1	Y-Δ	6x4-THW	1x4-THW/G	1"IMC
15	–	60	1	Y-Δ	6x6-THW	1x6-THW/G	1 1/4"IMC
20	–	70	2	Y-Δ	6x10-THW	1x6-THW/G	1/2"IMC
25	–	70	2	Y-Δ	6x16-THW	1x6-THW/G	2"IMC
30	–	90	3	Y-Δ	6x16-THW	1x6-THW/G	2"IMC
40	–	90	3	Y-Δ	6x25-THW	1x10-THW/G	2"IMC
50	–	125	3	Y-Δ	6x35-THW	1x10-THW/G	2 1/2"IMC

NOTE:

1. THIS TABLE FOR MOTOR 3ø ONLY.
2. MOTOR LESS THAN 1HP SHALL BE DOL STARTING,CB 1P.15AT AND 2x2.5-THW,1x2.5-THW/G,1/2"IMC

DEE01

SIZING TABLE FOR CIRCUIT BREAKER , WIRING AND CONDUIT

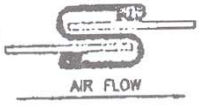
H = HEIGHT REFERRED TO IN DIMENSIONS



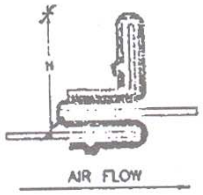
(A)
DRIVE SLIP



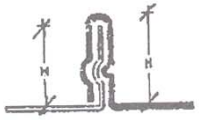
(B)
PLAIN "S" SLIP



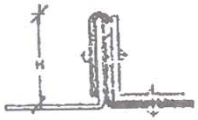
(C)
HEMMED "S" SLIP



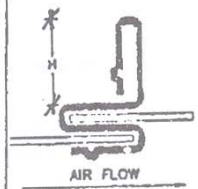
(H)
ANGLE SLIP



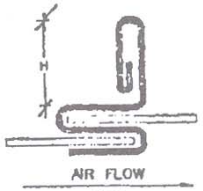
(I)
STANDING SEAM



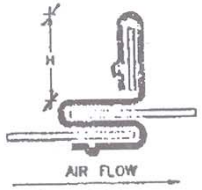
(J)
ANGLE REINFORCED
STANDING SEAM



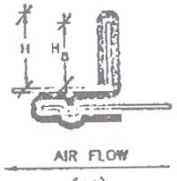
(E)
BAR SLIP



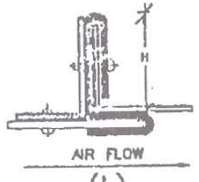
(F)
ALTERNATE BAR SLIP
(STANDING "S" SLIP)



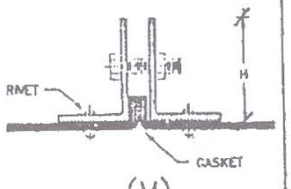
(G)
REINFORCED
BAR SLIP (CLEAT)



(K)
POCKET LOCK



(L)
ANGLE REINFORCED
POCKET LOCK



(M)
COMPANION ANGLES



PITTSBURGH LOCK N



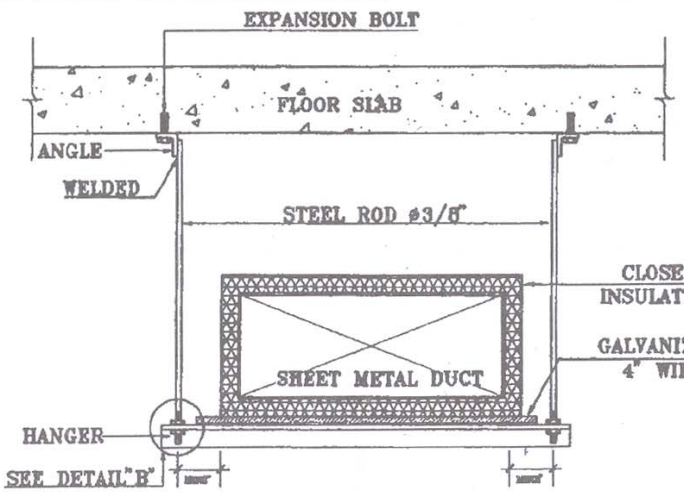
ACME LOCK GROOVED SEAM

LONGITUDINAL SEAMS

H = (HEIGHT DIMENSION)–UP TO 42" = 1"
H = (HEIGHT DIMENSION)–43" TO 96" = 1 1/2"
H = (HEIGHT DIMENSION) OVER 96" = 2"

DIMENSIONS OF LONGEST SIDE OF DUCT	GALVANIZED STEEL METAL GAUGES S.W.G. ZINC COATING 1.002/FT^2		REINFORCING ANGLE SIZE AND MAX. LONGITUDINAL SPACING BETWEEN TRANSVERSE JOINTS AND/OR INTERMEDIATE REINFORCING.
THRU 12"	26 (0.50 mm.)	A. B. K.	–
13" THRU 18"	24 (0.60 mm.)	A. B. K.	–
19" THRU 30"	24 (0.60 mm.)	K. C. E. M.	1" x 1" x 1/8" @ 4'cc.
31" THRU 42"	22 (0.80 mm.)	K. E. G. M.	1" x 1" x 1/8" @ 4'cc.
43" THRU 54"	22 (0.80 mm.)	K. E. G. M.	1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" @ 4'cc.
55" THRU 60"	20 (1.00 mm.)	K. E. G. M.	1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" @ 4'cc.
61" THRU 84"	20 (1.00 mm.)	D. H. F. J. M.	1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" @ 2'cc.
85" THRU 96"	18 (1.20 mm.)	D. J. L. M.	1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" @ 2'cc.
OVER 96"	18 (1.20 mm.)	D. J. L. M.	2" x 2" x 1/4" @ 2'cc.

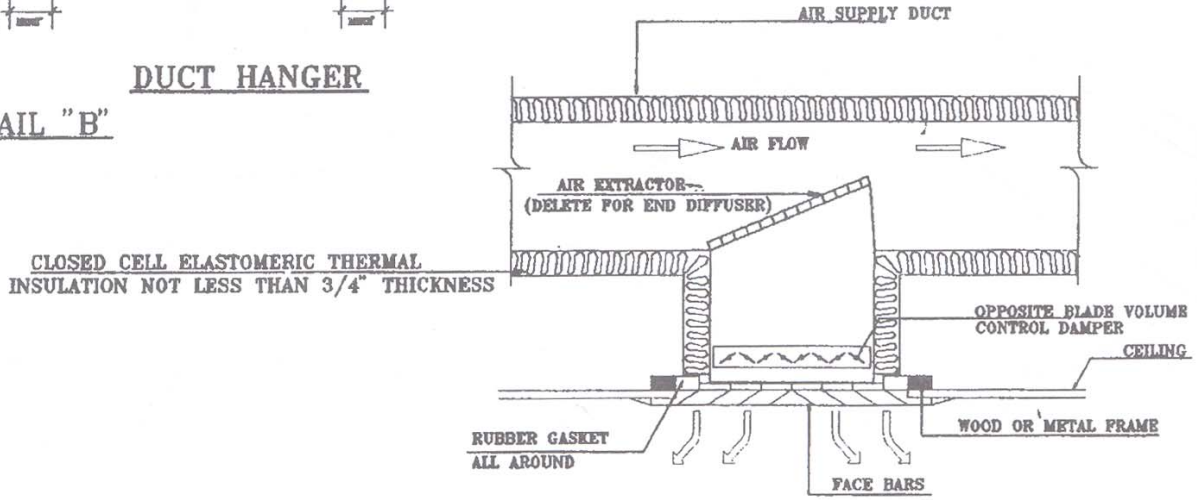
TYPICAL DUCT CONNECTION AND JOINT DETAIL



DUCT HANGER

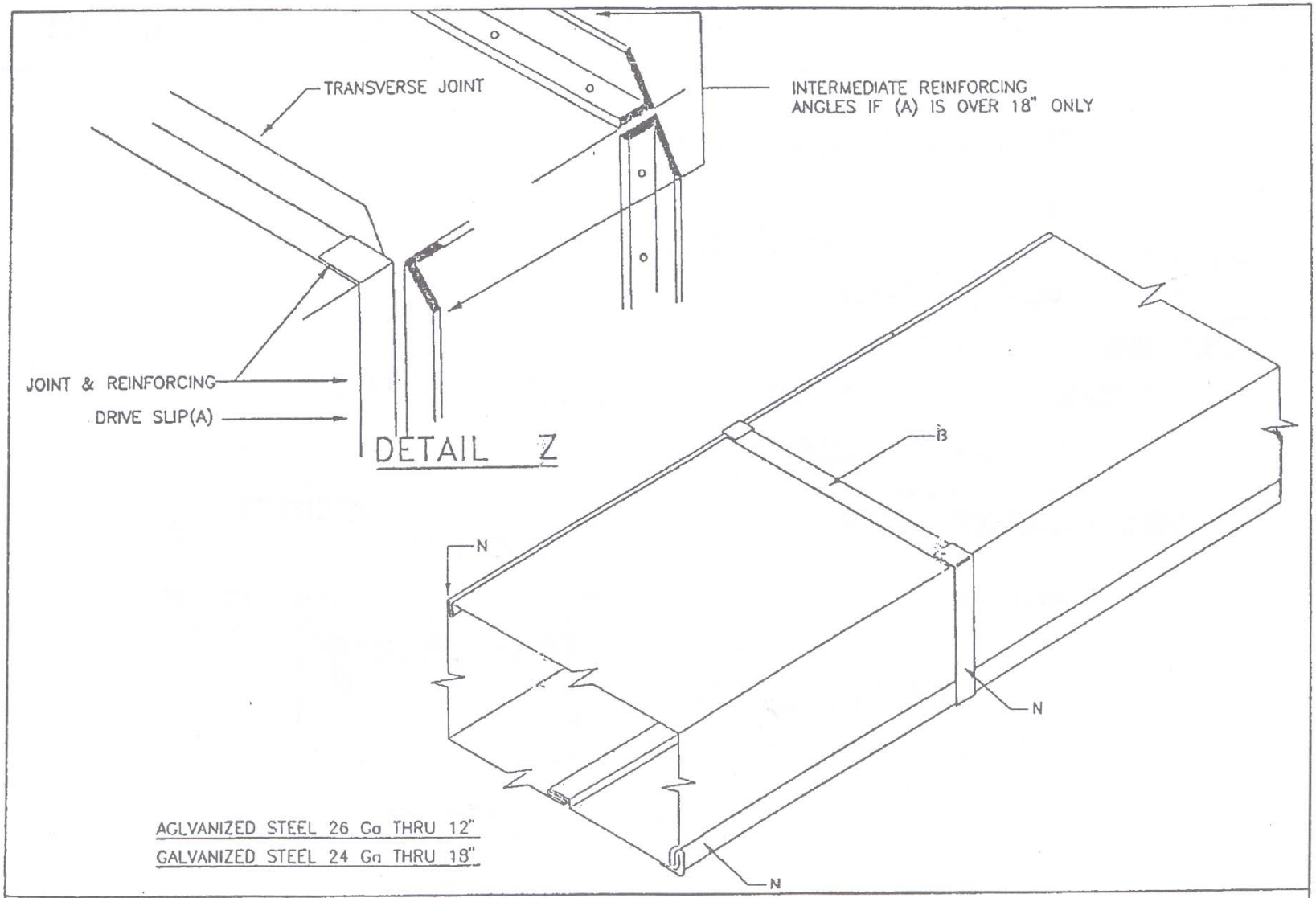


DETAIL "B"

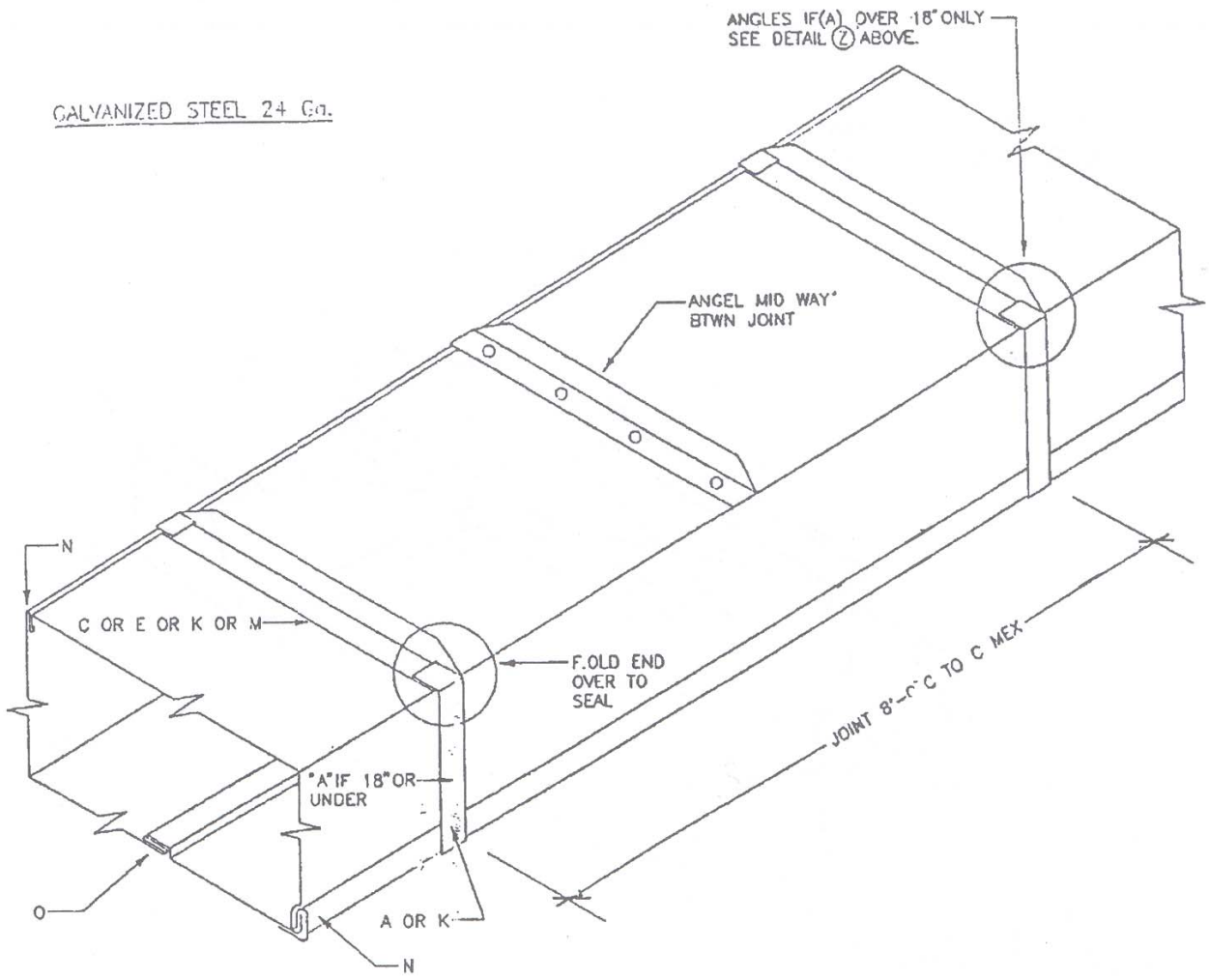


INSTALLATION OF SUPPLY AIR

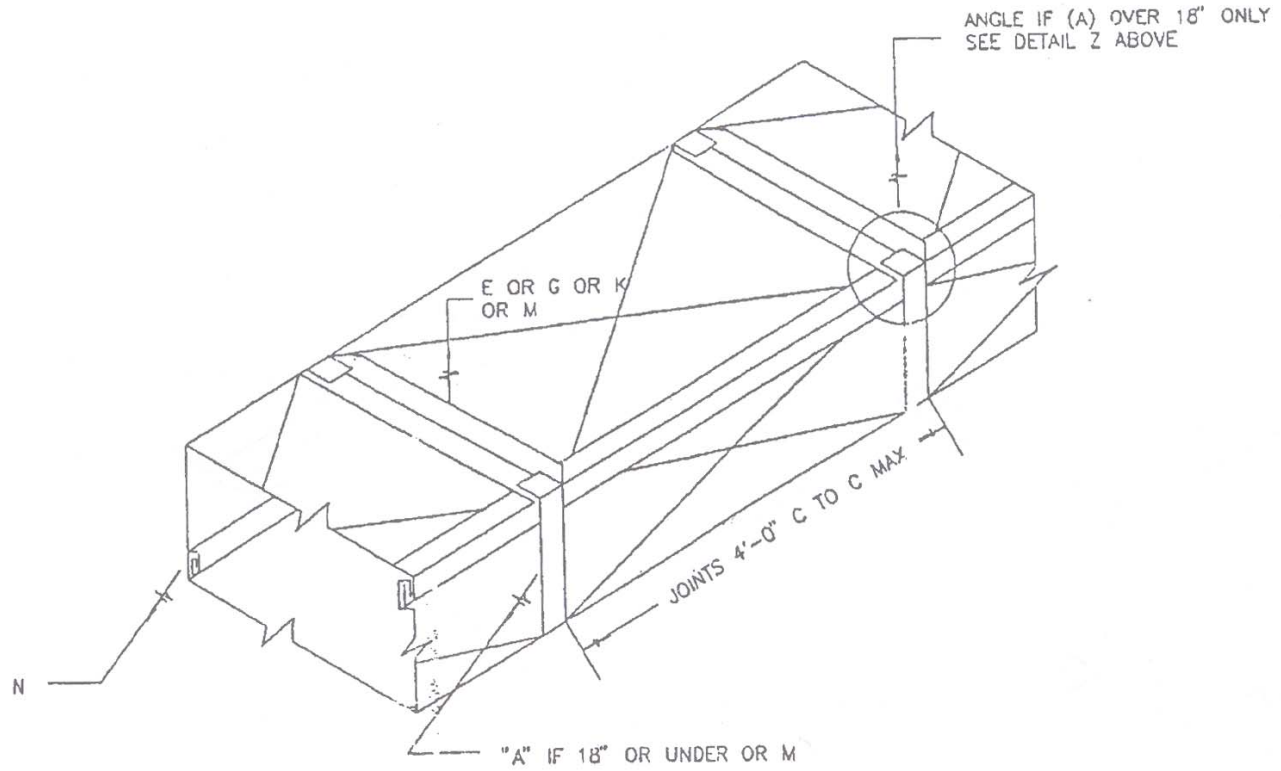
DUCT HANGER & INSTALLATION OF SUPPLY AIR



DUCTS THRU 18" MAXIMUM DIMISION DETAILS

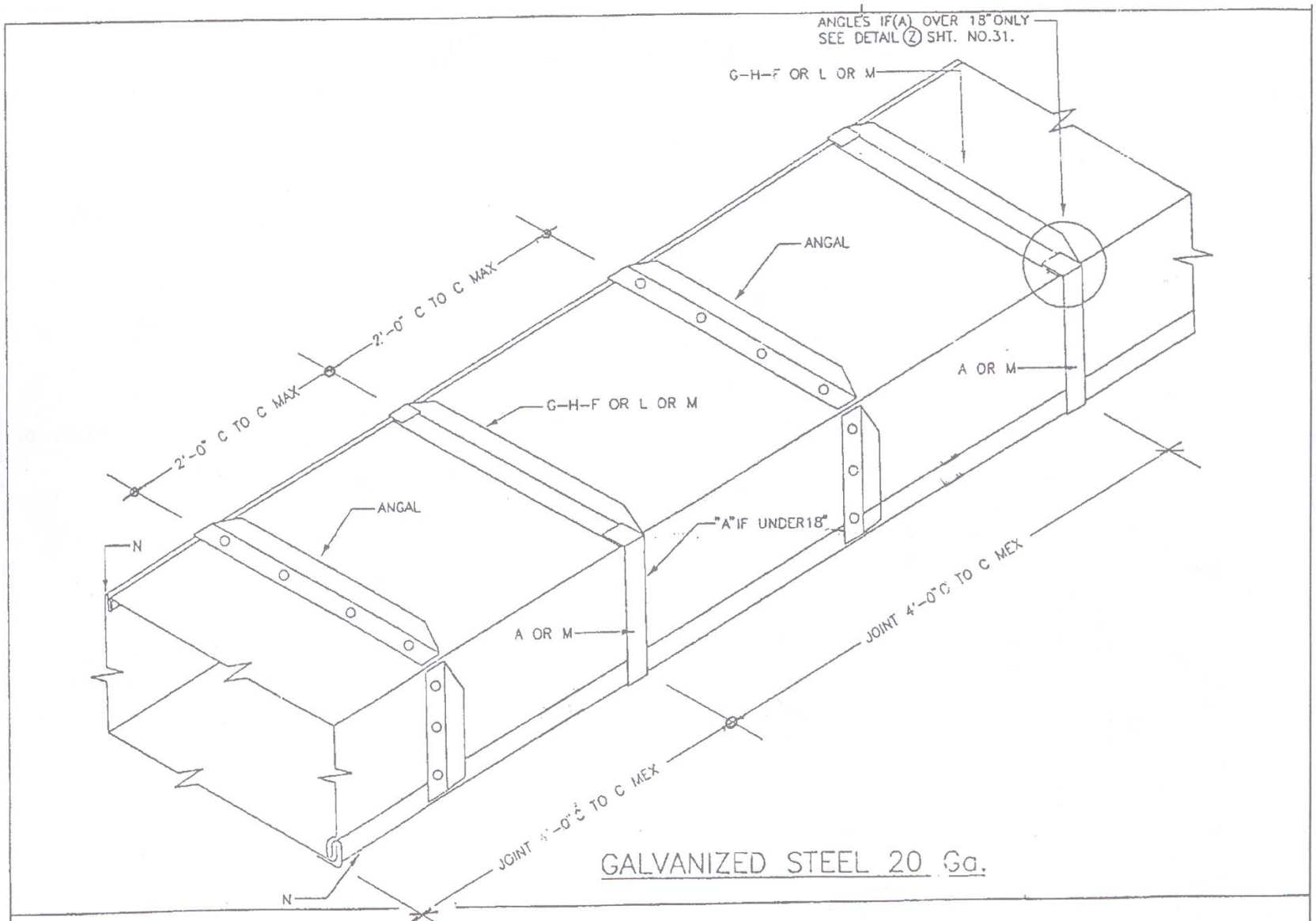


DUCTS 19" THRU 30" DETAIL

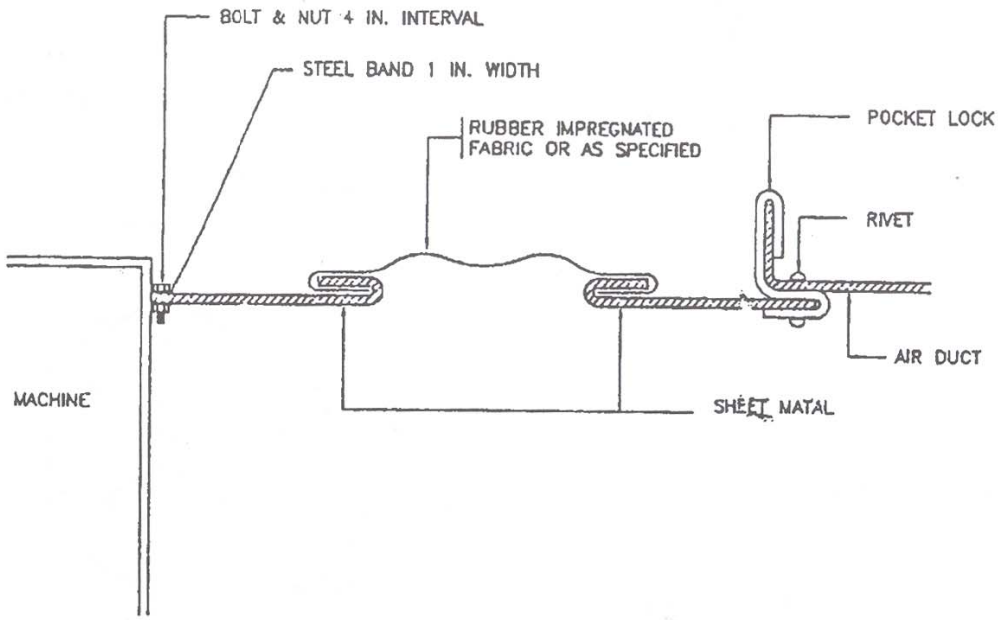


GAL. STEEL 22 Ga. TO 54"
GAL. STEEL 20 Ga. TO 60"

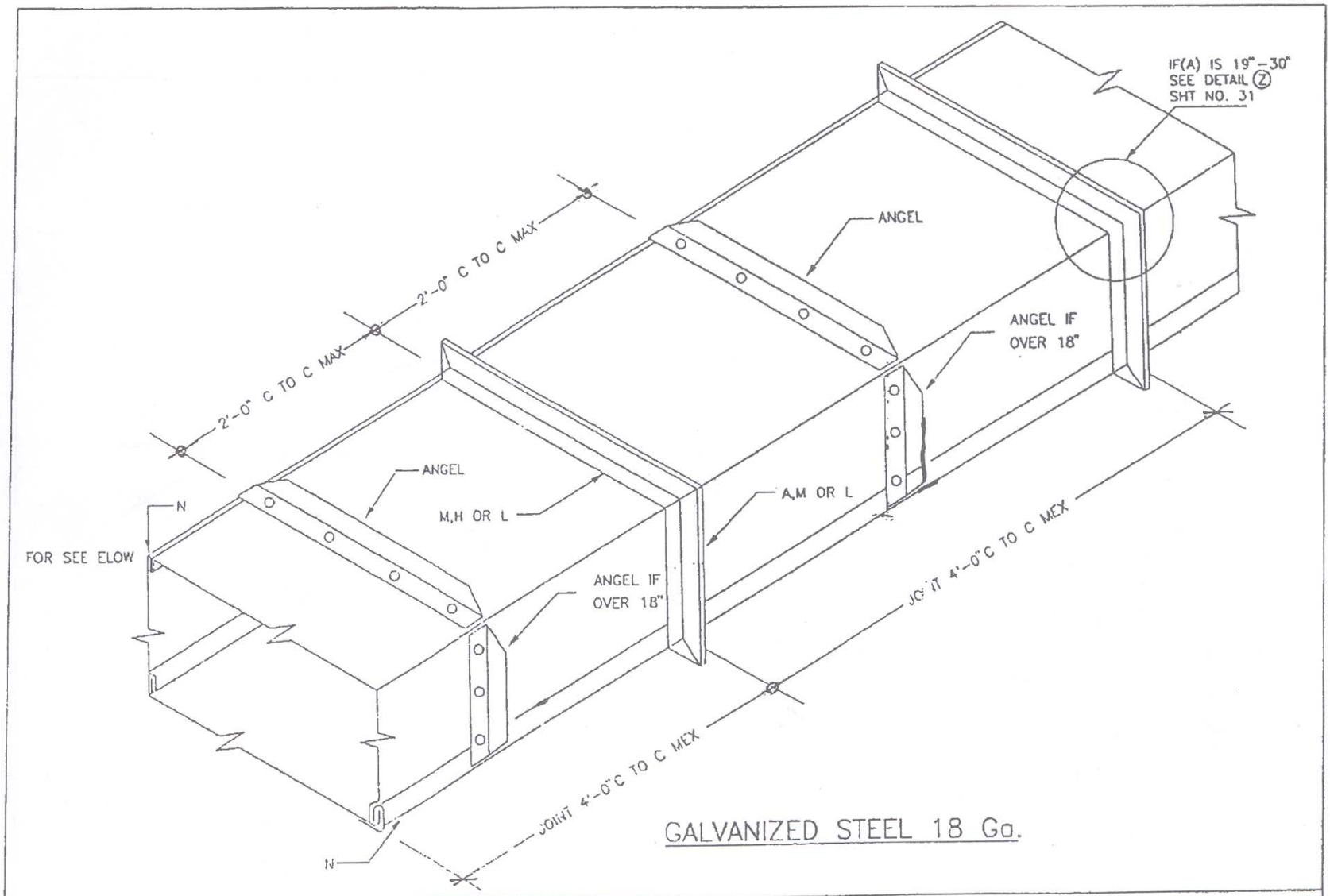
DUCTS 31" THRU 60" DETAIL



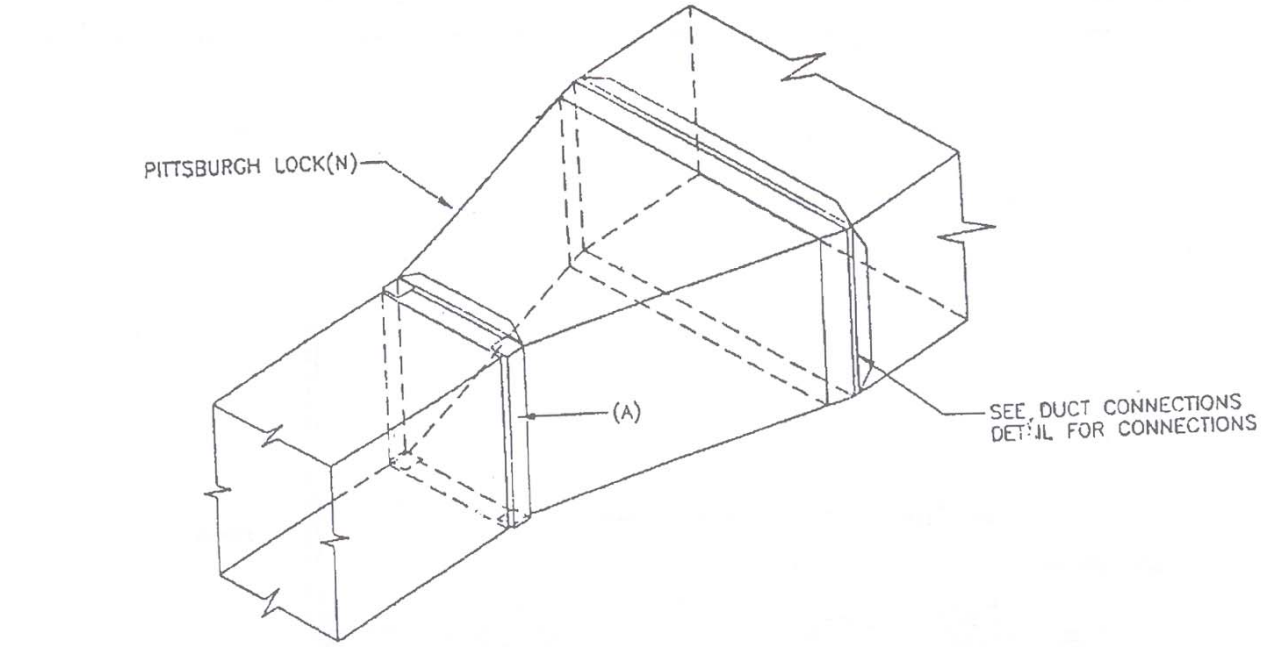
DUCTS 61" THRU 84" DETAIL

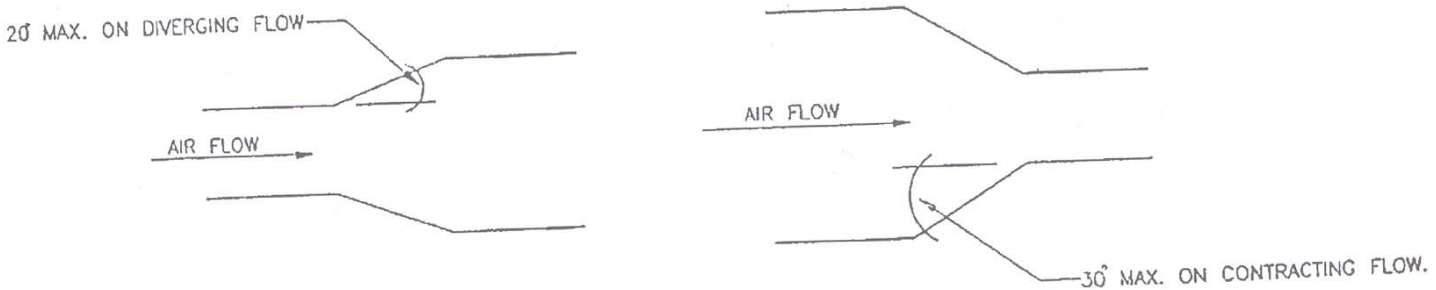


FLEXIBLE DUCT CONNECTION

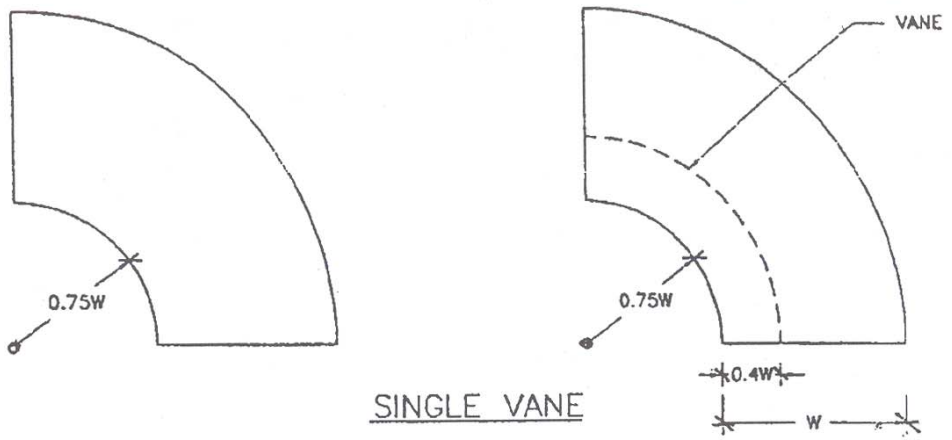


DUCTS 85" AND OVER DETAIL



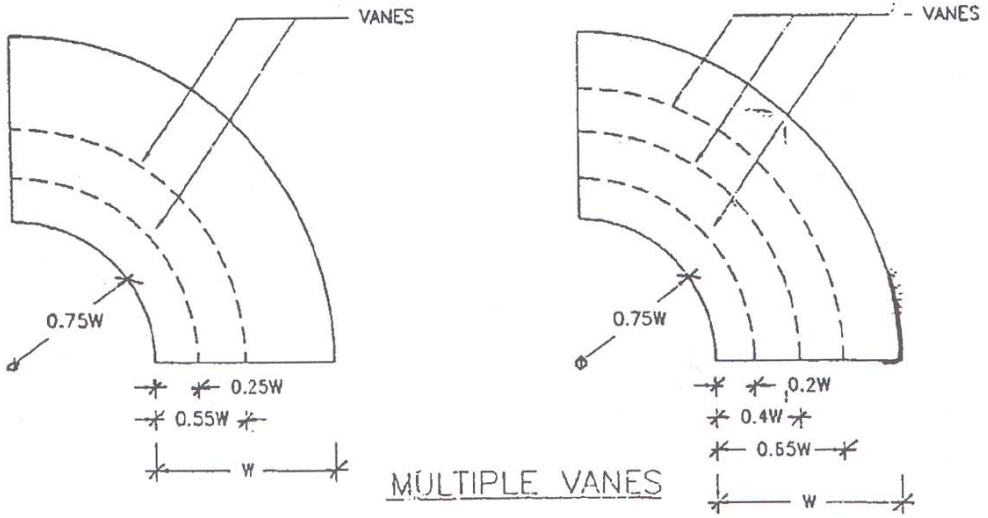


TAPERS-OFF SETS DETAIL



SINGLE VANE

DUCT WIDTH UP TO 12 INCHES. DUCT WIDTH 13–20 INCHES

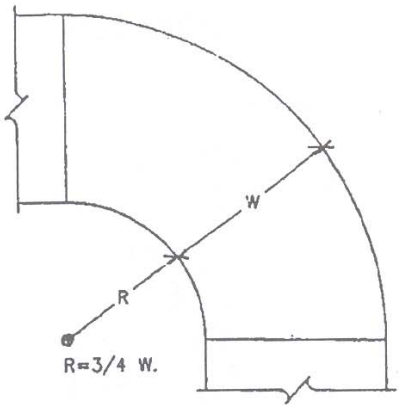


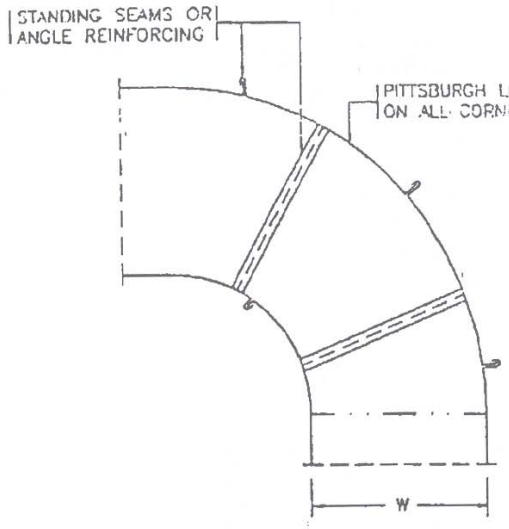
MULTIPLE VANES

DUCT WIDTH 21–40 INCHES. DUCT WIDTH 41 INCHES AND LARGER.

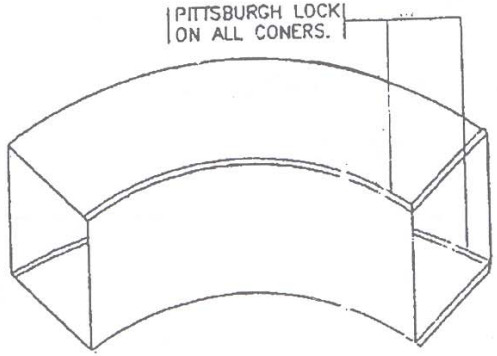
RADIUS ELBOW TURING VANES

STANDARD RADIUS ELBOW.



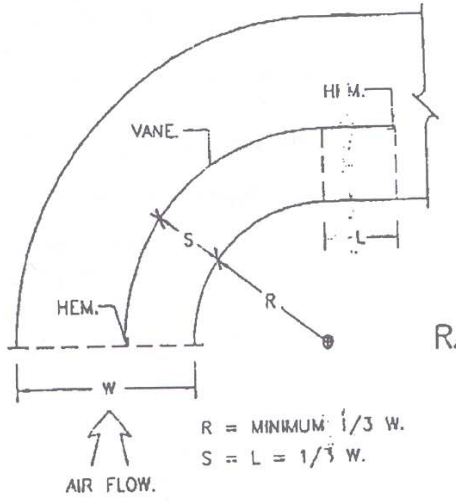


LARGE ELBOW CONSTRUCTION
REQUIRING MULTIPLE SHEETS.



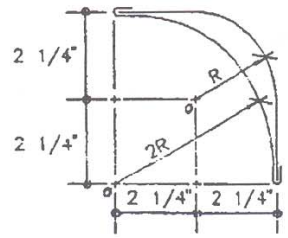
SMALL ELBOW CONSTRUCTION SHORT.

SEE DUCT CONNECTION DETAILS CONNECTION.

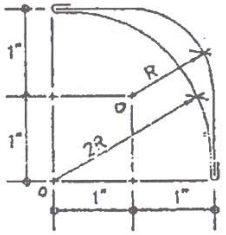


RADIUS ELBOW.

ELBOW CONSTRUCTION



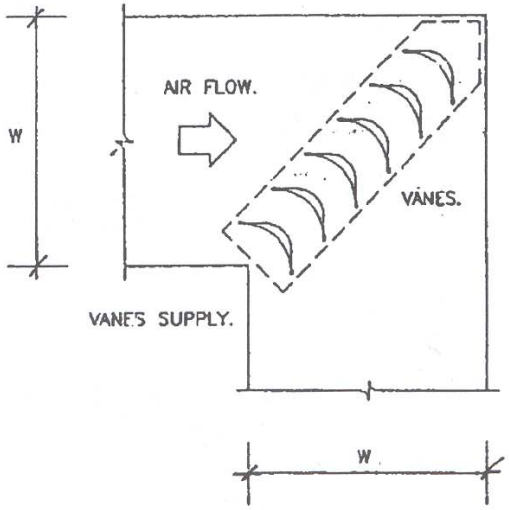
VANES FOR DUCT SIZE TO 20 INCHES WIDTH.



VANES FOR DUCT SIZE 21 INCHES WIDTH AND LARGER.

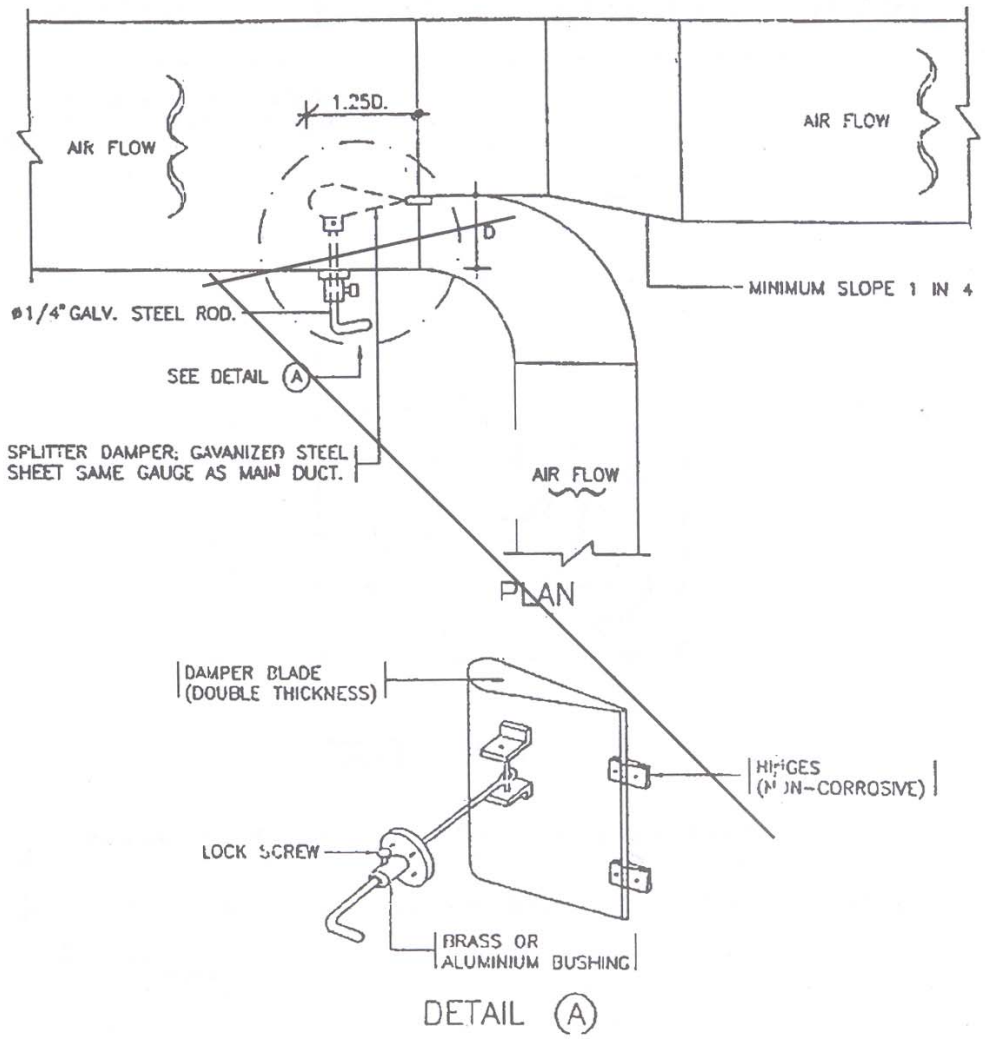
NOTE.
NUMBER OF VANES REQUIRED EQUAL TO 3/4 TIMES DUCT WIDTH IN INCH.

TURNING VANE.

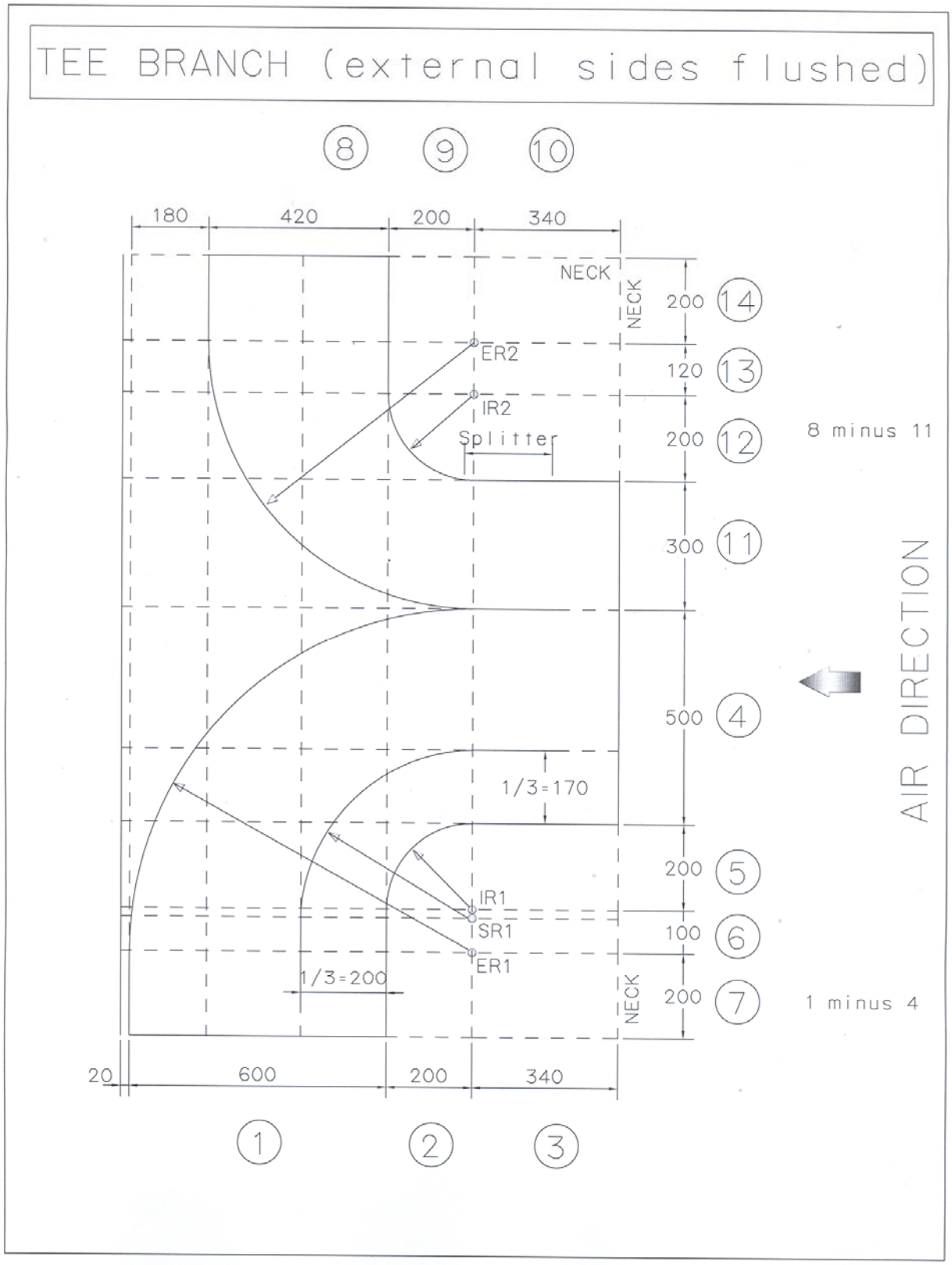


NOTE.
VANES ARE SUPPORTED BY SEPARATE FRAME
BOLTED OR REVETED TO ELBOW.

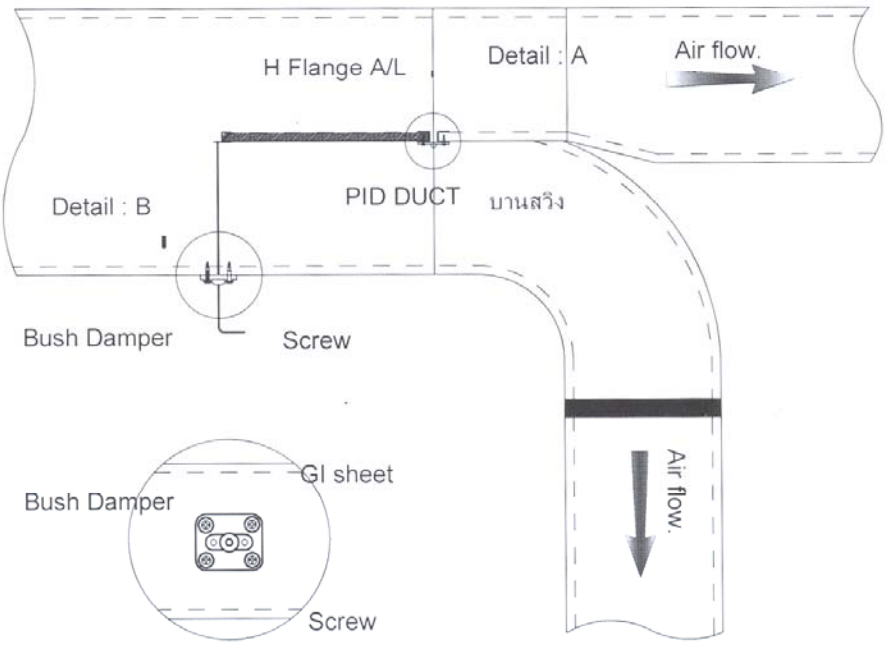
SQUARE ELBOW TURING VANES



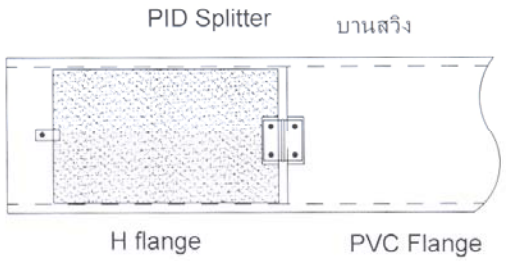
SPLITTER DAMPER


TEE BRANCH (external sides flushed)
8
9
10
180
420
200
340
NECK
NECK
200
14
ER2
120
13
IR2
Splitter
200
12
8 minus 11
300
11
AIR DIRECTION
500
4
1/3=170
200
5
IR1
SR1
100
6
ER1
1/3=200
NECK
200
7
1 minus 4
20
600
200
340
1
2
3

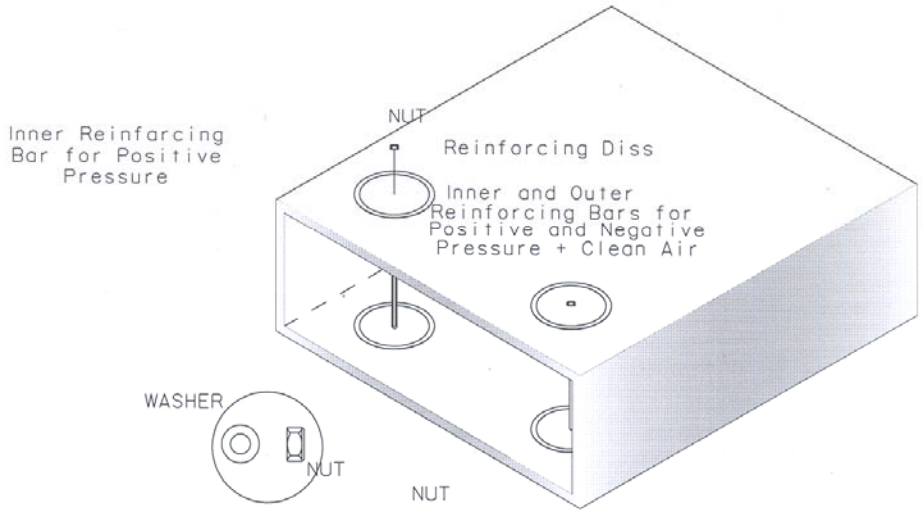
SPLITTER DAMPER



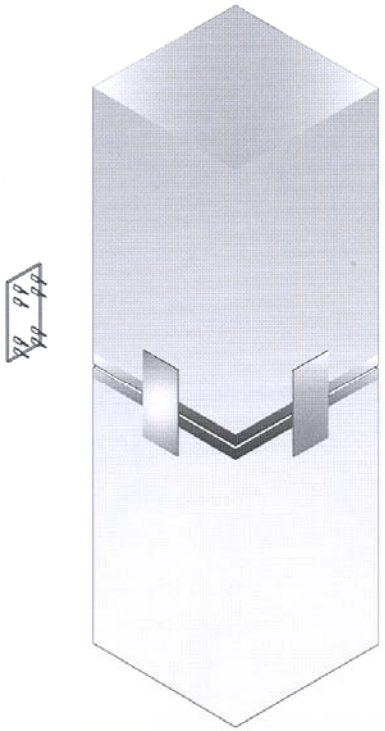
Detail : B

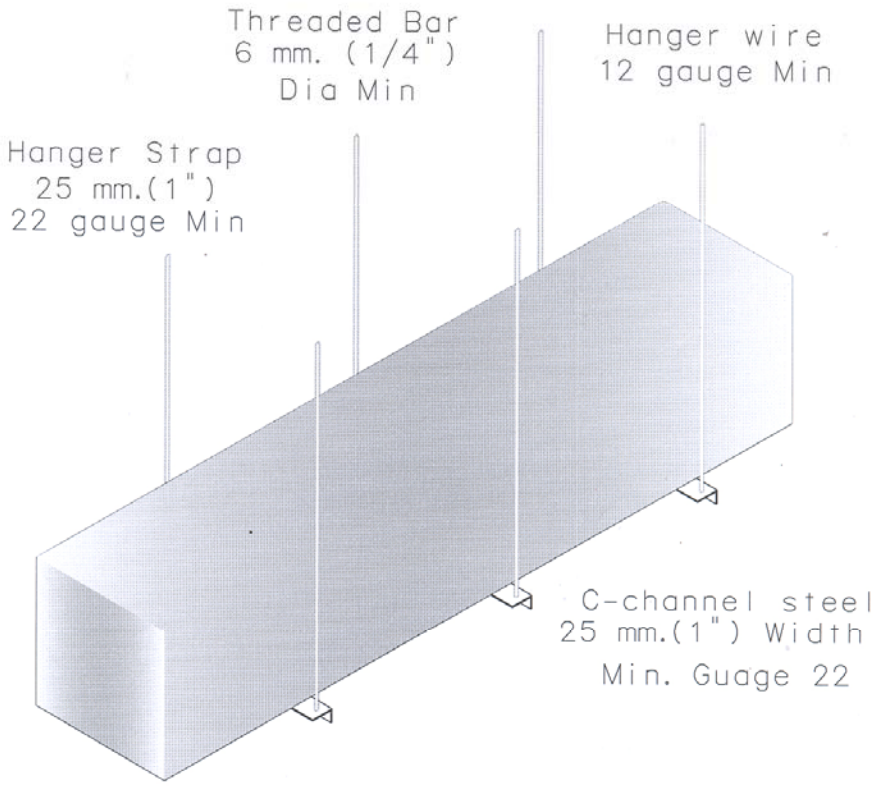


PID REINFORCEMENT SYSTEM IN ALUMINIUM



TIGER CONNECTOR APPLICATION FOR PID DUCT SIZE < 500 mm.



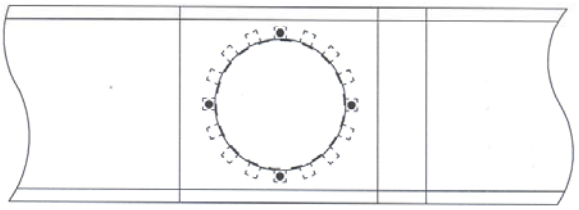


Hanger Spacing

4000 mm. Segment	4000 mm. (13 ft) max		N/A
1200 mm. Segment	2400 mm. (8 ft) max	1800 mm. (6 ft) max	1200 mm. (4 ft) max

แบบที่ 1

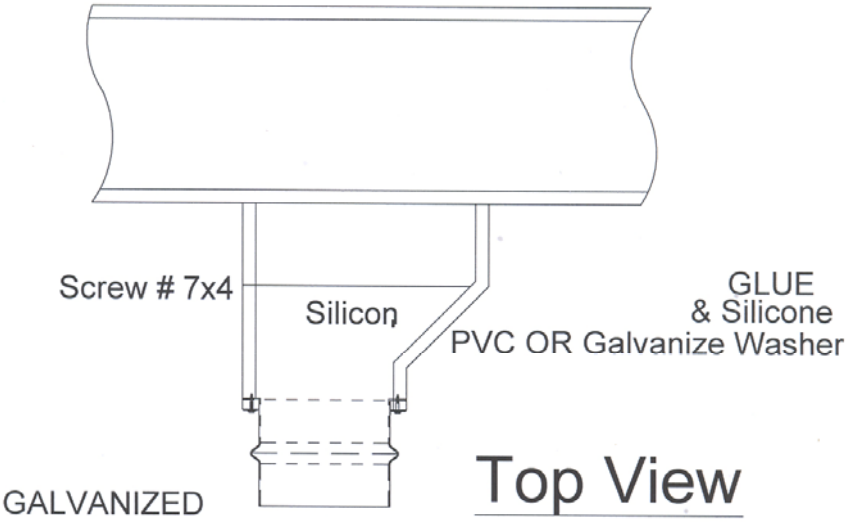
COLLAR CONNECTION



Front View

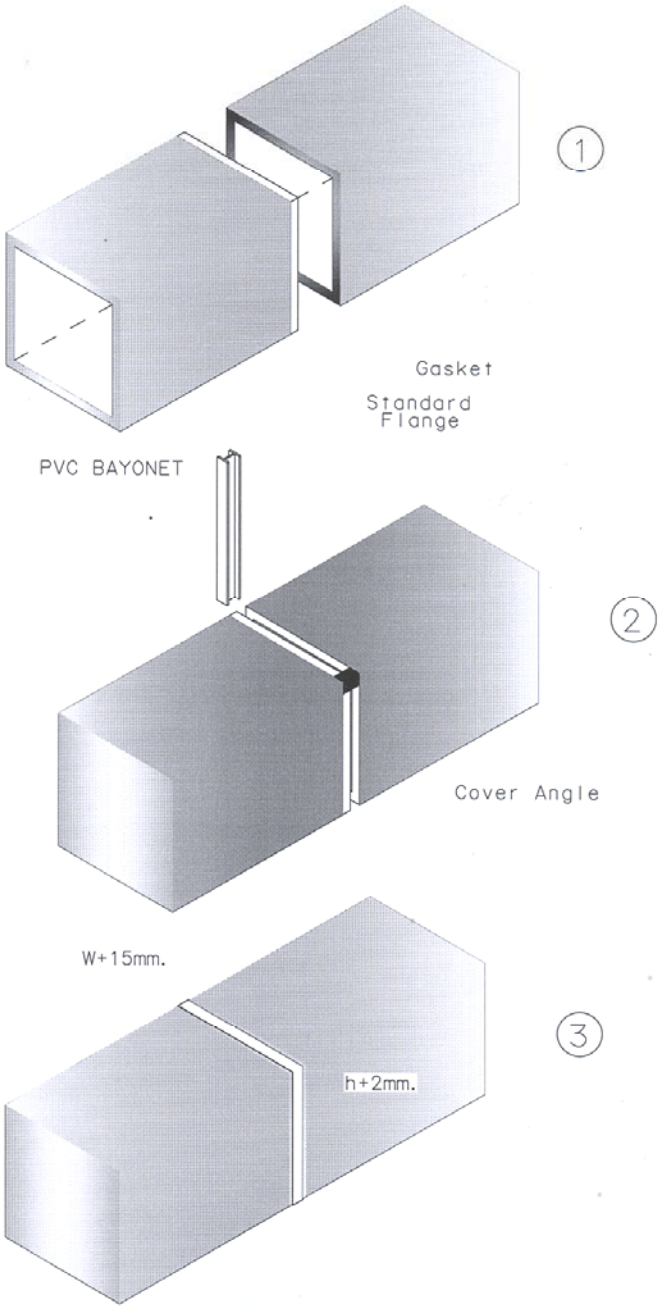
Screw # 7x4

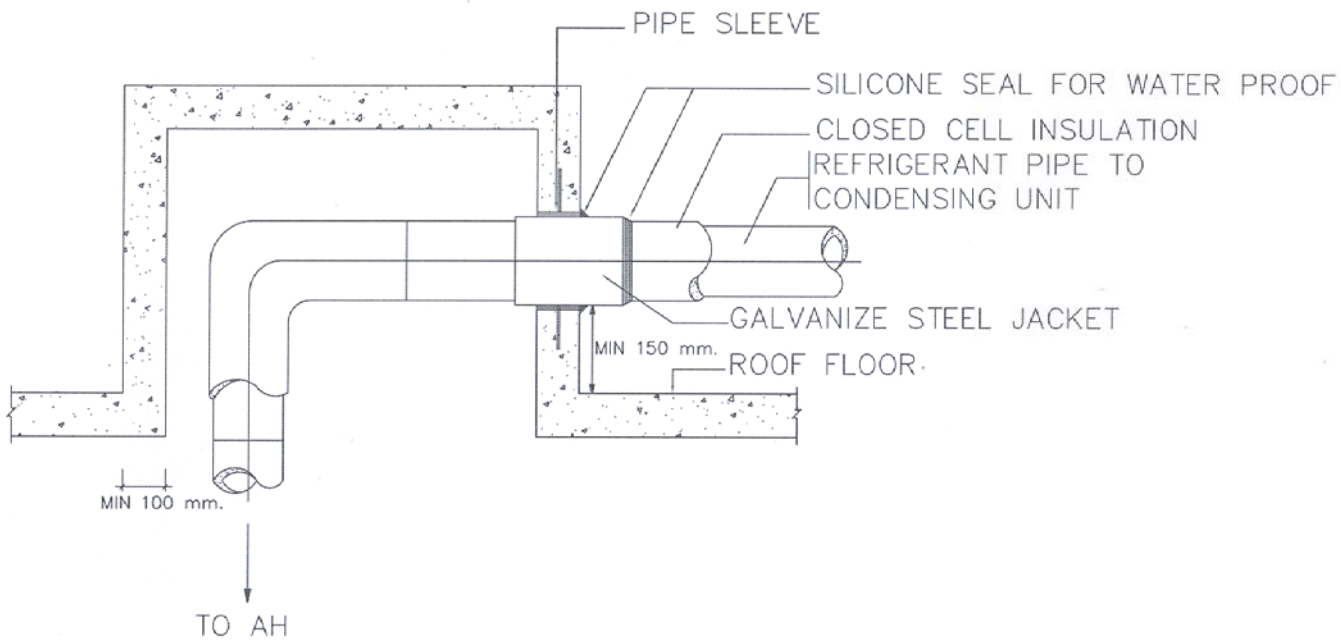
PID Duct



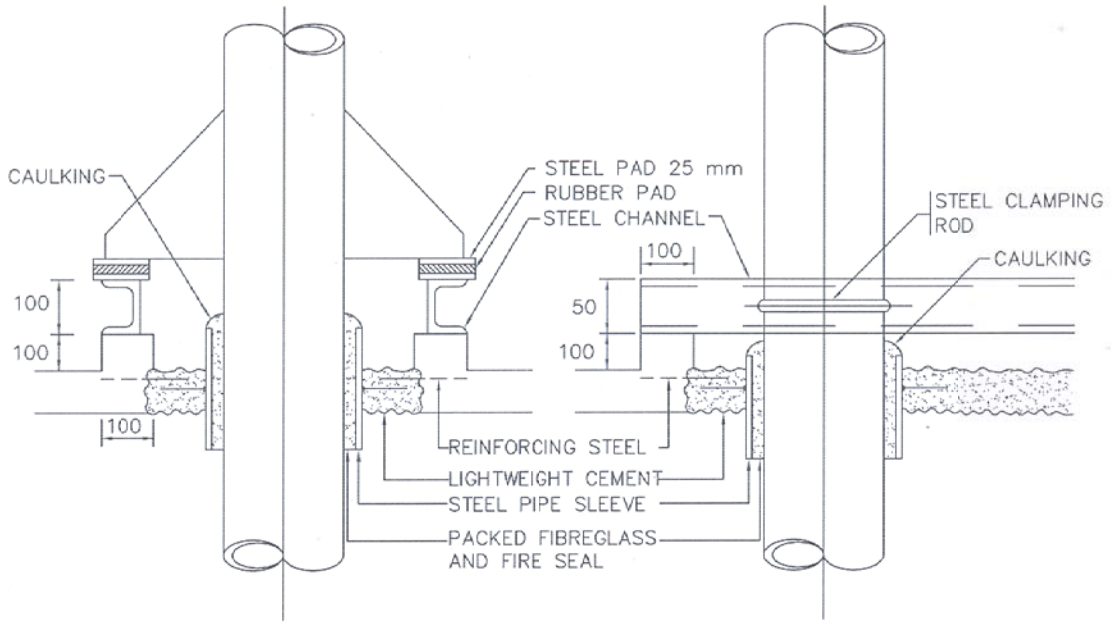
Top View

PVC FLANGE & BAYONET CONNECTION FOR PID DUCT SIZE > 500 mm.

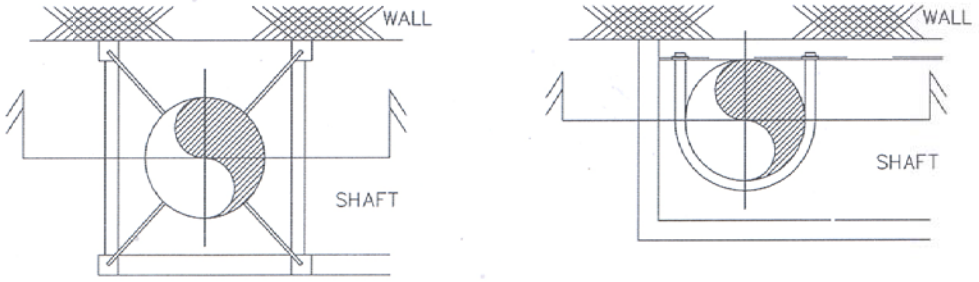




REFRIGERANT PIPE THRU ROOF



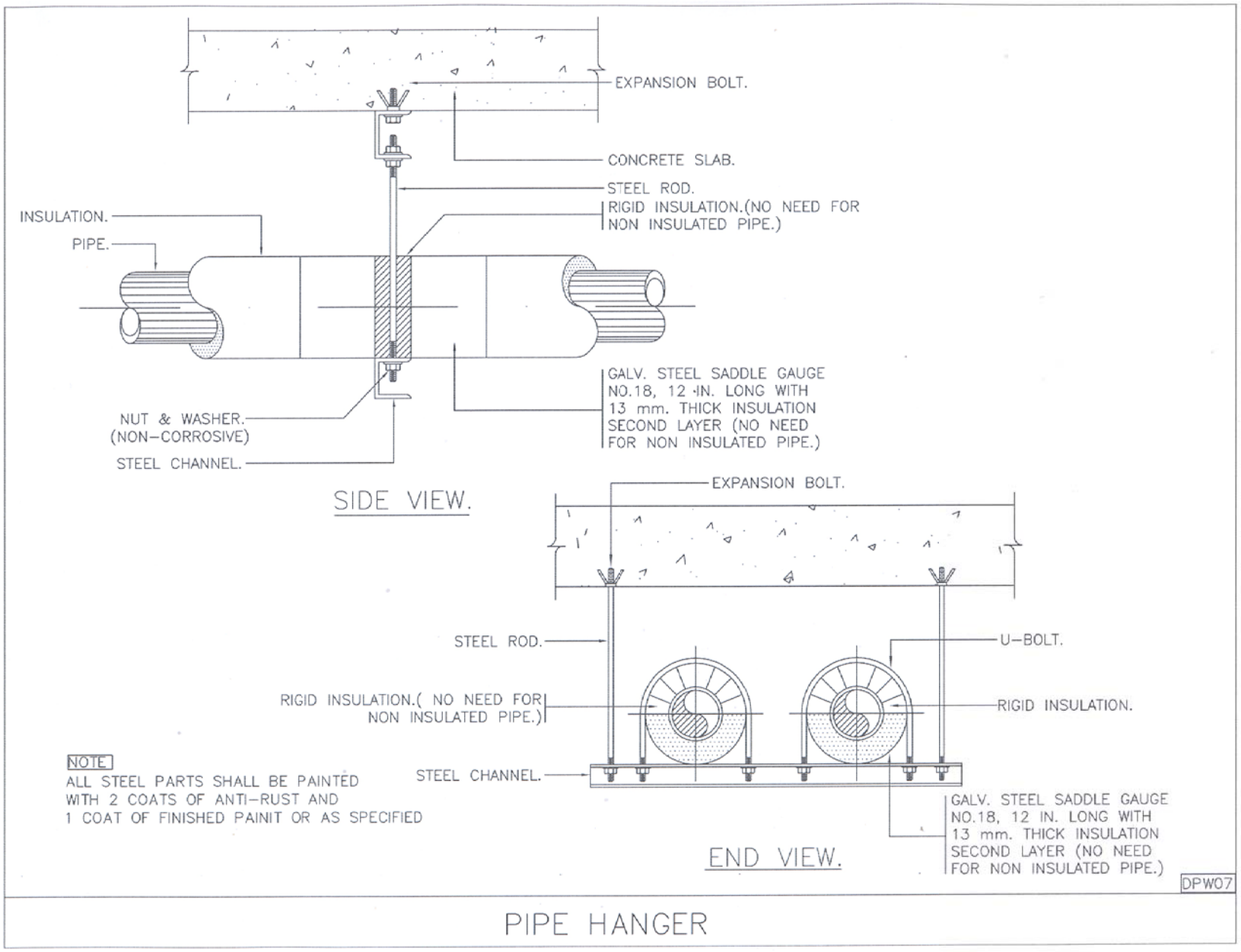
SECTION SECTION



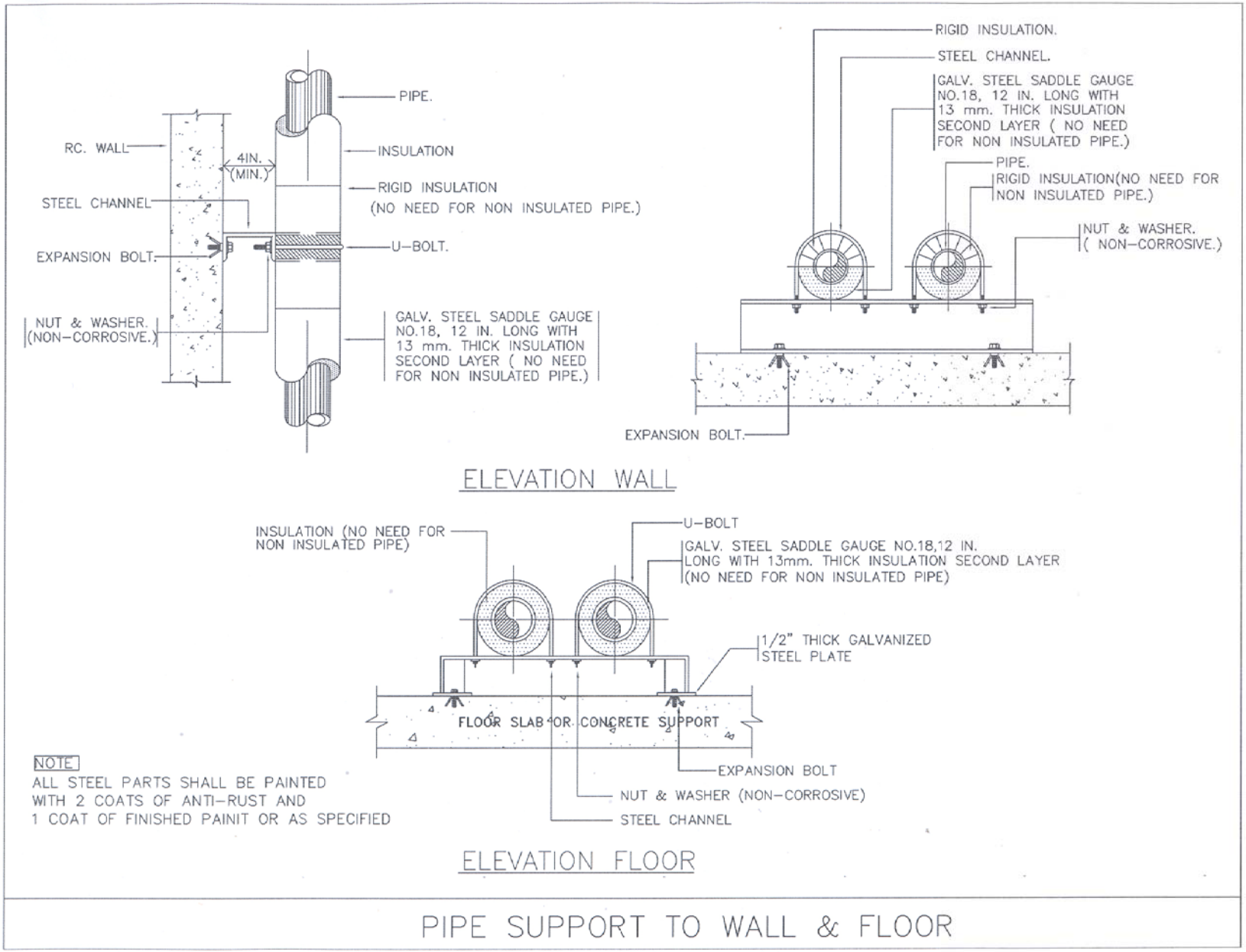
PLAN PLAN

DPW12

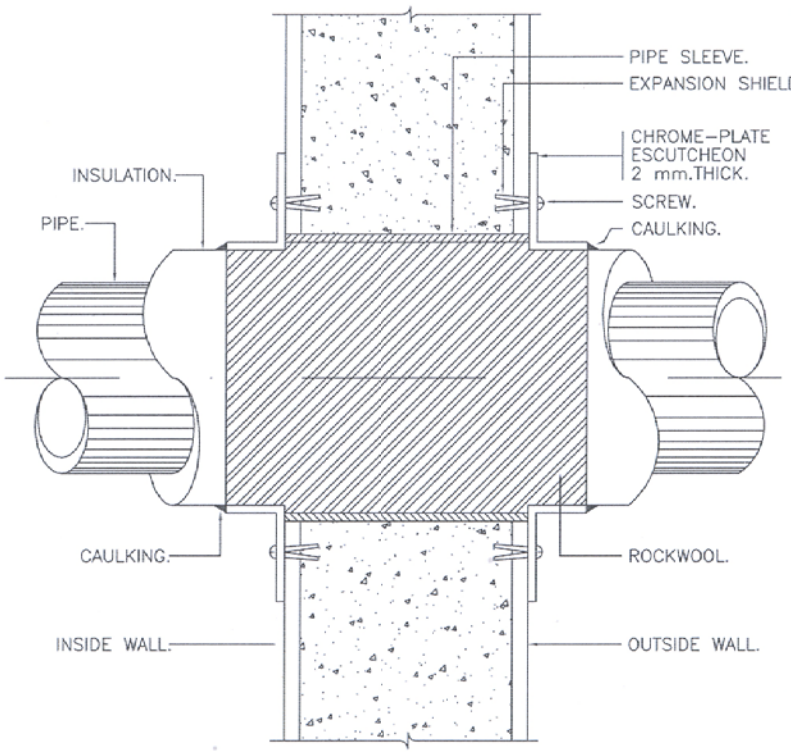
PIPE PASS THRU SHAFT


EXPANSION BOLT.
CONCRETE SLAB.
STEEL ROD.
RIGID INSULATION.(NO NEED FOR NON INSULATED PIPE.)
INSULATION.
PIPE.
GALV. STEEL SADDLE GAUGE NO.18, 12 IN. LONG WITH 13 mm. THICK INSULATION SECOND LAYER (NO NEED FOR NON INSULATED PIPE.)
NUT & WASHER. (NON-CORROSIVE)
STEEL CHANNEL.
SIDE VIEW.
EXPANSION BOLT.
STEEL ROD.
U-BOLT.
RIGID INSULATION.(NO NEED FOR NON INSULATED PIPE.)
RIGID INSULATION.
STEEL CHANNEL.
GALV. STEEL SADDLE GAUGE NO.18, 12 IN. LONG WITH 13 mm. THICK INSULATION SECOND LAYER (NO NEED FOR NON INSULATED PIPE.)
END VIEW.
NOTE
ALL STEEL PARTS SHALL BE PAINTED WITH 2 COATS OF ANTI-RUST AND 1 COAT OF FINISHED PAINIT OR AS SPECIFIED
DPW07

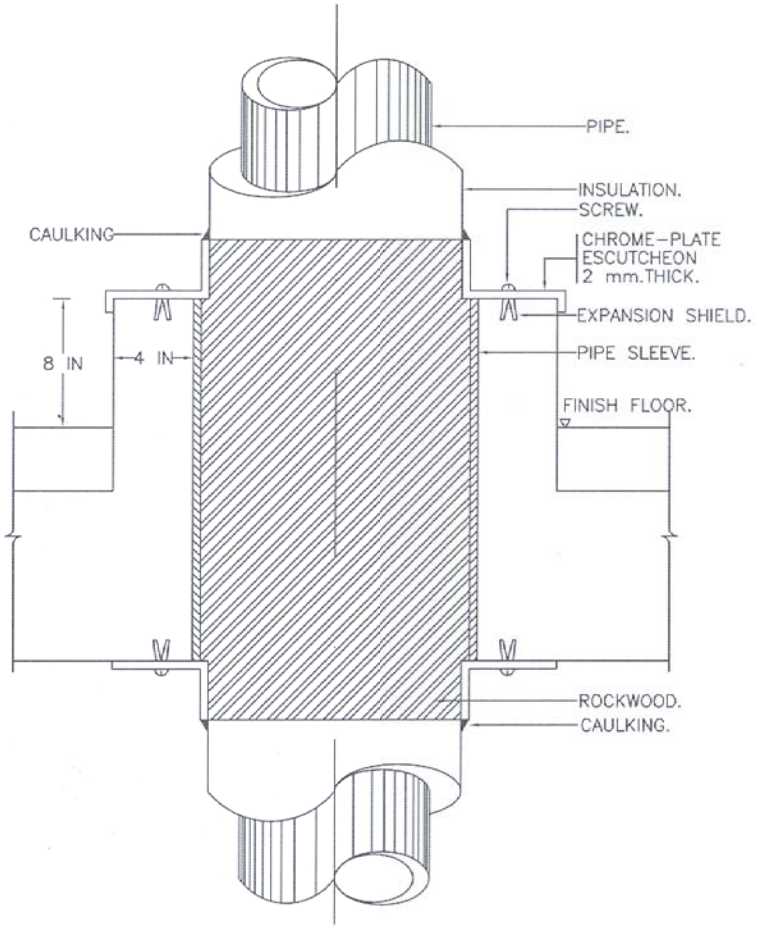
PIPE HANGER



PIPE SUPPORT TO WALL & FLOOR

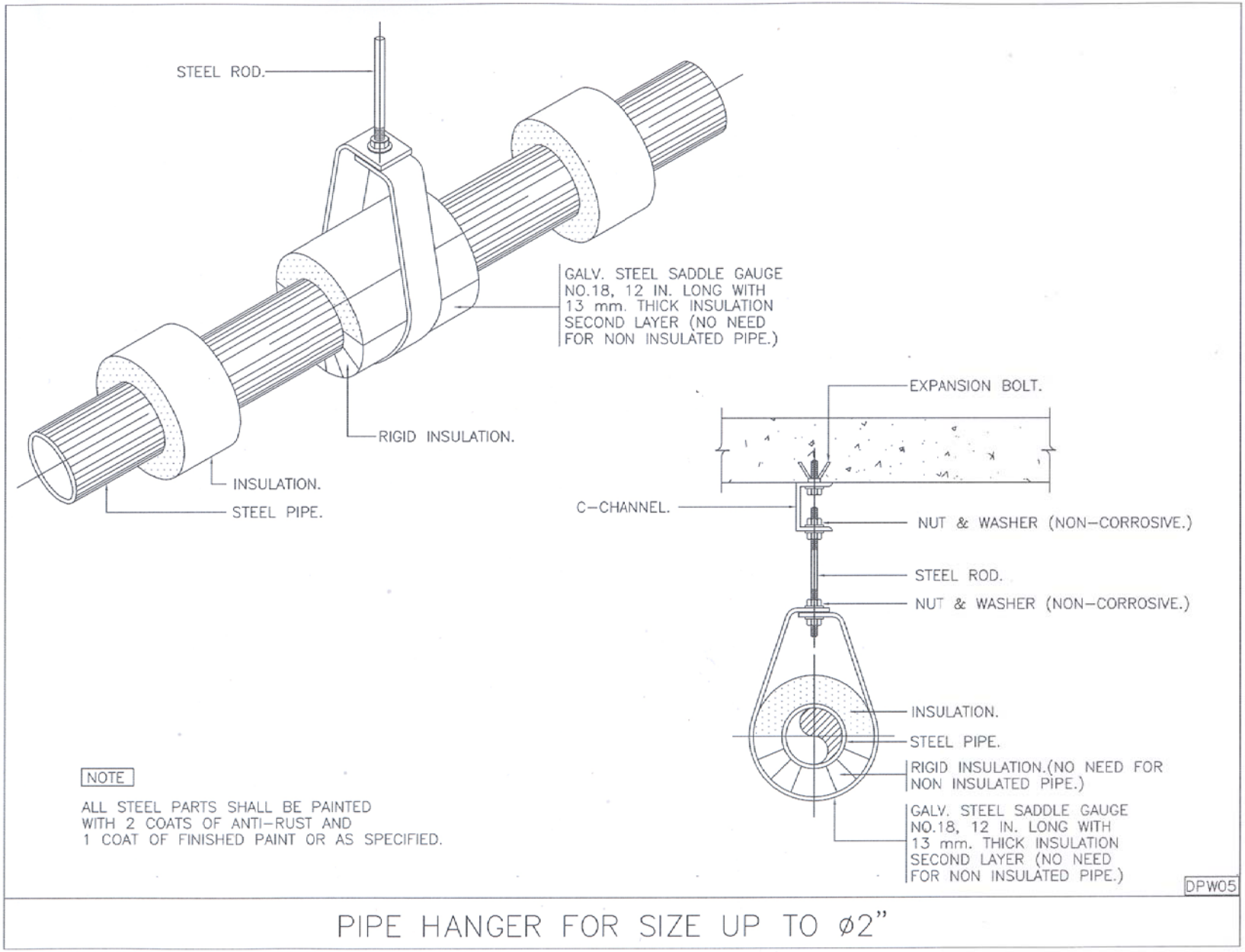


THROUGH WALL

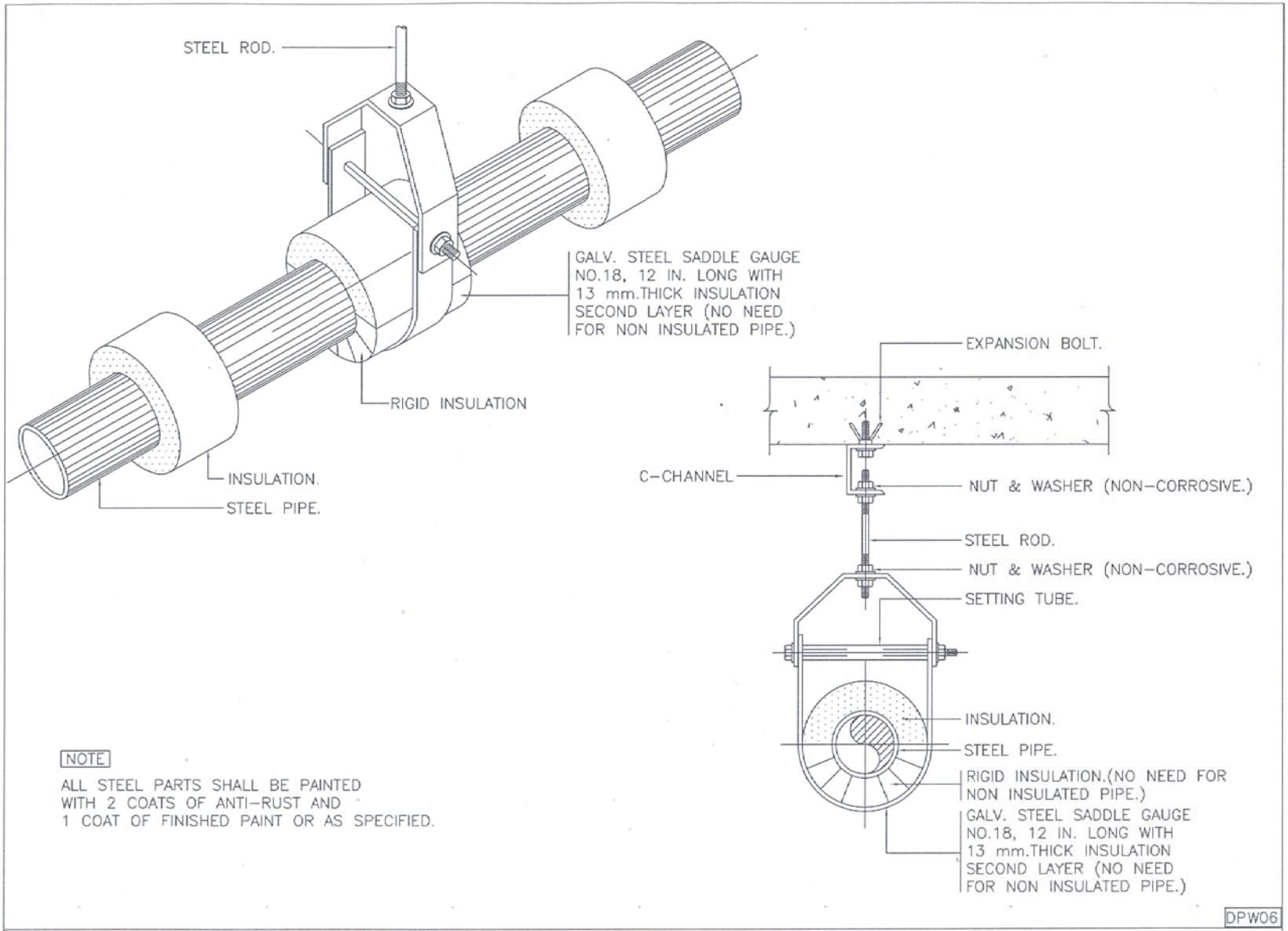


THROUGH FLOOR

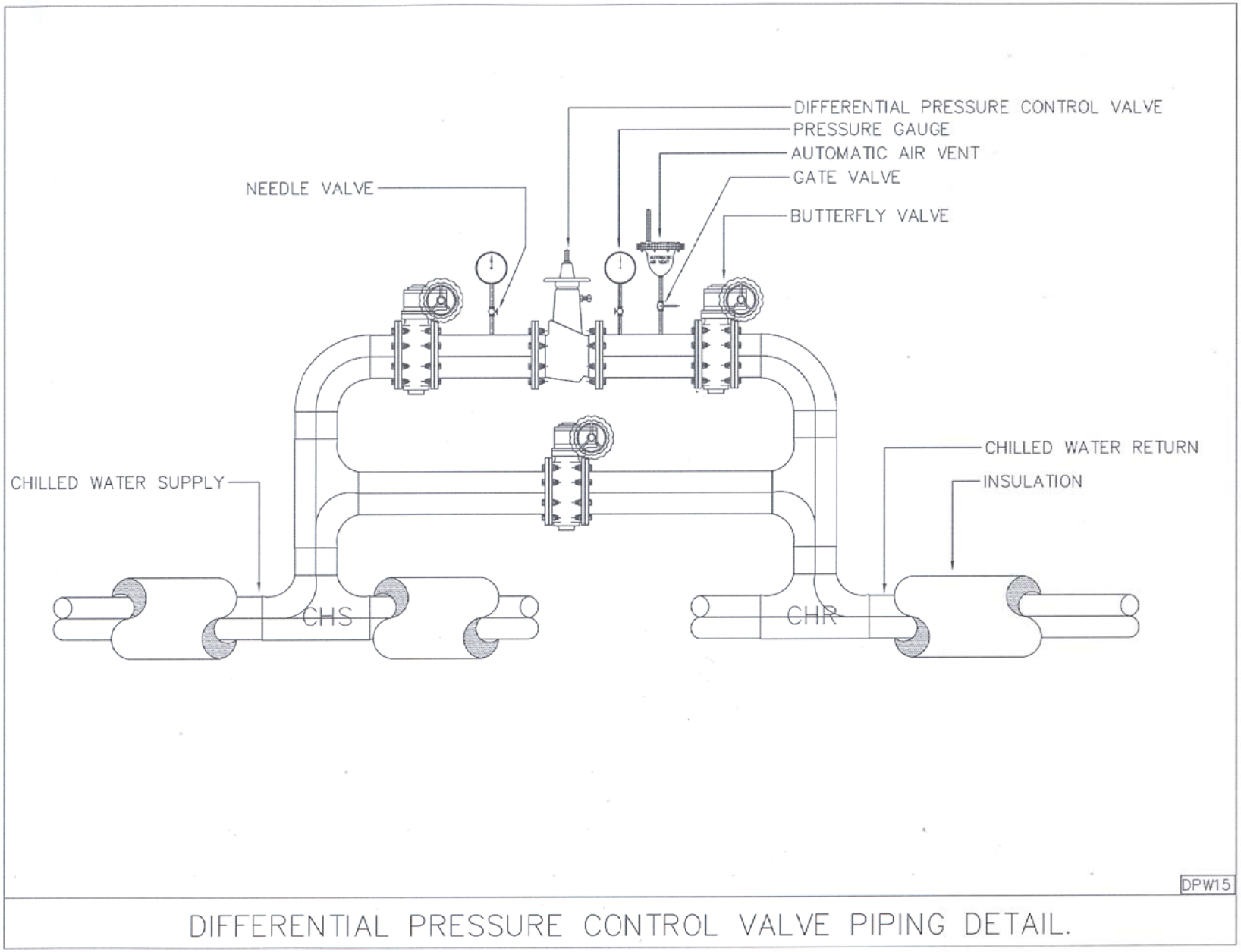
PIPE SLEEVE THROUGH WALL & FLOOR



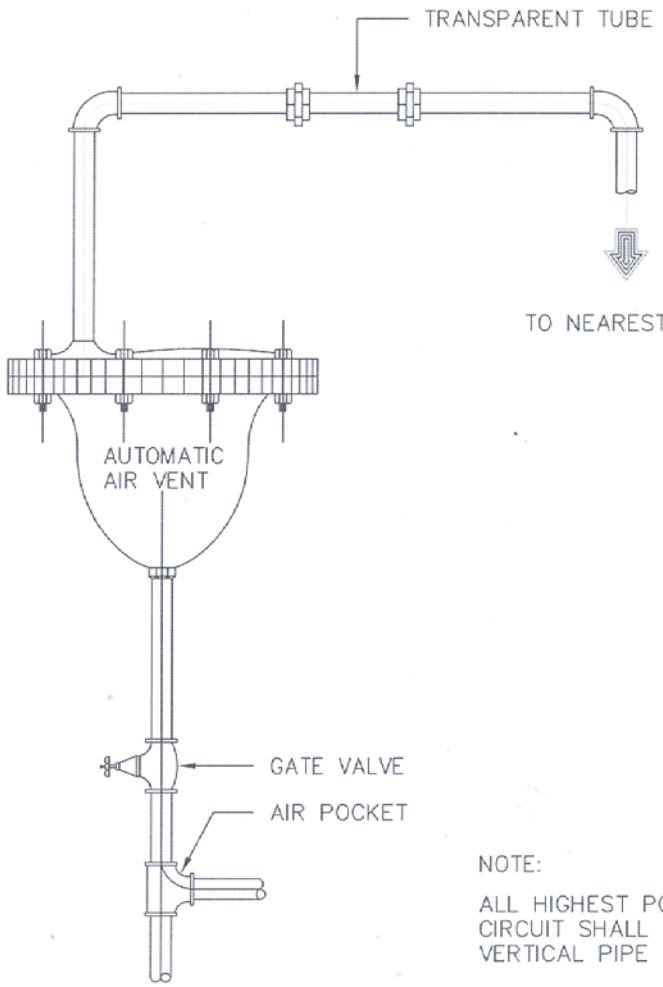
PIPE HANGER FOR SIZE UP TO ø2"



PIPE HANGER FOR SIZE ø2 1/2"AND LARGER



DIFFERENTIAL PRESSURE CONTROL VALVE PIPING DETAIL.

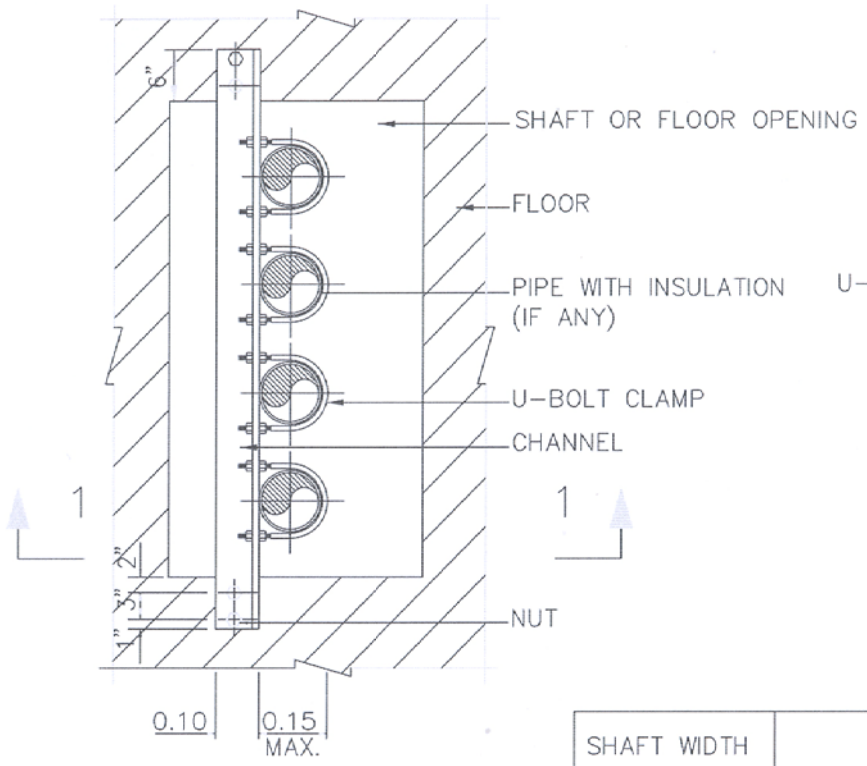


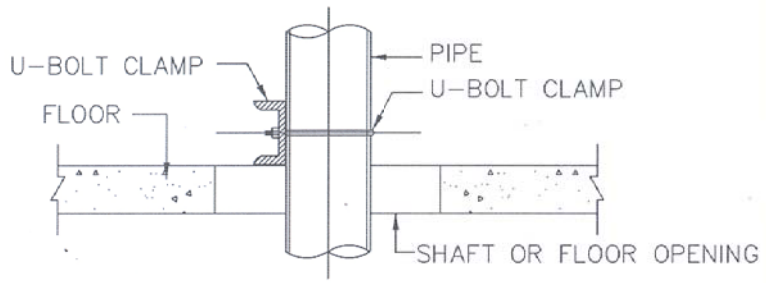
NOTE:

ALL HIGHEST POINTS IN THE PIPING CIRCUIT SHALL BE PROPERLY VENTED TO VERTICAL PIPE LOOP AND TOP PIPE RISERS.

DPW16

AUTOMATIC AIR VENT PIPING DETAIL.



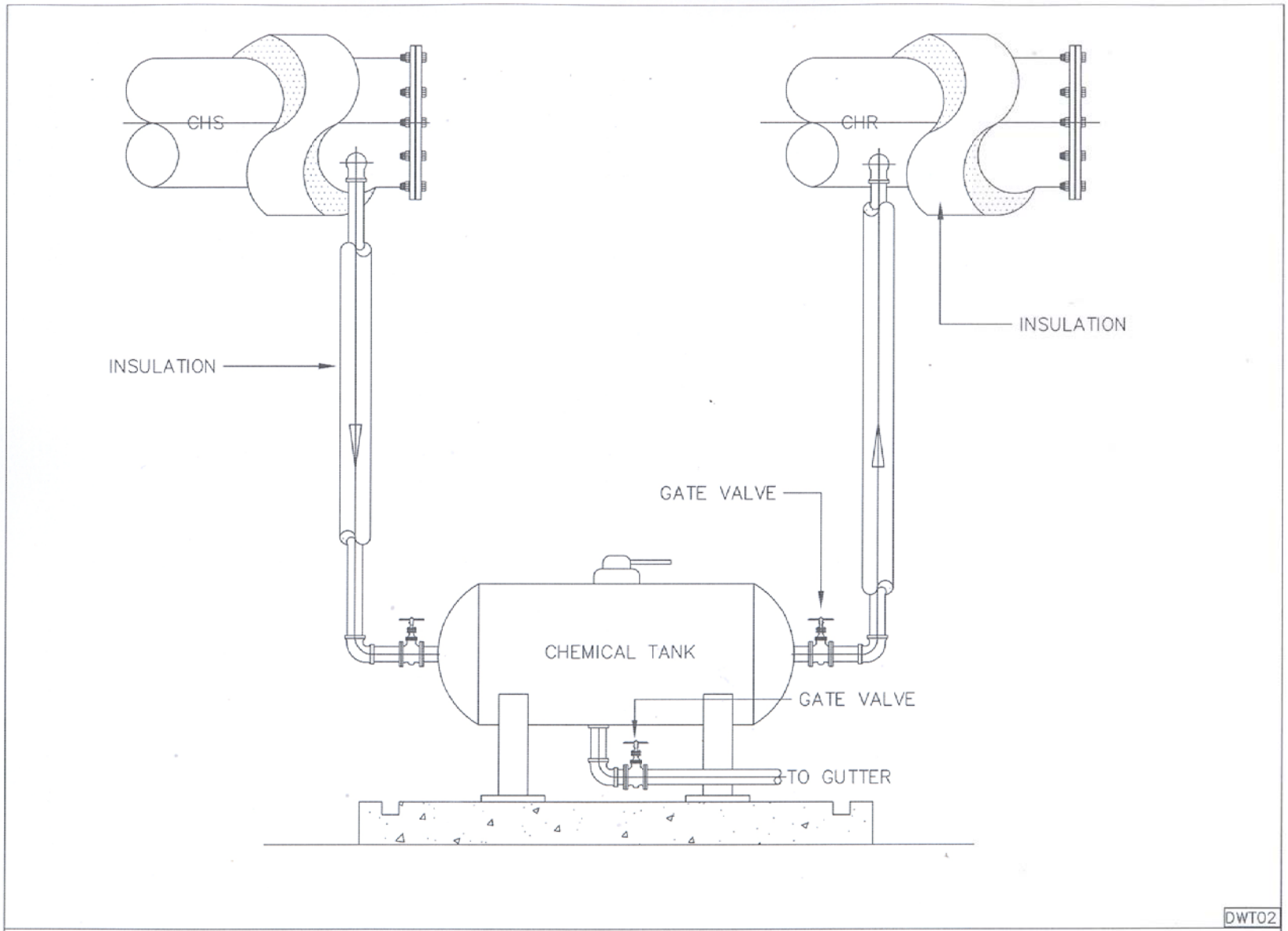


SECTION 1-1

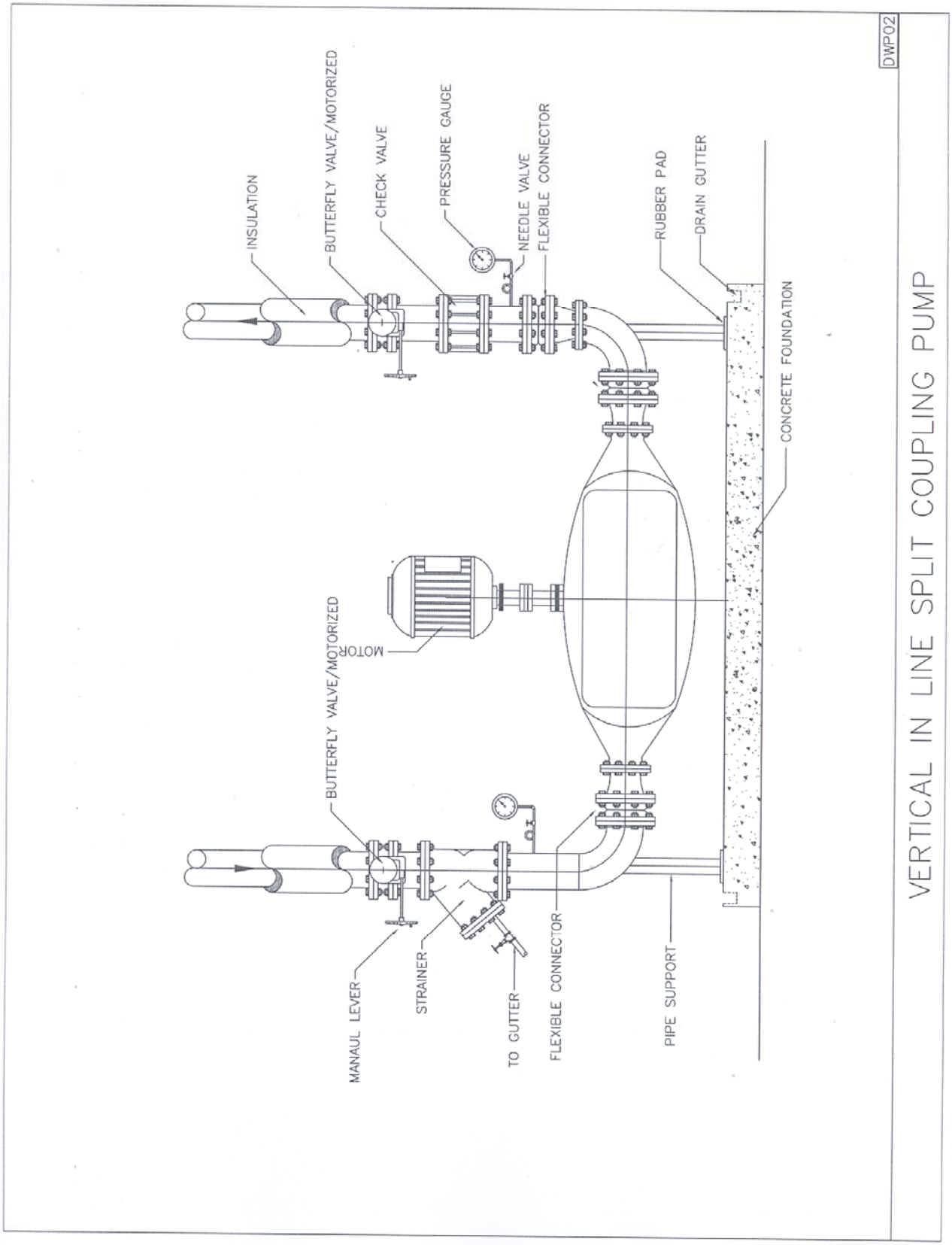
SHAFT WIDTH CM.	C-CHANNEL	U-BOLT CLAMP FOR PIPE DIA.		
		ø1/2"-ø2 1/2"	ø3"-ø6"	ø8"-ø14"
<60	4"x2"x2 1/2"	3/8"	1/2"	5/8"
60-90	6"x3"x3 1/8"			

DPW22

PIPE RUN IN OPEN SHAFT DETAIL



BY PASS FEEDER CHEMICAL TANK INSTALLATION DETAIL.


DWP02
VERTICAL IN LINE SPLIT COUPLING PUMP
INSULATION
BUTTERFLY VALVE/MOTORIZED
CHECK VALVE
PRESSURE GAUGE
NEEDLE VALVE
FLEXIBLE CONNECTOR
RUBBER PAD
DRAIN GUTTER
CONCRETE FOUNDATION
MOTOR
BUTTERFLY VALVE/MOTORIZED
MANAUL LEVER
STRAINER
TO GUTTER
FLEXIBLE CONNECTOR
PIPE SUPPORT

7

หมวดงานมัณฑนาการ



7. หมวดงานมัณฑนาการ

งานครุภัณฑ์และตกแต่งภายใน

7.1 ข้อกำหนดงานทั่วไป

7.1.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรูปแบบ, รายการ, ข้อกำหนด ต่างๆ พร้อมแบบงานระบบที่เกี่ยวข้อง เพื่อลำดับการดำเนินงาน ก่อนหรือหลังของแต่ละงาน และตรวจสอบความถูกต้องระหว่างงานระบบวิศวกรรม และงานตกแต่งภายในจะต้องสัมพันธ์กันไม่ขัดแย้งกัน ก่อนการก่อสร้าง

7.1.2 งานตามแบบและรายการครุภัณฑ์นี้หมายรวมถึงวัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้การขนส่งแรงงาน และการดำเนินการทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาและดำเนินการจัดทำให้ถูกต้องตามแบบและรายการทุกประการ

7.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างฝีมือที่ดี มีความสามารถและมีความชำนาญในงานด้านครุภัณฑ์และงานตกแต่งโดยเฉพาะ มาปฏิบัติงานให้เพียงพอ

7.1.4 ระยะที่ปรากฏในแบบสำหรับการก่อสร้าง ให้ถือตัวเลขที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างเป็นสำคัญ ยกเว้น กรณีที่จะต้องวัดจากสถานที่จริง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการวัดจากสถานที่จริง เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด ฉะนั้น ตัวเลขที่ปรากฏในแบบจะมีคำว่าประมาณ หรือเครื่องหมายประมาณซึ่งในการก่อสร้างจริงผู้รับจ้างจะต้องทำการวัดจากสถานที่จริงอีกครั้ง

7.1.5 วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้จะต้องเป็นของใหม่อยู่ในสภาพเรียบร้อย มีคุณภาพดีได้มาตรฐานถูกต้องตามที่กำหนด และไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนในกรณีที่วัสดุอุปกรณ์บางรายการต้องสั่งซื้อสั่งทำเป็นกรณีพิเศษ ผู้รับจ้างต้องสั่งซื้อสั่งทำให้ทันตามที่กำหนดในสัญญา

7.1.6 ในกรณีห้องที่มีครุภัณฑ์เหมือนกันหลายห้อง ก่อนที่จะทำการติดตั้งหรือประกอบจริง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำติดตั้งประกอบและตกแต่งในสถานที่จริง เพื่อเป็นตัวอย่างให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการในห้องต่อไปได้ ซึ่งจะต้องทำและติดตั้งตลอดจนตกแต่งให้เหมือนห้องตัวอย่างที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว หากมีการจัดทำติดตั้งหรือตกแต่งไม่เป็นไปตามตัวอย่าง คณะกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิที่จะสั่งให้แก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือทำใหม่ตามความเหมาะสมได้

7.1.7 หากผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์แตกต่างไปจากที่ระบุในแบบหรือรายการประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างและรายละเอียดต่างๆ ของวัสดุนั้นเสนอต่อให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อขอความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนทุกครั้ง ในการติดตั้งครุภัณฑ์ถ้าหากตำแหน่งที่จะต้องติดตั้งครุภัณฑ์ มีวัสดุอุปกรณ์ เช่น สวิตช์ เต้ารับไฟฟ้า อุปกรณ์ทางการแพทย์ หรืออื่นๆ ขวางอยู่ ให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องขยับหรือย้ายตำแหน่งไปยังที่ที่เหมาะสม โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการย้าย ตลอดจนตำแหน่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งให้เรียบร้อย เหมือนเดิม

7.1.8 ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ความขาดตกบกพร่อง หรือความขัดแย้ง หรือความผิดพลาดหรือไม่ชัดเจนในแบบก่อสร้าง รายการก่อสร้าง และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องรีบแจ้งคณะกรรมการตรวจการจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงานก่อสร้าง เพื่ออคำวินิจฉัยทันที โดยการวินิจฉัย จะถือเอาส่วนที่ดีกว่าเป็นเกณฑ์ความถูกต้องในวิชาช่าง และความเหมาะสมทุกครั้ง และงานในส่วนที่มีปัญหานี้ผู้รับจ้างจะต้องหยุดดำเนินการ

ไว้ก่อนจนกว่าคณะกรรมการตรวจการจ้างจะมีการอนุมัติและสั่งการอย่างใดอย่างหนึ่ง หากผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามนี้และเกิดข้อผิดพลาดใดๆ นั้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นให้ถูกต้องตามคำสั่งของผู้ว่าจ้าง โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง

7.1.9 หากผู้รับจ้างเสนอขอคำวินิจฉัยเกี่ยวกับเรื่องแบบ และรายการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของข้อขัดแย้งระหว่างแบบและรายการก่อร้าง ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบว่ามีอยู่ในส่วนใดบ้าง คำวินิจฉัยของคณะกรรมการตรวจการจ้างอาจจะเปลี่ยนแปลงใหม่ได้ตามความเหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้

7.1.10 ผู้รับจ้าจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์และรายละเอียดต่างๆ ที่ระบุไว้ในแบบและรายการให้ผู้ว่าจ้าง โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบรับรองความถูกต้องก่อนที่จะทำการประกอบหรือติดตั้ง พร้อมด้วยแบบรูปขยายรายละเอียด (SHOP DRAWING) แสดงการติดตั้งอย่างละเอียดเป็นเวลาล่วงหน้าก่อนการดำเนินการในระยะเวลาอันสมควร และเมื่อได้ความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษร แล้วจึงจะนำไปดำเนินการจัดหาหรือติดตั้งได้

7.1.11 วัสดุอุปกรณ์ใดที่ยังไม่ได้รับการตรวจสอบเห็นชอบ หากนำมาติดตั้ง ผู้ควบคุมงาน ผู้ออกแบบและคณะกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิที่จะให้รื้อถอนได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับภาระเรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายทั้งหมดด้วยตนเอง จะนำมาเป็นข้อเรียกร้องใดๆ ไม่ได้

7.1.12 ในกรณีที่ระบุให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ ตามมาตรฐานใด มาตรฐานหนึ่ง (เช่น มอก.) ผู้รับจ้างจะต้องนำหลักฐานการได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายดังกล่าวมาแสดง และหากจำเป็นต้องทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ผู้รับจ้างจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไป โดยจะนำมาเป็นข้อเรียกร้องใดๆ ไม่ได้

7.1.13 การนำมาใช้หรือการติดตั้งวัสดอุปกรณ์ที่ระบุในแบบหรือรายการก่อสร้างตามสัณญา จะต้องทำให้เรียบร้อยถูกต้องตามกรรมวิธีของผู้ผลิตทุกประการ และผู้รับจ้างจะต้องแสดงเอกสารรับรองการติดตั้งและเอกสารยืนยันว่าเป็นวัสดุและอุปกรณ์การก่อสร้างของผู้ผลิตจริง

7.2 งานไม้

7.2.1 คุณภาพของไม้ ไม้ที่นำมาใช้ในงานเป็นไม้ที่คัดแล้ว ไม่มีรอยบิ่น แตกร้าว บิดงอ น้ำหนักเบาหรือเปื่อย ไม่มีตาไม้ หรือกระพี้ไม้ หรือตำหนิอื่นๆ และต้องเป็นไม้ที่ผ่านการอบหรือผึ่งให้แห้งสนิท ไม่เกิดปัญหาจากการคยืด หด บิด งอ ในภายหลัง

7.2.2 ชนิดของไม้ โครงครุภัณฑ์ทั่วไปใช้ไม้ทำโครงตามที่ระบุไว้ในแบบรูปรายการ เช่น 1” x 2”, 1” x 3”, 1 1/2 x 3” เป็นต้น

7.2.3 ขนาดของโครงไม้ ขนาดที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายการคือ ขนาดของไม้ที่ยังไม่ได้ไสเรียบ และการนำมาใช้ให้ไสเรียบทั้งหมด

7.2.4 การติดตั้งโครงไม้ ต้องติดตั้งให้ได้ระดับและได้ฉาก ทั้งแนวดิ่งและแนวฉาก โดยเฉลี่ยไม่เกิน 40 x 40 ซม. หรือนอกจากระบุไว้เป็นอื่น การต่อไม้ให้ต่อที่แนวการแบ่งช่อง ห้ามต่อในส่วนกลางของการแบ่งนอกจากที่จำเป็นให้ฝังในและเข้ามุมรอยต่อให้สนิทเป็นผิวเดียวกัน

7.2.5 กรณีการต่อไม้ส่วนที่มองเห็นต้อเป็นมุม 45^0

7.3 งานผนัง

7.3.1 ผนังทั่วไป

งานผนัง : ผนังกรุไม้อัด บุผ้า กรุยิบซั่มหรือผนังำเร็จรูป โครงคร่าวโลหะ ให้ใช้โครงคร่าวและวัสดุตามแบบรูปแสดงรายละเอียด หรือใช้ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

การเตรียมผิวพื้นและทาสี หรือพ่นสีให้ดูรายละเอียดในหมวดงานสี ผิวผนังเดิมของอาคารส่วนใดที่เกิดการชำรุดเสียหาย อันเนื่องจากการติดตั้งครุภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นผนังชนิดใด ให้เป็นภาระของผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซม ตกแต่งสีให้อยู่ในสภาพเดิมถูกต้องกับผนังชนิดนั้นๆ ก่อนส่งมอบงาน

7.3.2 ผนังบุวอลล์เปเปอร์ (WALL PAPER)

7.3.2.1 การเตรียมพื้นผิว จะต้องทำความสะอาดผิวผนังที่จะบุให้สะอาด ปราศจากคราบไขมัน กำจัดเศษปูนเศษที่เกาะอยู่หรือสิ่งกปรกอื่นๆ ออกให้หมด ฉาบรองพื้นด้วยยิปซั่มให้ผิวเสมอ เรียบไม่เป็นหลุมหรือแอ่ง และไม่มีรอยขรุขระ ทิ้งให้แห้งสนิทก่อนบุวอลล์เปเปอร์ ด้วยกาวซึ่งระบุให้ใช้เหมาะสมกับชนิดของวอลล์เปเปอร์ และต้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบก่อนลงมือติดตั้งจากผู้ควบคุมงาน

7.3.2.2 การบุวอลล์เปเปอร์ ชนิดที่ระบุในแบบและรายละเอียดหากเป็นชนิดมีลวดลาย หรือ TEXTTURE ให้ทำ SHOP DRAWING การบุหรือต่อลายเพื่อให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็บชอบก่อนการติดตั้ง หากมีข้อขัดแย้งงสัยให้นำเสนอเพื่อพิจารณาเห็นชอบก่อนทุกครั้ง และหากบริเวณที่บุวอลล์เปเปอร์มีวัดสดุอุปกรณ์อื่นใดที่สามารถถอดออกได้ เช่น สวิตซ์ เต้ารับไฟฟ้า โคมไฟ ไฟกิ่งติดผนัง พัดลมติดผนัง หรืออื่นๆ ในการบุวอลล์เปเปอร์ จะต้องถอดวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวออก และเมื่อบุอลล์เปเปอร์แล้วจึงติดตั้งกลับไปยังตำแหน่งเดิมให้เรียบร้อย

7.4 งานฝ้าเพดาน

การเตรียมผิวปูน ส่วนประกอบต่างๆ ทำความสะอาดและทาสีอื่นๆ ตามที่มัณฑนากรกำหนด และตามข้อกำหนดในหมดงานที่โดยเคร่งครัด

7.4.1 ฝ้าเพดานพิเศษ

7.4.1.1 การติดตั้งโครงคร่าวๆ ตามมาตรฐานขอผู้ผลิตที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด

7.4.1.2 รายละเอียดัสดุ ตามมาตรฐานของผู้ผลิตที่ระบุไว้ในแบบรูปและรายการละเอียด

7.4.2 ระดับฝ้าเพดาน ระดับฝ้าเพดานสามารถะเปลี่ยนแปลงระดับความสูง-ต่ำ ระยะของหลุมฝ้าอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่จริง และประโยชน์ใช้สอย ทั้งนี้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

7.5 งานสี

7.5.1 ขอบเขตของงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อดำเนินการงานสีให้ลุล่วงดังที่กำหนดในแบบและรายการก่อสร้าง และให้สัมพันธ์กับงานในส่วนอื่นๆ ด้วย

งานสีหมายถึง งานสีผิวครุภัณฑ์ ผิวผนังส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่งภายในตามแบบยกเว้นส่วนที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ยึดถือตามรายการสี **เอกสารเลขที่. ก 148/ก.ย./53** หรือส่วนที่กำหนดให้บุด้วยวัสดุประดับต่างๆ ทั้งนี้ หากมีส่วนใดที่ผู้รับจ้างสงสัยไม่แน่ใจ ให้ขอคำแนะนำจากผู้ควบคุมทันที งานสีให้รวมถึงตกแต่งและอุดยาแนวผิวพื้นและการทำความสะอาดผิวพื้นต่างๆ ก่อนที่จะทำการพ่นสีหรือทาสี และรวมทั้งการทาลงขี้ผึ้ง แชลแลค แลคเกอร์ ลงน้ำมัน ตลอดจนงานตกแต่งสีอื่นๆ ด้วย

7.5.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำสีตัวอย่าง ลงบนไม้อัด หรือไม้จริง ขนาดประมาณ 20 ซม.x 30 ซม. ให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือผู้ออกแบบ พิจารณาเห็นชอบก่อนทำจริง

7.5.3 ขั้นตอนการทำสี

7.5.3.1 การเตรียมพื้นผิวไม้จะต้องแห้ง ไสแต่งเรียบร้อย ย้ำหัวตะปูให้จมเนื้อไม้และอุดรูรอยต่อ, รอยหัวตะปู, มุมต่างๆ ของผิวไม้ ให้เรียบร้อยด้วย แล้วทำการขัดให้เรียบร้อยด้วยกระดาษทราย ทำความสะอาดให้ปราศจากฝุ่นและคราบไขมันต่างๆ แล้วปิดเทปกั้นแนวส่วนที่ไม่ได้ทำสี

7.5.3.2 การทำสีไม้

7.5.3.2.1 การย้อมสีไม้

- หลังจากเตรียมพื้นผิวอุดรอยต่อต่างๆ ด้วย WOOD SEALER หรือดินสอพองผสมแชลแลค ขัดผิวให้เรียบร้อย ปิดเทปกั้นแนวส่วนที่ ไม่ได้ทำสี
- ลงฝุ่นจีนย้อมผิว และขัดผิวให้เรียบ ตามสีต้องการ
- ทาน้ำมัน หรือสีจริงครั้งที่ 1 หากมีรอยขนแปรงให้ขัดให้เรียบด้วยกระดาษทรายละเอียด แต่งลายและรอยต่อต่างๆ
- ทาน้ำมัน หรือสีจริงครั้งที่ 2 หากมีรอยแปรงให้ขัดให้เรียบ ลงลูกประคบแต่งสีและ ลายไม้ให้เรียบร้อย
- ทาน้ำมันสีจริงครั้งสุดท้าย ก่อนลงลูกประคบและแต่งสีครั้งสุดท้ายก่อนที่จะเคลือบด้วยน้ำมันเคลือบผิวอีกครั้ง ตามกำหนด

7.5.3.2.2 การพ่นสี

- การพ่นสีบนผิวที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกตู้ หลังจากเตรียมพื้นผิว อุดรอยหัวตะปู, รอยต่างๆ และโป๊วด้วยสีโป๊ว ให้ทั่วบริเวณที่จะพ่นสีแต่งและขัดผิวด้วยกระดาษทรายให้เรียบ
- ให้สีโป๊วแห้งสนิทจึงพ่นรองพื้นและขัดแต่งผิวให้เรียบร้อยทั้งหมด
- พ่นสีจริงอย่างน้อยอีก 2 ครั้ง แต่ละครั้งหากมีรอยหรือผิวไม่เรียบ แต่งแลขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบเนียน แล้วคัดด้วยลูกประคบให้เป็นเงา พ่นสีครั้งสุดท้ายและทำความสะอาด

7.5.3.2.3 สีภายในตู้

- การทาสีน้ำมันหรือสี ส่วนผิวที่ไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกตู้ให้อุดรอยต่างๆ ด้วย ขัดผิวให้ เรียบร้อย

- ทาสีน้ำมันครั้งที่ 1 และขัดผิวให้เรียบร้อยก่อนทาสีครั้งสุดท้าย
- ยกเว้นซึ่งกำหนดให้กรุไม้อัดสัก ให้ย้อมสีเหมือนไม้อัดสักทั่วไป

7.6 การทำความสะอาด

การทำความสะอาดขั้นสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องเก็บทำความสะอาดและเช็ดล้างรอยเปรอะเปื้อนตามที่ต่างๆ จนสะอาดเรียบร้อย ผลเสียหายอื่นๆ อันเนื่องมาจากการทำงานต่างๆ นี้ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

7.7 งานครุภัณฑ์สเตนเลส

7.7.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรูปแบบ, รายการ พร้อมแบบงานระบบไฟฟ้าและงานระบบสุขาภิบาลที่เกี่ยวกับข้องการติดตั้งครุภัณฑ์สเตนเลส ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

7.7.2 คุณภาพสเตนเลส และความหนา ให้ใช้ตามรูปแบบและรายการกำหนด

7.7.3 งานประกอบครุภัณฑ์สเตนเลส

- การพับ การต่อเชื่อม ต้องต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน
- การต่อมุมที่รอยพับโค้งชนกัน ต้องโค้งมนรัศมีเท่ากัน
- การเชื่อม ต้องเชื่อมต่อให้เต็มและขัดแต่งให้เป็นเนื้อเดียวกัน(ยกเว้น การเชื่อมโครงเคร่า)
- ทำความสะอาดผิวพร้อมเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบผิวสเตนเลส

7.8 งานติดตั้งพรมทอ / พรมแผ่น

ก่อนการติดตั้งพรมทอ / พรมแผ่น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบสถานที่ติดตั้ง นำตัวอย่างวัสดุและสี และกำหนดรูปแบบการวางลายและรอยต่อของพรมให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนการติดตั้ง

การเตรียมพื้นที่ก่อนติดตั้งพรมทอ / พรมแผ่น

- ถ้าพื้นเพิ่งจะเทปูนให้ทิ้งระยะไว้ก่อนปูพรมประมาณ 3-5 วัน
- ปรับพื้นให้เรียบเสมอ และทำความสะอาดพื้น ขจัดคราบสกปรกและเศษฝุ่น

7.8.1 การติดตั้งพรมทอ

7.8.1.1 ทำการตอกไม้หนามชิดผนัง รอบห้องที่ปูพรม ไว้ยึดพรมให้ตึงและเรียบ ยกเว้นบริเวณประตู และส่วนที่ไม่มีผนัง

7.8.1.2 ปูยางรองให้เรียบไม่เป็นคลื่น โดยเอาด้านที่เป็นพลาสติกอยู่ด้านบน ยึดรอย ต่อด้วยเทปกาวสำหรับต่อยางรอง

7.8.1.3 ปูพรมทอ วางลายพรมและรอยต่อตามที่กำหนด การปูพรมต้องปูให้ตึงเรียบ และเก็บขอบพรมทุกด้าน ด้านที่ไม่มีผนังต้องมีจมูกอลูมิเนียม (NAP LOCK) เก็บขอบพรม

7.8.1.4 ทำความสะอาดและดูดฝุ่น

7.8.2 การติดตั้งพรมแผ่น

7.8.2.1 ทำการวัดพื้นที่เพื่อหาจุดเริ่มกลางห้อง และทำการดิ่งเส้นเพื่อเป็นแนวในการวางพรม

7.8.2.2 ลงกาวที่พื้นที่ปูพรม ทิ้งไว้ประมาณ 10 -15 นาที เพื่อให้กาวเหนียวได้ที่พร้อมติดตั้งโดยกาวที่ใช้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวพรม

7.8.2.3 ปูพรมตามที่วางลายไว้ โดยเริ่มจากจุดกลางห้องที่วัดไว้ ไปจนสุด ผนังห้องด้านหลังของพรมจะมีลูกศรบอกทิศทางของหน้าพรม หรือตามแบบรูปกำหนด ปูให้ ชิดได้แนว สม่ำเสมอ

7.8.2.4 ด้านที่ไม่มีผนังต้องมีจมูกอลูมิเนียม (NAP LOCK) เก็บขอบพรม

7.8.2.5 ทำความสะอาดและดูดฝุ่น

7.9 การติดตั้งผ้าม่าน

ก่อนการติดตั้งผ้าม่าน ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบสถานที่แนวที่จะยึดรางม่าน นำตัวอย่างวัสดุ และสี และกำหนดรูปแบบแนวติดตั้งรางม่าน ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาก่อนการติดตั้ง

7.9.1 ผ้าม่านกั้นรอบเตียงผู้ป่วย(แบบรางม่านแขวนฝ้าเพดาน)

7.9.1.1 ต้องวางแนวที่จะติดตั้งรางม่าน พร้อมติดตั้งตัวยึดขารับรางม่าน ก่อนปิดแผ่นฝ้าเพดาน

7.9.1.2 ติดตั้งขารับรางม่าน อย่างน้อย 4 จุด/ 1 เตียง ติดตั้งรางม่านกับขาที่ยึดกับฝ้าเพดานตามแนวที่เตรียมไว้ โดยรางม่าน อยู่ระดับประมาณ 2.00 เมตร

7.9.1.3 เผื่อความกว้างผ้าม่านปิดชนกันได้สนิท ควรให้ชายผ้าสูงจากพื้นประมาณ 30 ซม. การเย็บผ้าม่าน, จับจีบ ต้องปราณีตเรียบร้อยสวยงาม

7.9.1.3 หลังจากติดผ้าม่านที่รางแล้ว ทดสอบเปิด-ปิดผ้าม่านด้วยก้านอลูมิเนียมหรือไม้ สำหรับลากจูง เวลาลากต้องคล่องตัวไม่ฝืดหรือติดขัด พร้อมสายรวบเก็บม่าน

7.9.2 ผ้าม่านหน้าต่าง / ประตู

7.9.2.1 ตรวจสอบสถานที่แนวที่จะยึดรางม่าน

7.9.2.2 ติดรางม่าน ในกรณีใช้รางตัวยู ยึดกับฝ้าเพดาน หรือ ภายในด้านบนฝ้าเพดานที่ติดตั้งราง ต้องเสริมโครงเตรียมไว้รับรางม่าน หรือตามแบบรูปกำหนด

7.9.2.3 เผื่อความกว้างผ้าม่าน ให้พันขอบหน้าต่างด้านข้างทั้งสองด้าน และปิดซ้อนกันได้สนิทไม่มีแสงรอดผ่าน การเย็บผ้าม่าน, จับจีบ ต้องปราณีตเรียบร้อยสวยงาม พร้อมสายรวบเก็บม่าน

7.9.2.4 หลังจากติดผ้าม่านที่รางแล้ว ทดสอบเปิด-ปิดผ้าม่านด้วยก้านอลูมิเนียมหรือไม้ สำหรับลากจูง เวลาลากต้องคล่องตัวไม่ฝืดหรือติดขัด

8

หมวดงานภูมิทัศน์ และสิ่งแวดล้อม



8. หมวดงานภูมิทัศน์และสิ่งแวดล้อม

8.1 ดินและเครื่องปลูก

8.1.1 ทั่วไป

" ดิน" หรือเครื่องปลูกที่ใช้ปลูกต้นไม้ นับเป็นหัวใจของงานภูมิทัศน์ เพราะเป็น "ตัวกลาง" ให้ต้นไม้ยึดและยืนต้น พร้อมๆกับเป็นแหล่งอาหารของพืชด้วย พืชพรรณแต่ละชนิดมักจะมีความชอบหรือ "ถูก" กับดินเฉพาะของมันในธรรมชาติต้นไม้จะเลือกขึ้นตามถิ่นที่อยู่ของมัน แต่ในงานภูมิทัศน์มนุษย์ได้นำต้นไม้นานาชนิดมาปลูกรวมไว้เพื่อความสวยงาม หรือ เพื่อประโยชน์ใช้สอยบางอย่างดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมดินให้มีส่วนผสมตามที่ต้นไม้ชอบ หรือให้มีคุณสมบัติพิเศษตามการ ใช้สอย เช่น ให้มีน้ำหนักเบา หรือให้ ระบายน้ำได้รวดเร็ว เรียกว่า "ดินผสม" หรือ Soil mix

8.1.2 งานดิน

8.1.2.1 ขอบเขตของงาน

งานในหมวดนี้รวมทั้งการขุดถมบดอัดเคลื่อนย้ายการแต่งระดับลาดเอียงและการดำเนินงานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานดินเพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปตามระบุในแบบรูปและรายการละเอียดในเฉพาะส่วนทางเท้าส่วนงานถนนให้ยึดรายละเอียดตามแบบวิศวกรรม

8.1.2.2 ฝีมือการทำงาน

งานที่เกี่ยวกับดินทั้งหมดจะต้องทำด้วยความประณีตเรียบร้อยพอสมควรก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องเตรียมแนวระดับต่างๆ ให้เรียบร้อย

8.1.2.3 การขุดดิน

8.1.2.3.1 การขุดดินทั่วไป

ระยะ และระดับการขุดดินต้องตรงกับรูปแบบที่ได้ระบุไว้ระดับกันหลุมของงานขุดดินต้องอยู่ในระดับ

8.1.2.3.2 พื้นคอนกรีตวางบนผิวดิน

ชั้นดินที่รองรับพื้นคอนกรีตจะต้องเป็นดินอัดแน่นตามระบุ และต้องไม่ทำให้คอนกรีตที่กำลังเทอยู่เสียหาย

8.1.2.4 การถมดิน และการกลบเกลี่ยดิน

การถมดินจะต้องได้ระดับที่เหมาะสมเพื่อการทรุดตัวของมวลดินผู้รับเหมาต้องจัดการให้ได้ระดับสุดท้ายตรงตามรูปแบบ

8.1.2.4.1.วัสดุ

วัสดุที่ใช้กลบเกลี่ยต้องประกอบด้วยดินที่เหมาะสมในกรณีที่ใช้ดินขุดจากบริเวณสถานที่ก่อสร้าง จะต้องได้รับอนุญาต จากวิศวกรก่อน และผู้รับเหมาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนำการนำดินจากที่อื่นมาถมแทน ในส่วนปลูกพันธุ์ไม้ใช้ดินบนเป็นดินถม

8.1.2.4.2. การจัดปรับระดับ

ก่อนการถมดินและการกลบเกลี่ยดินพื้นที่ในบริเวณนั้นต้องอยู่ในสภาพที่เรียบร้อยได้ระดับตามแนวนอนและใช้เครื่องมืออัดแน่นตามที่ได้ระบุไว้แต่ต้องไม่เป็นอันตรายต่อโครงสร้างอื่นหรือ อาคารใกล้เคียง

8.1.2.5 การถมด้วยดิน กรวด หรือทราย การถมด้วยหิน กรวด หรือทรายต้องเตรียมความหนาตามที่ได้ระบุไว้ในรูปแบบ

8.1.2.6 การบด อัดแน่น

การถมดินและกลบดินทั้งหมดมีความชื้นพอเหมาะที่สุด แล้วทำการอัดแน่นตามจำนวนเปอร์เซ็นต์ ของความหนาแน่นมากที่สุดในสภาพความชื้นนั้น และต้องไม่น้อยกว่า 2% หรือมากกว่า 5% ของความชื้นที่ดีที่สุดตามมาตรฐานของ AASHO

8.1.2.7 ดินผสมหรือสูตร

8.1.2.7.1 ดินผสม เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงและการจำแนก ได้แบ่งดินปลูกสูตรต่างๆ เพื่อการปลูกพืชเฉพาะประเภทนี้

A 1 ใช้สำหรับปลูกไม้ต้น ไม้พุ่ม และไม้คลุมดิน ทั่วไปที่ปลูกบนพื้นดิน

A 2 ใช้สำหรับปรับผิวสนามหญ้า (TOP DRESSING)

8.1.2.7.2 สูตร

A 1 เหมาะสำหรับปลูกไม้ต้น , ไม้พุ่ม , และไม้คลุมดินทั่วไป

- ดินบน 3 ส่วน
- ปุ๋ยคอกสลายตัวแล้ว หรือปุ๋ย กทม. เบอร์ 902 ร่อนละเอียด 1 ส่วน
- เปลือกถั่ว , ขุยมะพร้าว , ใบไม้ผุ 1 ส่วน

A 2 ดินปรับแต่งผิวหน้าสนาม

- ทรายหยาบร่อนละเอียด 1 ส่วน
- ปุ๋ยหมักร่อนละเอียด 2 ส่วน
- ขี้เถ้าแกลบร่อนละเอียด 1 ส่วน
- เปลือกถั่ว , ขุยมะพร้าว , ใบไม้ผุ 1 ส่วน

หมายเหตุ - สามารถใช้ดินผสมทดแทนได้โดยมีส่วนผสมที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกับสูตรข้างต้น ได้แก่ ดินวงศ์สว่าง หรือดินช่อลัดดา หรือเทียบเท่า

8.1.2.8 คุณสมบัติเครื่องปลูกและปุ๋ย

8.1.2.8.1 ดินบน (TOP SOIL) หมายถึง ดินดีที่นำมาจากแหล่งภายนอกบริเวณ โดยจะต้องเป็นดินผิวส่วนบนจาก ท้องนาสวน หรือเชิงเขา เป็นดินร่วนไม่เหนียวจัด ไม่มีเกลือหรือเคมีอื่นใดเจือปน ปราศจาก เศษวัชพืช เศษอิฐ หิน คอนกรีต เหล็กไม้ แก้วแตก พลาสติก ถุงพลาสติก โลหะ ตลอดจนวัชพืชใดๆ เจือปน มีความชื้นพอเหมาะ ไม่เหลวหรือแห้งสนิท หรือป่นเป็นผง

- แหล่งดิน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแหล่งดินว่าได้มาจากที่ใดเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องได้รับการอนุมัติจากภูมิสถาปนิกเสียก่อน จึงจะนำดินเข้ามาในบริเวณได้

- การทดสอบดิน และการแก้ไขดิน ก่อนการตกลงซื้อดินผู้รับจ้างควรตรวจสอบคุณสมบัติของดินที่บ่อดินเสียก่อนโดยดินที่นำเข้ามาใช้ปลูกต้นไม้ในบริเวณจะต้องมีคุณสมบัติ ที่รับได้ดั้งนี้

ค่าไฮโดรเจนไอออน (pH)	5.5-7.0
ค่าอินทรีย์วัตถุโดยน้ำหนัก	3% (110) C ขึ้นไป
ค่าของเกลือไม่เกิน (EC 1:5 ที่ 25 C)	0.75 มิลลิโมห์
ฟอสฟอรัส	15 ppm.
โปแตสเซี่ยม	60 ppm.

8.1.2.8.2 ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยหมัก

- ปุ๋ยคอก มูลสัตว์ เช่น โค กระบือ สุกร เป็ด ไก่ ต้องเป็นปุ๋ยที่เก่ากองหมักทิ้งไว้ในร่มหรือมีสิ่งปกคลุมจากฝน และไม่น้อยกว่า 3 เดือน สะอาดปราศจากเศษ อิฐ หิน ไม้ ดิน แก้ว โลหะตลอดจนเศษถุงพลาสติก หญ้า ฟาง มูลโค กระบือ อนุญาตให้มีเศษฟางเจือปนได้ ไม่เกิน 10% โดยปริมาณมูลสุกร 1 เป็ด ไก่มีแกลบละเอียดเจือปนได้ไม่เกิน 20% โดยปริมาตร

- ปุ๋ยอินทรีย์ ใช้ปุ๋ย กทม. เบอร์ 902

- ปุ๋ยหมัก ใช้ปุ๋ยหมักจากเศษอินทรียวัตถุใดๆ ก็ได้ที่หมักโดยวิธีแอโรบิค (aerobic) โดยมีอัตราส่วน C/N ไม่เกินกว่า 30/1

- อินทรีย์ วัตถุอื่นๆ ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากภูมิสถาปนิกเป็นลายลักษณ์อักษร

8.1.2.8.3 วัสดุปรุงดินอื่นๆ

- เปลือกถั่ว ใช้เปลือกถั่วลิสงเก่าที่กองหมักไว้แล้วไม่น้อยกว่า 60 วัน ได้รับการตากแห้งสนิทแล้วปราศจากเชื้อรา โรค และแมลง

- แกลบดำ ใช้แกลบดำจากเปลือกข้าวเผาใหม่ สะอาดหยาบไม่ปนจนเป็นผงละเอียด

- ขุยมะพร้าว ใช้ขุยมะพร้าวที่สะอาด

- กาบมะพร้าวสับ ใช้กาบมะพร้าวที่แห้งสะอาด มีเปลือกผิวนอกติด สับเป็นชิ้น ขนาดประมาณ 1-2 ซม. ลูกบาศก์

- วัสดุอื่นๆ ต้องเป็นวัสดุที่ได้รับการอนุมัติจากภูมิสถาปนิกเป็นลายลักษณ์อักษร

8.1.2.8.4 ปุ๋ยเคมี

- ปุ๋ยยูเรีย ใช้ปุ๋ยชนิดเกล็ดผงสีขาวที่สะอาด แห้ง บรรจุในถุงหรือภาชนะที่มีสภาพดีมีไนโตรเจน ไม่น้อยกว่า 46%

- ปุ๋ยเม็ด ใช้ปุ๋ยเม็ดสีนวล หรือสีเทาตามท้องตลาดทั่วไป สูตร N-P-K 15-15-15 หรือ 16-16-16 เม็ดปุ๋ยจะต้องแห้งปราศจากสิ่งเจือปนอื่นๆ และบรรจุในถุงหรือภาชนะที่เหมาะสม

- ปุ๋ยละลายช้าในปุ๋ยเม็ดเคลือบสารละลายช้า (slow release) สูตร N-P-K หรือ 15-15-15 ของออสโมโค๊ด หรือเทียบเท่าที่ได้รับการอนุมัติจาก ภูมิสถาปนิก

8.1.2.9 ส่วนผสมพิเศษ

ในกรณีที่ต้นไม้แต่ละชนิดต้องต้องการเครื่องปลูกที่แตกต่างไปจากสูตรที่กำหนด ผู้รับจ้างอาจทำการเพิ่มส่วนของอินทรียวัตถุ ปุ๋ยวัสดุปรับปรุงดินให้ดีขึ้นได้ ในกรณีนี้ผู้รับจ้างจักต้องแจ้งให้ภูมิสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานทราบเป็นลายลักษณ์อักษร

8.2. การเตรียมการปลูกต้นไม้

8.2.1 การปรับระดับ

8.2.1.1 ชนิดของดินที่จะนำมาใช้ปรับระดับให้ได้ " ดินผสม" ที่มีความเหมาะสมกับพืชพันธุ์ตามสูตรก่อนทำการใส่ดินผสม ผู้รับจ้างจะต้องได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ควบคุมงานว่าได้ตรวจสอบระบบการระบายน้ำใต้แปลงปลูกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

8.2.1.2 การปรับระดับให้เป็นไปตามแบบทุกประการดินที่ใส่ต้องทำการบดอัดเล็กน้อยเพื่อให้มีการยุบตัวน้อยลง

8.2.1.3 เมื่อปรับระดับเสร็จแล้วจะต้องแจ้งให้ภูมิสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานได้ตรวจสอบถึงความถูกต้องและเหมาะสมก่อนดำเนินการขั้นตอนต่อไป

8.2.1.4 เมื่อภูมิสถาปนิกได้ตรวจสอบและอนุมัติแล้วจึงให้ทำการปักหมุดตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ตามแบบก่อสร้างและโรยปูนขาวแสดงตำแหน่งและรูปร่างของแปลงปลูกตามแบบปลูกไม้พุ่มและคลุมดินเพื่อให้ภูมิสถาปนิกตรวจสอบก่อนดำเนินการขั้นต่อไป

8.2.2 การเตรียมการปลูก

8.2.2.1 การเตรียมแปลงปลูก

ส่วนของแปลงปลูกที่ติดกับสนามหญ้าจะต้องทำร่องดินสับ "รูปตัววี " เพื่อเป็นการแยกสนามกับแปลงปลูก เพื่อความสะดวกในการตัดหญ้าและรักษาแนวไม้คลุมดิน ให้เรียบร้อยอยู่เสมอ ร่องดินสับควรกว้างประมาณ 15 ซม. และลึก 10 ซม.

8.2.2.2 การเตรียมดินปลูกนอกสถานที่ผู้รับจ้างควรเตรียมดินปลูกจากนอกสถานที่ได้หากสะดวกกว่าโดย เฉพาะกรณีที่มีฝนตกหนักหรือในกรณีที่ผู้รับจ้างมีอุปกรณ์การผสมดินพร้อมอยู่นอกสถานที่ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะเตรียมดินปลูกนอกสถานที่ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งแก่ภูมิสถาปนิกเป็นลายลักษณ์อักษร พร้อมทั้งส่งตัวอย่างดินที่ผสมแล้วตามสูตรที่กำหนดให้ 3 ถุง ๆ ละ 500 กรัม หากปรากฏในภายหลังว่าการผสมดินดั่งกล่าวไม่เป็นตามสูตร ผู้รับจ้างจะต้องขนดินออกจากบริเวณโดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

8.2.3 การปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้คลุมดินและ ปาล์ม

8.2.3.1 หลุมปลูกผู้รับจ้างต้องทำการขุดหลุมปลูกต้นไม้ใหญ่ให้ได้ขนาดหลุมตามกำหนดในแบบแปลนโดยให้ทำการขุดหลุมหลังจากปรับระดับดินได้แล้วขนาดหลุมปลูกให้ได้ตามแบบ

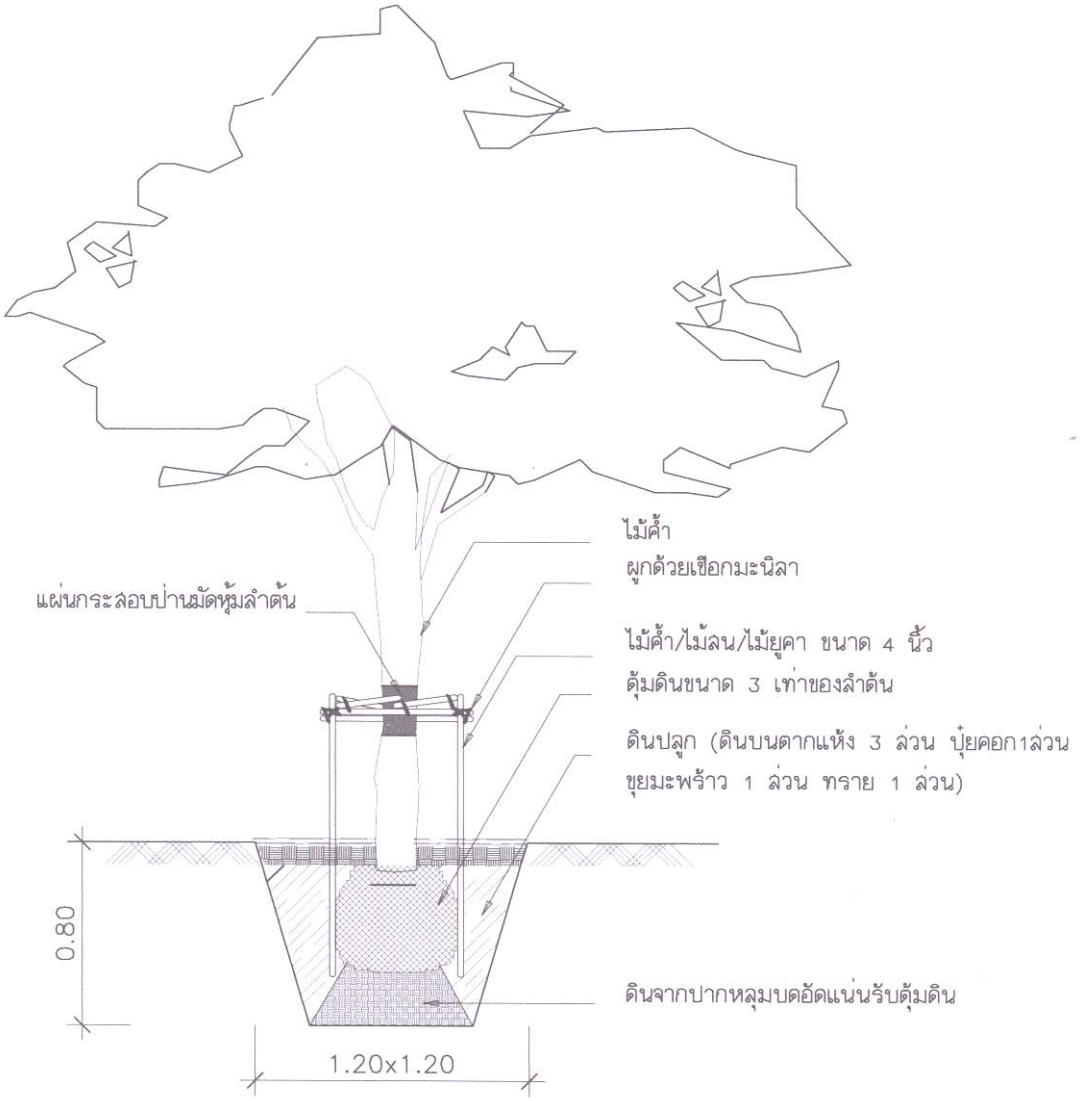
8.2.3.2 ดินปลูก และการปลูก

- ดินปลูก ให้ใช้ดินปลูกตามสูตรใน ข้อ 8.1.2.7.2

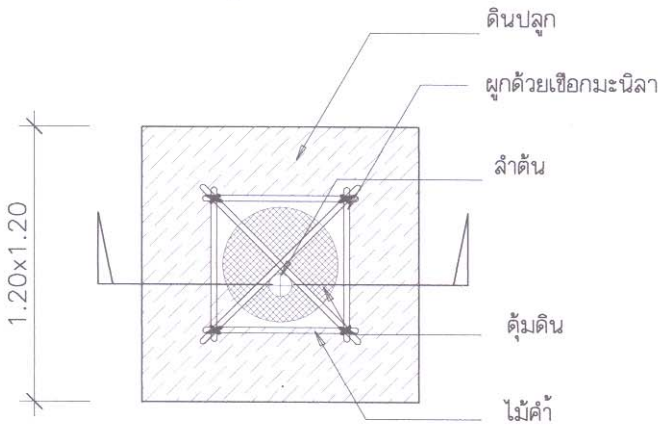
- การปลูก ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังอย่างสูงในการยกต้นไม้ออกจากกระถาง ภาชนะหรือที่ปลูกชนิดอื่น ๆ เช่น เข่ง ลังไม้ เพื่อมิให้ระบบรากของต้นไม้เสียหาย การแกะกระสอบหุ้มตุ้มดินจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่งที่จะมิให้ดินหลุดจากตุ้มผู้รับจ้างควรวางความสูงของตุ้มดินก่อนทำการเตรียมความลึกของกัน หลุมให้พอดีกับขนาดของตุ้มดินแล้วจึงทำการยกต้นไม้ลงหลุมตั้งให้ต้นไม้ตรงได้แนวใช้มือหรือเท้ากดพอแน่นแล้วจึงเติมดินลงไปอีกครั้งๆ ละ 15 ซม. เมื่อถึงระดับที่กำหนดแล้วให้รดน้ำให้ชุ่มโชกและทิ้งไว้ไม่รดน้ำเป็นเวลา 3 วัน

- การแต่งผิวหน้าหลุมปลูก หลังจากการปลูกแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการเก็บกวาดสิ่งสกปรกดินปลูก เศษวัสดุหุ้มตุ้มดิน เชือก ฯลฯ ออกไปให้หมดเมื่อรดน้ำทิ้งไว้ครบ 3 วัน แล้วให้ทำการแต่งพรวน หรือเสริมผิวหน้าของหลุมปลูก

8.2.3.3 การค้ำจุนต้นไม้ จะต้องกระทำทันทีหลังการปลูกและหลังจากการใส่ไม้ค้ำจุดหรือยึดต้นไม้ ตามแบบแล้ว ต้นไม้จะต้องตั้งตรงแผ่กิ่งก้านได้ตามปกติ ไม้ค้ำจุน จะต้องเรียบแข็งไม่ผุกร่อนขนาดของไม้และกรรมวิธีในการยึดต้นไม้และการจัดปักไม้ค้ำจุนต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบแปลนทุกประการ

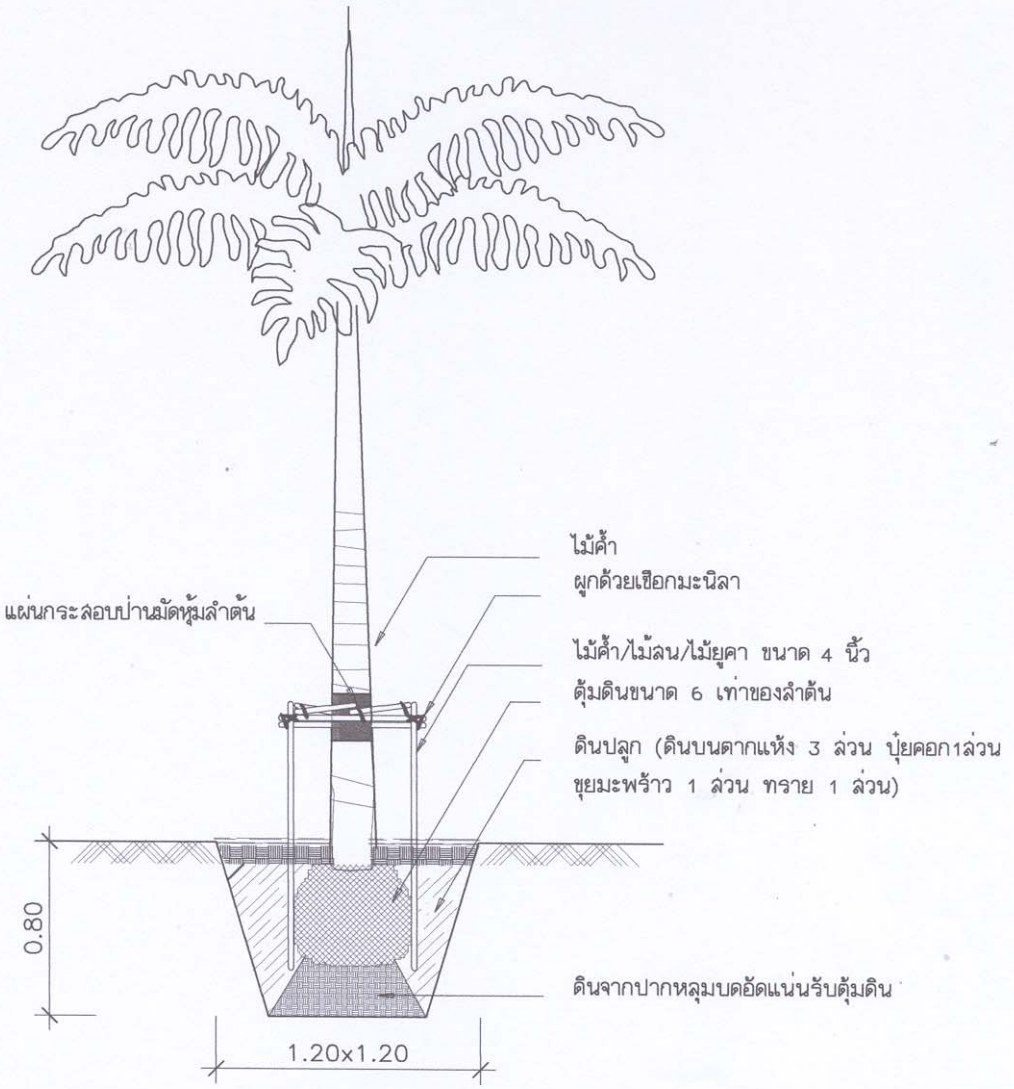


รูปตัด

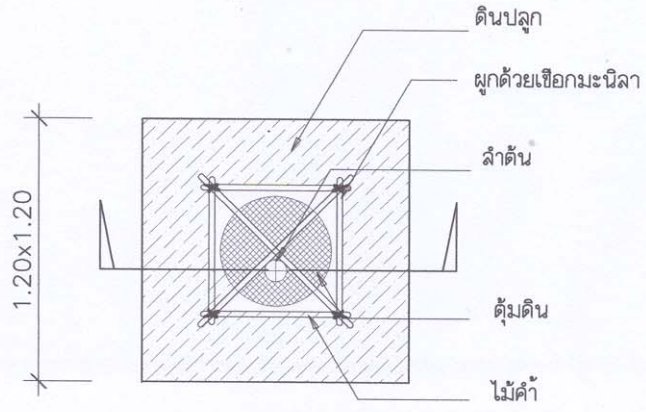


แปลน

แบบรายละเอียดการปลูกต้นไม้ใหญ่

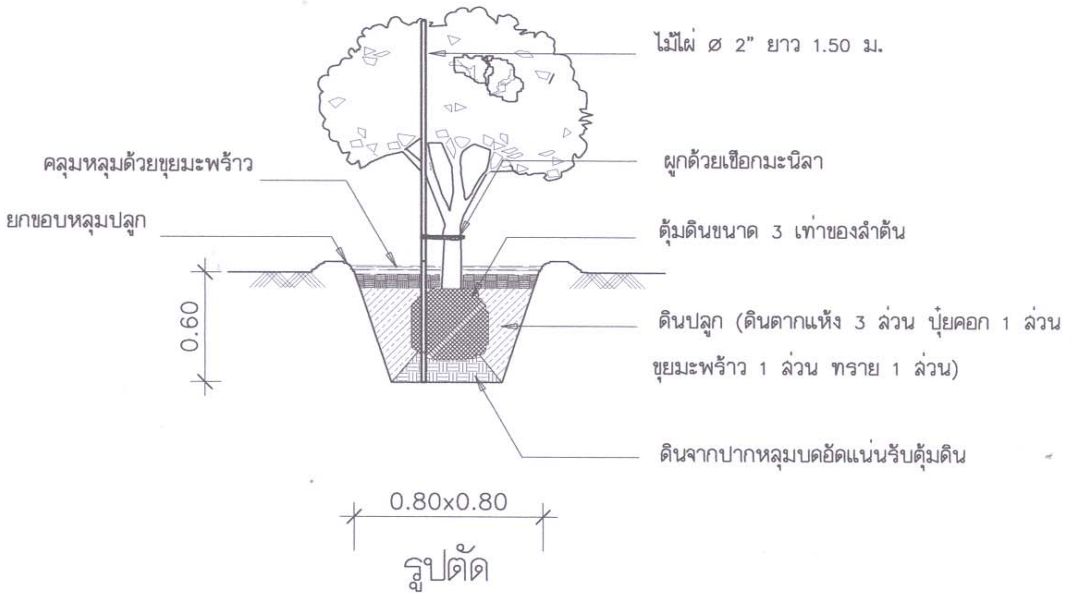


รูปตัด

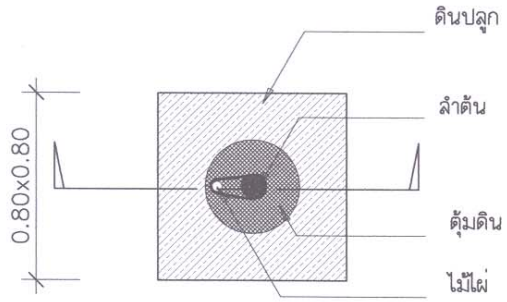


แปลน

แบบรายละเอียดการปลูกต้นไม้ใหญ่

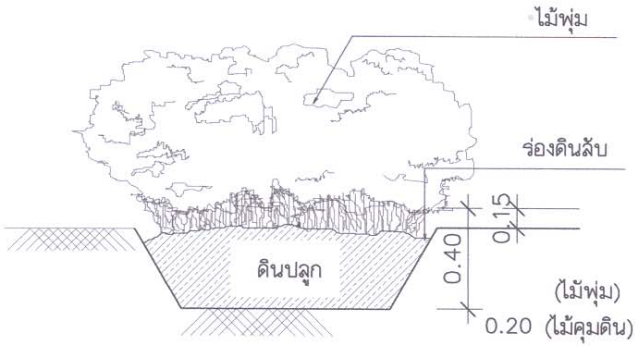


รูปตัด



แปลน

แบบรายละเอียดการปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก



แบบรายละเอียดการปลูกไม้พุ่มและไม้คลุมดิน

8.3 งานปลูก/ปูหญ้าและดูแลสนามหญ้า

8.3.1 การปลูกหญ้า

8.3.1.1 การเตรียมพื้นที่สำหรับปลูกหญ้า

- สาธารณูปโภค และระบบระบายน้ำใต้ดิน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัด วางท่อ บ่อพักหรือ ระบบระบายน้ำให้ดินและตรวจสอบให้เรียบร้อย เสียก่อนแล้ว จึงลงมือทำสนามได้

- การปรับระดับและใส่ดินบน ผู้รับจ้างจะต้องปรับดินล่างให้ได้ระดับต่ำกว่าผิวสำเร็จของอย่างน้อย 20 ซม. โดยเก็บหินเศษไม้ แก้ว พลาสติก เหล็ก ตลอดจนวัสดุที่ไม่พึงปรารถนาทุกชนิดออกให้หมดที่เป็นดินเหลวหรืออินทรีย์ซากพืชก็จะต้องเอาออก และถมด้วยทรายหรือดินล่าง และบดแน่นปานกลาง เมื่อปรับได้ระดับและความลาดแล้วจึงใส่ดิน บนไถพรวน หรือสับละเอียดแล้วจึงบดอัด ให้ได้ระดับที่กำหนดอีกครั้งหนึ่ง

- การปรับละเอียดใช้ทรายละเอียดผสมปุ๋ย กทม. 902 ชนิดละเอียด 1:1 แต่งผิวหนา 5 ซม. ฉีดน้ำให้ทรายแทรกลงระหว่างรอยแตกของดินแล้วปรับเรียบอีกครั้งหนึ่งก่อนปู

8.3.1.2 การเตรียมหญ้าและการปลูกหญ้า

- ชนิดของหญ้า หญ้าที่ใช้ปลูกในบริเวณให้เป็นชนิดตามที่กำหนดในแบบแปลน

8.3.1.3 การปู ใช้วิธีปูเป็นแผ่น แผ่นหญ้าจะต้องมีขนาด 50 x 100 ซม. หญ้ามีความเขียวสดชุ่มชื่นไม่ขาดสม่ำเสมอ หญ้าที่เหลือง แห้ง หรือไม่สมบูรณ์ขาดแหว่งจะถูกคัดออก ผู้รับจ้างควรเตรียมดินสนาม ให้พร้อมที่จะปูได้จึงนำหญ้าเข้ามาในบริเวณหญ้าที่นำมากองไว้เกิน 3 วัน จะถูกคัดออก เช่น ก่อนทำการปูจะต้องปรับผิวทรายอีกครั้งหนึ่งให้เรียบบริเวณที่ยุบตัวลงให้ใส่ Top dressing ส่วนผสม A1 พร้อมทั้งปรับและบดอัดอีกครั้งหนึ่งให้เรียบและรดน้ำให้ชุ่ม การปูหญ้า จะต้องปูให้รอยของต่อแผ่นชิดสนิท และเรียบเสมอกันของเข้ามุมหรือโค้งจะต้องตัดให้เรียบคมด้วยมีด หรือกรรไกรที่เหมาะสม เมื่อปูเสร็จแล้วให้รดน้ำให้ชุ่มแล้วใช้ลูกกลิ้งบดให้แผ่นหญ้าแนบแน่นกับผิวดิน

8.3.1.4 การดูแลรักษาสนามหญ้า ในระหว่างความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

- ระยะการดูแลรักษาตามสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องดูแลรักษาสนามหญ้าที่จัด ทำเสร็จแล้วให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลาจนถึงวันส่งมอบงานและหลังส่งมอบงานแล้วต่อไปอีกเป็นเวลา 120 วัน

- การรดน้ำ หลังจากทำการปูหญ้าไปแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรดน้ำสนาม ในปริมาณที่เหมาะสมวันละ 2 เวลา เป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจาก 1 สัปดาห์ไปแล้วให้รดน้ำในเวลาเช้าหรือเย็นให้ชุ่มวันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดแล้วให้หยุดรดน้ำ 2 วัน ทำการตัดหญ้าใส่ปุ๋ยแล้วจึงเริ่มทำการรดน้ำต่อไปในสัปดาห์ที่ 3 ให้รดน้ำให้ชุ่มโชก 2 วัน ต่อครั้งจนถึงวันส่งงานการรดน้ำ จะต้องรดน้ำด้วยหัวฉีดฝอยไม่รดน้ำมาก และเร็วจนน้ำไหลไปตามผิวดิน ปริมาณน้ำให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้รับจ้างให้หญ้าเจริญเติบโตได้ดี โดยไม่แฉะเกินไป ในวันฝนตกมากผู้รับจ้างอาจงดรดน้ำได้

- การถอนวัชพืช ผู้รับจ้างจะต้องทำการถอนวัชพืชออกทันที ตลอดเวลาที่ทำการดูแลรักษาที่กำหนดไว้ในสัญญา

- การบดสนาม หลังจากการบดด้วยลูกกลิ้งครั้งแรกแล้วเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผู้รับจ้างต้องนำลูกกลิ้งมากลิ้งบดสนามที่ไม่เรียบให้เรียบร้อยอีกครั้งหลังจากนั้นให้ทำการบดสนามทุก ๆ 30 วัน

จนกว่าจะหมดสัญญาการดูแลรักษาการบดควรรดน้ำให้ดินฟูเสียก่อนกลไกที่เหมาะสมเมื่อปูเสร็จแล้วให้รดน้ำให้ชุ่ม แล้วใช้ลูกกลิ้งบดให้หญ้าแนบแน่นกับผิวดิน

- การแต่งผิวหน้าในกรณีที่มีการยุบของดินเกิดขึ้นและไม่สามารถแก้ไข ได้ด้วยการบดลูกกลิ้งผู้รับจ้างจะต้องใช้ดินผสม A1 มาโรยตามรอยยุบ ของสนามทุกครั้งที่ทำการตัดหญ้าและบดลูกกลิ้ง

8.4 วัสดุพืชพันธุ์

8.4.1 ปริมาณและขนาด

8.4.1.1 ปริมาณ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาต้นไม้ให้ได้ครบพอเพียงแก่งานปริมาณของต้นไม้ที่แสดงให้ตารางต้นไม้เป็นเพียงตัวเลขสังเขปที่เตรียมขึ้นเพื่อความสะดวกของผู้รับจ้างเท่านั้น จำนวนต้นไม้ในแปลนต้นไม้ถือว่ามีความถูกต้องเหนือกว่าจำนวนที่ บอกไว้ในตารางต้นไม้

8.4.1.2 ขนาดต้นไม้ ต้นไม้ใหญ่ถือขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเป็นสำคัญขนาด ความสูงอาจผันแปรได้ตามความเหมาะสม แต่ไม่น้อยหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในตารางต้นไม้ เกินกว่า 10% ขนาดของไม้พุ่มถือความสูงและระยะแผ่ รวมทั้งจำนวนกิ่งสาขาต่ำสุดไม้เลื่อยต้องมีความยาว เมื่อยืดแล้วไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร หรือตามที่ระบุในรายการต้นไม้ ขนาดของต้นไม้ต่ำสุด จะวัดหลังจากทำการตัดแต่งก่อนทำการปลูก

8.4.2 ชื่อของต้นไม้

ถือตามชื่อทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ ชื่อสามัญถือตามทะเบียนพรรณไม้ประดับของสมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย และ/หรือ ชื่อพรรณไม้ในเมืองไทย พ.ศ. 2525 โดย ดร.สะอาด บุญเกิด และคณะการค้านกับชื่อ หากมีขึ้นผู้รับจ้างจะต้องปรึกษาหารือกับภูมิสถาปนิกจนได้ข้อยุติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนจึงนำมาปลูกได้การตรวจชนิดของพรรณไม้ อาจทำภายหลังการปลูกและก่อนการตรวจพบว่าผู้รับจ้างนำต้นไม้ผิดชนิดมาปลูก ผู้รับจ้างจะต้องขนย้ายออกไป และนำชนิดที่ถูกต้องมาปลูกใหม่โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

8.4.3 เงื่อนไขอื่น ๆ

8.4.3.1 ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม ไม้เลื้อย และไม้คลุมดินทุกชนิด จะต้องงาม แข็งแรง และขึ้นตามสภาวะธรรมชาติ ปราศจากแมลงและโรค

8.4.3.2 การวัดเส้นศูนย์กลางของต้นไม้ จะวัดสูงโคนหรือระดับดินธรรมชาติ 30 ซม.

8.4.3.3 ต้นไม้ที่วัดได้ขนาดตามกำหนด แต่มีรูปร่างไม่สมดุลระหว่างระยะแผ่และความสูงหรือบิดงอ น่าเกลียด รื้อแต่งกิ่งเป็นมุมแหลมจะถูกคัดออก

8.4.3.4 ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่กว่ากำหนดในแบบอาจนำมาใช้ได้ แต่ผู้รับจ้างจะคิดราคาเพิ่มขึ้นจากที่เสนอไว้เดิมไม่ได้

8.4.3.5 ผู้รับจ้างจะถือเอาความสูงที่เกิดกำหนด มาชดเชยกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กกว่ามิได้

8.4.3.6 ต้นไม้ที่นำมาปลูกจะต้องเจริญจะต้องงอกงามในกระถางหรือภาชนะ ขนาดเท่าที่กำหนดไว้ในแบบโดยมีระบบรากเจริญเต็มกระถางแล้ว ห้ามมิให้ใช้ต้นไม้ ขนาดเล็กเปลี่ยนใส่กระถางใหญ่โดยที่รากยังไม่เจริญเต็มในดินใหม่

8.4.3.7 ขนาดของตุ้มดินของต้นไม้ที่นำมาปลูกจะต้องมีขนาดเส้นกลางใหญ่อย่างน้อยเป็น 6 (หก) เท่า ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซึ่งวัดจากโคนต้นสูง 30 ซม. และความสูงของตุ้มดิน จะต้องเป็น 2 ใน 3 ของความกว้างต้นไม้ที่ย้ายมาโดยมีขนาดตุ้มดินเล็กกว่ากำหนด หรือตุ้มดินแตกระบบรากได้รับความเสียหายจะถูกคัดออก)

8.4..3.8 สำหรับต้นไม้ที่ขุดย้ายตุ้มดินจะต้องห่อหุ้มด้วยกระสอบป่านและผูกมัดอย่างแน่นหนาป้องกันตุ้มดินแตก

8.4.3.9 ต้นไม้หรือไม้พุ่มที่ไม่แข็งแรง โอนเอนยืนต้นเองโดยปราศจากไม้ค้ำยันไม่ได้จะถูกคัดออก

8.4.3.10 ต้นไม้ใหญ่จะต้องมีลำต้นตรงมีรูปทรงงามปราศจากความเสียหายจาก การหักของกิ่งก้าน ยอด (leader) ต้องไม่หักยอดที่มีอยู่จะต้องเป็นยอดเดี่ยวเว้นแต่จะกำหนดให้มีหลายยอดได้

8.4.3.11 ต้นไม้ที่เปลือกฉีกขาดเป็นมุมปมมีรอยถูกเสียดสีหรือมีกิ่งหักที่ไม่ได้รับการตัดแต่งรักษาที่ถูกต้อง

8.4.3.12 ต้นไม้ที่ขยายพันธุ์โดยการปักชำจะต้องสมบูรณ์และมีรากเจริญงอกงามดีแล้ว

8.4.3.13 ต้นไม้ที่นำมาปลูกทุกชนิดต้องได้รับการ''ฝึก''ให้คุ้นกับสภาวะของแสงมาแล้วไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ต้นไม้ที่นำมาปลูกในร่มหากทิ้งใบหรือต้นไม้ที่ นำไปปลูกกลางแจ้งแล้วใบแห้ง เฉาจะถูกตัดออก

8.4.3.14 การเปลี่ยนแปลงต้นไม้ที่ไม่ได้ขนาดหรือรูปทรงตามที่ระบุในแบบแปลน ควรกระทำใน 15 วัน หลังจากที่ผู้รับจ้างได้รับแจ้งจากเจ้าของงานหรือ ภูมิสถาปนิก ไม้พุ่ม และไม้คลุมดินควรเปลี่ยนภายใน วันหลังจากได้รับแจ้งแล้วไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ ต้นไม้ที่นำมาปลูกในร่ม หากทิ้งใบหรือต้นไม้ที่นำไปปลูกกลางแจ้งแล้วใบแห้งเฉาจะถูกตัดออก

8.5 การดูแลรักษางานภูมิทัศน์

8.5.1 ขอบเขตงานและความรับผิดชอบ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการดูแลรักษางานภูมิทัศน์ตามสัญญาต่อไปเป็นระยะเวลา ไม่น้อยกว่า 120 วัน หลังจากคณะกรรมการได้ตรวจรับงานงวดสุดท้ายในระหว่างเวลาแห่งสัญญานี้ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในงานต่างๆดังต่อไปนี้

8.5.2 การดูแลสนาม

การปฏิบัติถือตามหมวด 3 ข้อ 3.1.3

8.5.3 การดูแลต้นไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน

8.5.3.1 รดน้ำตัดตามระยะเวลาที่สมควรตามขนาดและชนิดของต้นไม้

8.5.3.2 ตัดแต่งให้ปุ๋ยตามหลักปฏิบัติที่ดีของวิชาพืชสวนหรือโดยคำสั่งของผู้ควบคุมงาน

8.5.3.3 บำบัดรักษาให้ยาค่าแมลงและโรคที่เกิดขึ้นกับต้นไม้

8.5.3.4 เปลี่ยนต้นไม้ที่ตายหรือไม่เจริญ

8.5.3.5 ปรับปรุงซ่อมแซมการค้ำจุนต้นไม้ที่หลวมหรือคลอน ถอนวัชพืชโคนต้นไม้

8.5.4 การดูแลต้นไม้ใหญ่

8.5.4.1 รดน้ำและให้ปุ๋ยตามระยะเวลาที่เหมาะสม

8.5.4.2 ตัดแต่งและรักษาโรคแมลงตามความจำเป็น

8.5.4.3 เปลี่ยนต้นไม้ที่ตายหรือไม่เจริญ

8.5.4.4 ปรับปรุงซ่อมแซมการค้ำจุนต้นไม้ที่หลวมหรือคลอน พรวนดิน ถอนวัชพืชแต่งขอบ

8.5.5 การทำความสะอาดบริเวณทั่วไป

ผู้รับจ้างมีหน้าที่รับผิดชอบต่อเศษหญ้า ใบไม้ กิ่งไม้ ถุงพลาสติก หรือภาชนะ เศษดิน ฯลฯ ที่เกิดจากงานดูแลรักษาดังกล่าวตลอดเวลาที่ยังไม่ได้ส่งมอบงาน และเฉพาะในวันที่ผู้รับจ้างทำการ การทำความสะอาดถนน ลาน บ่อน้ำพุและสนามประจำวันไม่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

8.6 อุปกรณ์และการดูแลรักษา

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์และกำลังคนมาดูแลรักษาบริเวณ และภูมิทัศน์ให้เหมาะสม กับข้อกำหนดสัญญาเจ้าของงานและภูมิสถาปนิกมีสิทธิ์สั่งให้ผู้รับจ้างเพิ่มอุปกรณ์และคนงานได้และหากเห็นว่าผู้รับจ้างขาดประสิทธิภาพในการทำงานทำการละเลยไม่ปฏิบัติตามสัญญา เจ้าของงานมีสิทธิในการรับเงินงวดสุดท้ายของผู้รับจ้างและนำไปว่าจ้างบุคคลอื่นมาทำการแทนได้เครื่องมือที่ผู้รับจ้างควรมีนอกเหนือไปจากเครื่องมือและวัสดุธรรมดามีดังนี้

ก. รถตัดหญ้าแบบโรตารี่ที่มีใบมีดคม เสียงค่อย

ข. เครื่องพ่นปุ๋ยและยาขนาด 18 ลิตร เครื่องยนต์เบนซิน

ค. เครื่องตัดหญ้าชนิดด้ามยาวสะพายบ่า

ง. เครื่องมือตัดแต่งไม้ครบชุดพร้อมสีทาแผลต้นไม้

ตารางปฏิบัติการดูแลรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางเวลา และรายการดูแลรักษาที่แน่นอนชัดเจนเสนอผู้ว่าจ้างก่อนวันส่งมอบงานไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์และจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างและภูมิสถาปนิกก่อนจึงจะนำไปปฏิบัติได้

การดูแลรักษาหลังจากส่งมอบงานแล้ว ผู้รับจ้างไม่ต้องจ่ายค่าน้ำและค่าไฟฟ้าส่วนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรถ และเครื่องพ่นยาเป็นของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างพึงกำชับคนในบังคับของผู้รับจ้างมิให้ส่งเสียงดังแต่งกายไม่สุภาพหรือแสดงกิริยาไม่ดีในระหว่างปฏิบัติงาน อนึ่งในการจัดตารางดูแลรักษา ผู้รับจ้างพึงตรวจสอบศึกษาเวลาปฏิบัติงานของพนักงานและต้องจัดตารางเวลาให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานน้อยที่สุด

8.7 การส่งตัวอย่างวัสดุ

ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างวัสดุใน หัวข้อที่ 8.1 ภายในเวลา 15 วัน หลังจากเซ็นสัญญา

8.7.1 ตัวอย่างดินผสมและดินปลูก ถุงละ 1 กก. จำนวน 3 ถุง เมื่อได้รับอนุมัติแล้วจึงนำดินเข้าบริเวณได้ภูมิสถาปนิกและเจ้าของงานจะทำการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งหากไม่เป็นไปตามตัวอย่างที่อนุมัติผู้รับจ้างต้องขนดินออกไปด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

8.7.2 ปุ๋ย ถุงละ 250 กรัม ชนิดละ 3 ถุง

8.7.3 ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยหมัก ถุงละ 100 กรัม ชนิดละ 3 ถุง

8.7.4 วัสดุปรุงดิน ถุงละ 100 กรัม สำหรับเปลือกถั่วถุงละ 500 กรัม สำหรับอิฐหัก และทรายหยาบอย่างละ 2 กก.

8.7.5 การติดชื่อ ผู้รับจ้างต้องติดชื่อของวัสดุและแหล่งที่มี และวันที่ที่ได้รับมาโดยชัดเจนทั้งในถุงและในรายการส่งวัสดุตัวอย่างถึง ควรใช้ถุงพลาสติกใส่ชนิดหนา

8.8 งานในส่วนที่เกี่ยวข้อง

8.8.1 งานพื้นทางเดินหรือลาน

ชนิดของวัสดุปูพื้น แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พื้นแบบยืดหยุ่น และพื้นแบบแข็ง

8.8.1.1 พื้นแบบยืดหยุ่น ค่อนข้างง่ายต่อการขยับเขยื้อน และการส่งถ่ายแรงที่กระทำต่อพื้นผิวแข็งลงสู่ชั้นดินรองวัสดุปูพื้นแบบยืดหยุ่นจะมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ที่มีความทนทานสูง ส่วนชั้นรองพื้นทางและชั้นดินรองจะหนา แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อย คือ

ก. เป็นผืนใหญ่ วัสดุที่นิยมในการจัดภูมิทัศน์ในกลุ่มนี้ได้แก่ แอสฟัลต์ แอสฟัลต์ (ลาดยาง) หมายถึง ส่วนผสมระหว่างแอสฟัลต์และหิน ซึ่งใช้ในการทำวัสดุปูพื้นทางเดินทั่วไป โดยจะเททับบนชั้นของพื้นทางหรือชั้นดินเดิมที่บดอัดแน่นแล้ว จากนั้นก็จะปล่อยให้เย็นตัวลง

ข. เป็นชิ้นเล็กๆ ได้แก่ กลุ่มของอิฐปูถนนสำเร็จรูป (บล็อคปูถนน) และวัสดุปูพื้นต่างๆ

ข.1 อิฐปูถนนสำเร็จรูป ผลิตจากคอนกรีตที่ได้ผ่านเครื่องจักรที่มีกำลังอัดสูงคอนกรีตจึงเกาะเป็นเนื้อเดียกันอย่างสมบูรณ์มีรูปแบบต่าง ๆ เช่น

- ชุดอิสระ หนา 6 ซม. มีรูปรวงผึ้ง, รูปตัวไอม รูปคชกริชฯลฯ
- ชุดจินตนาการ หนา 6 ซม. มีรูปบล็อกจัตุรัส, บล็อกปูอิฐศิลา,บล็อกปูคฑา บล็อกปูศิลาเหลี่ยม
- ชุดศิลาเหลี่ยม หนา 6 ซม. มีศิลาเหลี่ยมขนาดต่างๆ,ศิลาห้าเหลี่ยม ศิลาเหลี่ยมสัญลักษญ์เหลือง,ศิลาเหลี่ยมสัญลักษณ์แถบเหลืองฯลฯ

วิธีการปูอิฐปูถนนสำเร็จรูป (บล๊อคปูถนน)

1) ขุด ปรับ และบดอัดชั้นพื้นดินเดิมให้เรียบและแน่นการเตรียมชั้นดินเดิมให้เหมาะสม ได้แก่ ต้องมีการระบายน้ำที่ดี โดยควบคุมระดับน้ำใต้ดินให้ต่ำกว่าชั้นดินเดิม ต้องกำจัดพืชและซากผุพังให้หมดแล้วจึงบดอัด

2) ใส่หินคลุก และบดอัดให้เรียบแน่นจนรับน้ำหนักได้

3) ที่ขอบทาง วางขอบคันหินสำเร็จรูป หรือหล่อขอบซึ่งมีความแข็งแรงไม่ยุบตัวหรือแยกออกเมื่อใช้งาน

4) ใส่ทรายหยาบรองบล๊อค หนา 4 ซม. และใส่เพิ่มชดเชยการบดอัดอีก 1-2 ซม.

5) ปูบล๊อคตามลวดลาย และสีสันที่กำหนดไว้ โดยปูห่างกันไม่เกิน 4 มม.

6) คัดแนวบล๊อคให้ตรง และตัดบล๊อคใส่ช่องว่างให้เต็ม

7) ใส่ทรายละเอียดอุดร่องให้เต็ม และเหลือค้างบนผิวบล๊อคด้วย พร้อมบดอัดด้วยเครื่อง Plate-Vilbrator 2-3 เที่ยว กวาดทรายที่เหลือออกใช้งาน ได้ทันที

ข.2 บล็อกสนามหญ้า หนา 8 ซม. บล็อก สนามหญ้าสำเร็จรูปจะผสมผสานความเขียวสดใสของธรรมชาติและความแข็งแรงของบล๊อคปูถนนเข้าด้วยกัน โดยมีการเว้นช่องว่างสำหรับการปลูกหญ้า

วิธีการปูบล๊อคสนามหญ้า

1) การเตรียมพื้นดินเดิม ปรับระดับ และอัดพื้นดินเดิมให้แน่นเช่นเดียวกับการเตรียมพื้นชั้นล่างของทางเดินเท้าความสูงของระดับชั้นดินนี้เมื่อบวกกับชั้นรองพื้นทางทรายรองบล๊อคและความหนาของบล๊อค จะต้องได้ระดับสุดท้ายที่ต้องการพอดี

2) การทำชั้นรองพื้นทาง ใช้หินคลุกหรือลูกรังบดอัดให้แน่น ต้องบดอัดเป็นขั้นๆ ชั้นหนึ่งหนา 4-5 ซม.เพื่อบดอัดให้ทั่วถึง และสม่ำเสมอ โดยควรพรมน้ำก่อนการบดอัดแต่ละชั้นด้วย ความหนาของชั้นรองพื้นทางนี้ขึ้นกับการรับน้ำหนัก หากเป็นสนามหญ้าคนเดินผ่าน ชั้นรองพื้นทางที่บดอัดแน่นแล้วหนาประมาณ 7 ซม.

3) การใส่ทรายรองบล๊อค ใช้ทรายหยาบที่สะอาด ในการจัดระดับเกลี่ยให้ได้ความหนาประมาณ 4 ซม.ให้สูงกว่าระดับที่ต้องการ 0.5 -1 ซม. แล้วบดอัดให้แน่น จากนั้นปาดผิวหน้าอีกครั้งเพื่อปรับระดับให้ได้ตามต้องการ

4) การปูบล๊อค เรียงก้อนบล๊อคชิดกันให้ได้แนว เมื่อปูบล็อกจนเต็มพื้นที่ไม่ต้องบดอัดลงบนก้อนบล๊อคอีกเพียงนำดินผสมปุ๋ยใส่ในช่องให้ได้ระดับต่ำกว่าผิวบล๊อค 2 ซม. ตัดหญ้าที่จะปลูกให้ได้ขนาดพอดีกับช่องบล๊อค แล้วนำไปปลูกตามช่องบล๊อคนั้นเสร็จแล้ว จึงรดน้ำ

ข.3 ขอบคันหิน ใช้กับบล๊อคปูถนน เพื่อกันขอบให้เป็นระเบียบสวยงาม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งที่จำเป็นต้องใช้ควบคู่ไปกับการปูบล๊อคปูถนนสำเร็จรูป เพราะช่วยบังคับโห้บล๊อคปูถนนแต่ละก้อนยึดเกาะกันได้ดีไม่เคลื่อนออกจากกันเมื่อต้องรองรับน้ำหนัก และยังช่วยกันทรายปรับระดับที่รองอยู่ใต้บล๊อคไม่ให้ไหลออกด้านข้าง ทำให้การถ่ายเทน้ำหนักระหว่างบล๊อคสมบูรณ์ ขึ้น

ขอบคันหินสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ

- ขอบคันหินสำเร็จรูปขนาดใหญ่ ปูเป็นขอบถนนและทางเท้า
- ขอบคันหินสำเร็จรูปขนาดเล็ก

วิธีใช้ขอบคันหินสำเร็จรูป สำหรับพื้นบล๊อคปูถนน

1) ปรับระดับ และบดอัดพื้นชั้นล่างให้แน่นตามประเภทการใช้งาน

2) ขุดแนวร่องที่จะวางขอบคันหินสำเร็จรูปรอบบริเวณที่จะปูบล๊อคในบริเวณพื้นที่บดอัด

3) วางขอบคันหินสำเร็จรูปในแนวร่องที่ขุดไว้ให้ห่างกัน1 ซม. อัดรอยต่อด้วยปูนทราย (mortar) โดยเผื่อขอบด้านบนให้อยู่ในระดับที่ต้องการ (ในกรณีที่พื้นร่องไม่ได้ระดับเสมอกัน ให้เกลี่ยทรายหยาบหรือคอนกรีตหยาบในพื้นร่องก่อน)

4) ใช้ทรายหยาบแห้งเกลี่ยให้ทั่วบริเวณที่จะปูบล๊อคให้หนาประมาณ 3-4 ซม.

5) ปูบล๊อคปูถนนสำเร็จรูปบนพื้นที่ที่เตรียมไว้

6) โรยทรายละเอียดให้ทั่ว ใช้เครื่องบดอัดขนาดเล็กบดอัดให้ทั่วบริเวณเพื่อให้แน่นและได้ระดับ จากนั้นกวาดทรายที่เหลือลงร่องให้เต็ม พร้อมใช้งานได้ทันที

หมายเหตุ สำหรับคันหินใหญ่ทรงเหลี่ยม ขอบคันหินโค้งทรงเหลี่ยมและขอบคันหินเล็กไม่จำเป็นต้องอัดรอยต่อด้วย ปูนทราย(mortar) เหมือนขอบคันหินใหญ่ทรงมนเนื่องจากแต่ละท่อนจะมีตัวล็อก (GrooveTongue) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวยึดให้ขอบแต่ละท่อนเกาะติดกันได้ดี

วิธีใช้ขอบเข้ามุมสำเร็จรูป สำหรับพื้นบล๊อกปูถนนหลังจากดำเนินการตามขั้นตอนใน ข้อ. 3) เสร็จแล้ว จึงวางขอบเข้ามุมให้ต่อเนื่องและได้แนว-ฉาก ระหว่างขอบคันหินทั้งสองด้าน (เว้นร่องขอบคันหินของแต่ละท่อนให้ห่างกันประมาณ 1 ซ.ม.เพื่อหยอดปูนทรายและชักร่องรอยต่อ ทำให้ขอบมีความสวยงาม และประสานติดแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน) จากนั้นดำเนินการตาม ข้อ. 4) -6) ต่อไปจนเสร็จขั้นตอน

- วิธีใช้ขอบคันหินสำเร็จรูปข้อ. 3)
- วิธีใช้ขอบคันหินสำเร็จรูป ข้อ 4) -6)

ข.4 การปูแผ่นทางเท้าชนิดต่างๆ ในงานภูมิทัศน์

- วัสดุที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ แผ่นศิลาแลง แผ่นกรวดล้าง แผ่นหินทราย ฯลฯ
- วิธีการปู โดยทำการอัดชั้นดินเดิมให้แน่น แล้วนำทรายหยาบมารองพื้นอีกชั้นให้หนาประมาณ 3-5 ซม.ทำการอัดให้แน่น

8.8.1.2 พื้นแบบแข็ง ได้แก่ กลุ่มของคอนกรีต หรือที่อาศัยคอนกรีตเป็นชั้นฐาน ในการปูแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

ก. เป็นผืนใหญ่ได้แก่ คอนกรีตพิมพ์ลาย ทรายล้าง และกรวดล้าง

ก.1 การปูพื้นคอนกรีตพิมพ์ลาย

- ให้เทซีเมนต์เต็มพื้นที่ โดยไม่มีรอยต่อระหว่างแผ่น

- พิมพ์ลวดลายลงบนซีเมนต์ตามแบบที่กำหนดให้และมีขนาดสัดส่วนที่สวยงามลวดลายที่นิยมมักเลียนแบบวัสดุปูพื้นชนิดแผ่น

- เคลือบผิวหน้าด้วยสารอะคริลิค เพื่อป้องกันรอยขีดข่วน, เชื้อรา และง่ายต่อการดูแรักษา

ก.2 การทำพื้นกรวดล้าง และทรายล้าง ตามกรรมวิธีในหมวดงาน สถาปัตยกรรม

ข. เป็นชิ้นเล็ก สำหรับพื้นที่รับน้ำหนักมาก วัสดุในกลุ่มนี้ได้แก่กระเบื้องคอนกรีตสำเร็จรูป, แกรนิตเคนไซ, หินกาบ, หินชนวน, และหินทราย

ข.1 กระเบื้องคอนกรีตสำเร็จรูป

วิธีการปู

- ทำพื้นเดิมให้แข็งแรง (ชั้นดินเดิม) พร้อมทำขอบกั้นให้เกิดความแข็งแรงสวยงาม

- ปูแผ่นกระเบื้อง โดยเว้นร่องให้ได้ระยะตามแบบที่กำหนด

- เช็ดทำความสะอาดอีกครั้งด้วยฟองน้ำ อย่าให้มีคราบปูนติดอยู่บนผิวหน้าเพราะจะทำให้เกิดรอยด่าง

- เมื่อปูนที่ยาแห้งแล้วใช้กรดเกลือผสมน้ำในอัตรา ส่วน 1 : 3 ล้างคราบน้ำปูนผิวหน้าอีกครั้ง

ข.2 แกรนิตเคนไซ

- ขั้นตอนการปู คล้ายกับกระเบื้องคอนกรีตสำเร็จรูป แต่จะต้องนำแผ่นมาแช่น้ำก่อนนำไปใช้ 2 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้แห้ง 1 วัน แล้วยาแนว

ข.3 หินกาบ,หินชนวน

- ขั้นตอนการปูเหมือนกับกระเบื้องคอนกรีตสำเร็จรูป

ข.4 ขอบแปลงต้นไม้

- ควรเริ่มตั้งแต่การทำสวนและก่อนมีการปลูกต้นไม้ ควรวัดระยะให้แน่นอนตามแบบกำหนด ใช้ปูนขาวโรยแสดงเส้นขอบเขตให้ได้รูปร่างตามต้องการ แล้วจึงขุดแนวดินออกเพื่อติดตั้งขอบแปลงทั้งหมดให้เรียบร้อย

8.9 งานสี ชนิดสีและกรรมวิธีในการทาสี เป็นไปตามหมวดงานสถาปัตยกรรม **เอกสารเลขที่ ก 148/ก.ย./53**

8.10 ไฟในสวน ดูรายละเอียดประกอบแบบในงานวิศวกรรมไฟฟ้า

8.11 การให้น้ำต้นไม้ ดูรายละเอียดประกอบแบบในงานสุขาภิบาลและวิศวกรรมเครื่องกล

8.12 งานประดิษฐ์ตกแต่งสวน ดูรายละเอียดประกอบแบบแปลน

9

ภาคผนวก



	แบบ ยธ. 1 - 1	แผ่นที่	1/1

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ	กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข		
ที่		วันที่	
เรื่อง	รายงานสรุปผลและรายงานประจำวัน การควบคุมงานการก่อสร้าง		

เรียน **ประธานกรรมการตรวจการจ้าง** (ผ่าน .....)

ตามคำสั่งกองแบบแผน กรมสนันสนุนบริการสุขภาพ ที่ สธ.0703 / ลงวันที่

ให้ข้าพเจ้า ตำแหน่ง ไปปฏิบัติราชการควบคุมงานการก่อสร้าง ณ.

ตั้งแต่วันที่

ขอรายงานผลการก่อสร้างดังรายละเอียดต่อไปนี้

1 รายละเอียดของสัญญาจ้าง

1.1 ตามสัญญาจ้างเลขที่ ลงวันที่ สิ้นสุด ระยะเวลาก่อสร้าง วัน

1.2 ระหว่าง (ผู้ว่าจ้าง) กับ (ผู้รับจ้าง)

1.3 ค่าก่อสร้างรวม บาท แบ่งเป็น งวด ค่าปรับวันละ บาท

1.4 โดยใช้เงิน ☐ เงินงบประมาณปี จำนวน บาท

☐ เงินบำรุง / เงินบริจาค จำนวน บาท

2 รายละเอียดสิ่งก่อสร้าง

2.1		แบบ/เอกสารเลขที่		จำนวน	หลัง
2.2		แบบ/เอกสารเลขที่		จำนวน	หลัง
2.3		แบบ/เอกสารเลขที่		จำนวน	หลัง
2.4		แบบ/เอกสารเลขที่		จำนวน	หลัง
2.5		แบบ/เอกสารเลขที่		จำนวน	หลัง
2.6		แบบ/เอกสารเลขที่		จำนวน	หลัง
2.7		แบบ/เอกสารเลขที่		จำนวน	หลัง

3 สรุปผลการปฏิบัติงาน

3.1 การก่อสร้าง

อยู่ในงวดที่ ☐ ในช่วงเวลาตามสัญญา ☐ ในช่วงปรับ วัน ☐ ในช่วงขยายเวลา วัน [ครั้งที่

ส่งมอบงานครั้งสุดท้าย งวดที่ เมื่อวันที่ [ส่งมอบงาน ☐ ช้า ☐ เร็ว กว่ากำหนดรวม วัน]

3.2 ความก้าวหน้าของการก่อสร้าง

3.2.1 ความก้าวหน้าของการก่อสร้าง (โดยภาพรวม) **แล้วเสร็จทั้งหมดประมาณ** ☐ %

3.2.2 มูลค่าของงานก่อสร้างทั้งหมด 100 % แบ่งมูลค่าทั้งหมดเป็นค่า % และเป็นค่าเงิน แต่ละประเภทงาน (5 ประเภท) ดังนี้

1) งาน วศ.โครงสร้าง	%	**2)** งาน สถ.	%	**3)** งานวศ.ระบบ	%	**4)** งานตกแต่ง	%	**5)** งานภูมิทัศน์	%
(บาท)		(บาท)		(บาท)		(บาท)		(บาท)	

3.2.3 ความก้าวหน้าของการก่อสร้าง ของแต่ละประเภทงาน (โดยประมาณ)

1) งานวิศวกรรมโครงสร้าง	(ฐานราก, เสา, คาน, พื้น, ชั้นหลังคา, งาน ค.ส.ล. ฯลฯ)	แล้วเสร็จ		%
2) งานสถาปัตยกรรม	(งานกั้น - แบ่งพื้นที่ใช้สอย, งานติดตั้ง วงกบ, บาน ประตูหน้าต่างพร้อมอุปกรณ์, ทาสีฯลฯ)	แล้วเสร็จ		%
3) งานวิศวกรรมระบบต่างๆ	(งานติดตั้งระบบต่างๆ, งานสุขาภิบาล, พร้อมอุปกรณ์ระบบนั้นๆ)	แล้วเสร็จ		%
4) งานตกแต่ง	(งานมัณฑนศิลป์, ครุภัณฑ์, ป้ายชื่อ ฯลฯ)	แล้วเสร็จ		%
5) งานภูมิทัศน์	(งานแอสฟัลต์, คอนกรีตบล็อก, งานปรับภูมิทัศน์ ฯลฯ)	แล้วเสร็จ		%

4 สภาพการปฏิบัติงาน, ขั้นตอนการปฏิบัติงาน, วัสดุที่ใช้ และเหตุการณ์แวดล้อมประจำวัน ตามบันทึกที่แนบมา (ยธ. 1-2, 1-3)

รายงานฉบับนี้เป็นรายงาน ครั้งที่ ☐ เป็นการก่อสร้าง ระหว่าง วันที่ ถึง วันที่

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ลงชื่อ ..... (ผู้ควบคุมงาน)

..... (ตำแหน่ง)

หมายเหตุ	เอกสารฉบับนี้ต้องทำขึ้นอย่างน้อย 2 ฉบับเพื่อรายงานให้คณะกรรมการทราบ	**ทุกสัปดาห์ และเก็บรักษาไว้เพื่อมอบให้แก่เจ้าหน้าที่พัสดุ**
	เมื่อเสร็จงานแต่ละงวด โดยถือว่าเป็นเอกสารสำคัญของทางราชการ ต้องเก็บรักษาไว้เพื่อการตรวจสอบของผู้มีหน้าที่	

แบบ ยธ. 1-2 แผ่นที่.... /.....

บันทึกรายวัน สภาพการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง

งานก่อสร้าง .....แบบ/เอกสารเลขที่ .....สถานที่ก่อสร้าง ..... อ.....จ.....

การปฏิบัติงาน ตั้งแต่วันที่.....ถึงวันที่..... ตามสัญญาอยู่ในงวดงานที่...../..... งวดงานนี้กำหนดแล้วเสร็จ วันที่.....เดือน .....พ.ศ.....

ว.ด.ป.	รายการปฏิบัติงานก่อสร้าง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน - บริเวณที่ปฏิบัติงาน - ผลปฏิบัติงาน	ช่าง คน / วัน	แรงงาน คน / วัน	วัสดุที่ใช้ตามประเภทงาน (อ้างอิงจากเอกสารแนบท้ายสัญญาจ้าง เลขที่.....ลว. .....)	หมายเหตุ

ลงชื่อ.....
(.....)
ตำแหน่ง.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตำแหน่ง.....

แบบ ยธ. 1-2

แผ่นที่...../.....

แบบ ยธ. 1 - 2 (แผ่นต่อ) แผ่นที่ .... /.....

บันทึกรายวัน สภาพการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง

ว.ด.ป.	รายการปฏิบัติงานก่อสราง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน - บริเวณที่ปฏิบัติงาน - ผลปฏิบัติงาน	ช่าง คน / วัน	แรงงาน คน / วัน	วัสดุที่ใช้ตามประเภทงาน (อ้างอิงจากเอกสารแนบท้ายสัญญา เลขที่.....ลว.....)	หมายเหตุ

ลงชื่อ.....
(.....)
ตำแหน่ง. นายช่างโยธา .....

ลงชื่อ.....
(.....)
ตำแหน่ง.....

แบบ ยธ. 1-2

แผ่นที่.../.....

ยธ. 1-3 แผ่นที่ 1 / 1

บันทึกเหตุการณ์แวดล้อมประจำวัน (เป็นสาเหตุให้หยุดงาน หรือไม่หยุดงาน ได้)

เหตุการณ์แวดล้อม " ภายนอก " หน่วยงาน													
☐ เกิดความไม่สงบในพื้นที่	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ เกิดวาตภัยในพื้นที่	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ เกิดอุทกภัยในพื้นที่	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ แผ่นดินไหวเกิดความเสียหายในพื้นที่	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ ถนนหลวงเสียหายจากภัยภิบัติจนใช้งานไม่ได้	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ วัสดุขาดตลาด / ผู้ผลิตเลิกทำการผลิต	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ เหตุการณ์โดยทั่วไปปกติ	วันที่												เดือน.....พศ.....
☐	วันที่												เดือน.....พศ....
☐	วันที่												เดือน.....พศ....
เหตุการณ์แวดล้อม " ภายใน " หน่วยงาน													
☐ เกิดการวิบัติของสิ่งก่อสร้าง	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ เกิด อุบัติเหตุ/จราจล/ทะเลาะวิวาท ในหน่วยงาน	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ เกิดการหยุดงานประท้วงของแรงงาน	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ ขาดวัสดุอุปกรณ์ (เหตุจากผู้รับจ้างไม่จัดเตรียม)	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ คณะกรรมการสั่งหยุดงานก่อสร้าง(บางส่วน/ทั้งหมด)	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ ผู้ควบคุมงานสั่งหยุดงาน (บางส่วน/ทั้งหมด) ไว้ก่อน	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ ผู้รับจ้างหยุดงาน โดยมีสาเหตุ	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ ผู้รับจ้างหยุดงานโดยไม่แจ้งสาเหตุ	วันที่												เดือน.....พศ....
☐ เหตุการณ์โดยทั่วไปปกติ	วันที่												เดือน.....พศ....
☐	วันที่												เดือน.....พศ....

สภาพ " ภูมิอากาศ " ประจำวัน													
☐ อากาศปกติ	วันที่,เวลา												เดือน.....พศ....
☐ อากาศร้อนจัด	วันที่,เวลา												เดือน.....พศ....
☐ อากาศหนาวจัด	วันที่,เวลา												เดือน.....พศ....
☐ ฝนตกปานกลาง	วันที่,เวลา												เดือน.....พศ....
☐ ฝนตกหนักมาก	วันที่,เวลา												เดือน.....พศ....
หมายเหตุ													

(ลงชื่อ)	(ลงชื่อ)
( )	( )
ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงาน	ตำแหน่ง ผู้ควบคุมงาน

บันทึกแนบท้าย

แบบ ยธ. 2-1

แผ่นที่ 1 / 2

รายงานสรุปผลการก่อสร้าง (ประจำเดือน ..... พ.ศ. .....)

เรียน ☐ ผู้ตรวจราชการกระทรวง (.....)

☐ ประธานคณะกรรมการตรวจการจ้าง

☐ ผู้อำนวยการกองแบบแผน

☐ หัวหน้า ฝ่าย / กลุ่ม / งาน (.....)

☐ .....

ตามคำสั่งกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ตามหนังสือ ที่ 0703 / ..... ลงวันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. 25..... ให้ข้าพเจ้า.....ตำแหน่ง ..... ให้ปฏิบัติราชการควบคุมการก่อสร้าง ณ. ..... อ. .....จ..... ขอรายงานผลการก่อสร้าง โดยสรุปดังนี้.

1. รายละเอียดของสัญญาจ้าง

1.1 ตามสัญญาเลขที่...../.....ลงวันที่.....สิ้นสุด.....รวมระยะเวลาก่อสร้าง.....วัน

1.2 ค่าก่อสร้างรวม.....บาท (.....) แบ่งเป็น.....งวด ค่าปรับวันละ.....บาท

1.3 ระหว่าง .....(ผู้ว่าจ้าง) กับ .....(ผู้รับจ้าง)

1.4 โดยใช้เงิน..☐ เงินงบประมาณปี25.....จำนวน.....บาท (.....)

☐ เงินบำรุง / บริจาค จำนวน.....บาท (.....)

2. รายละเอียดสิ่งก่อสร้าง

2.1 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.2 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.3 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.4 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.5 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.6 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.7 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.8 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

3. การก่อสร้างอยู่ใน

3.1 งวดที่ ...../....., ☐ ในช่วงเวลาตามสัญญา, ☐ ในช่วงปรับ.....วัน, ☐ ในช่วงขยายเวลา.....วัน [ครั้งที่.....]

3.2 ส่งมอบงานครั้งสุดท้าย (งวดที่...../.....) เมื่อ...../...../.....,[ส่งมอบ ☐ ช้า, ☐ เร็ว, กว่ากำหนดรวม.....วัน]

4. ความก้าวหน้าของการก่อสร้าง (ตามรายการปฏิบัติงาน 5 ประเภทงาน)

4.1. งานวิศวกรรมโครงสร้าง (ฐานราก, เสา, คาน, พื้น,ชั้นหลังคา, งานค.ส.ล.ฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ ..... %

4.2 งานสถาปัตยกรรม (งานกั้น- แบ่งพื้นที่ใช้สอย, งานติดตั้งวงกบ,บานประตูหน้าต่างพร้อมอุปกรณ์,ทาสี ฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ ..... %

4.3 งานวิศวกรรมระบบต่างๆ (งานติดตั้งระบบต่างๆ,งานสุขาภิบาล, พร้อมอุปกรณ์ระบบนั้นๆฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ .....%

4.4 งานตกแต่ง (งานมัณฑนศิลป์, ครุภัณฑ์, ป้ายชื่อ, ฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ .....%

4.5 งานภูมิทัศน์ (งาน แอสฟัลต์,คอนกรีตบล็อก และงานปรับภูมิทัศน์ ฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ .....%

5. ความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง (โดยภาพรวม)

สรุปโดยภาพรวม งานก่อสร้างแล้วเสร็จทั้งหมดประมาณ ..... %

6. ปัญหา / อุปสรรคในการก่อสร้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายงานนี้เป็นรายงานสรุป ครั้งที่ ..... ณ. วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ลงชื่อ) .....(ผู้ควบคุมงาน)

(.....)

ตำแหน่ง .....

หมายเหตุ เอกสารฉบับนี้ ผู้ควบคุมงานต้องจัดทำ ส่งกองฯ เป็นประจำทุกเดือน

แบบ ย ธ. 3 - 1

แผ่นที่ 1 / 2

รายงานสรุปผลการก่อสร้าง (เมื่อ งานแล้วเสร็จ / สับเปลี่ยนหน้าที่)

เรียน ☐ ผู้อำนวยการกองแบบแผน

☐ หัวหน้า ฝ่าย / กลุ่ม / งาน (.....)

☐ .....

ตามคำสั่งกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ตามหนังสือ ที่ 0703 / ..... ลงวันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. 25..... ให้ข้าพเจ้า.....ตำแหน่ง ..... ไปปฏิบัติราชการควบคุมการก่อสร้าง ณ. ..... อ. .....จ..... ขอรายงานผลการก่อสร้าง โดยสรุปดังนี้.

1. รายละเอียดของสัญญาจ้าง

1.1 ตามสัญญาเลขที่...../.....ลงวันที่.....สิ้นสุด.....รวมระยะเวลาก่อสร้าง.....วัน

1.2 ค่าก่อสร้างรวม..... บาท (.....)แบ่งเป็น .....งวด ค่าปรับวันละ.....บาท

1.3 ระหว่าง .....(ผู้ว่าจ้าง) กับ .....(ผู้รับจ้าง)

1.4 โดยใช้เงิน..☐ เงินงบประมาณปี25..... จำนวน.....บาท .(.....)

☐ เงินบำรุง / บริจาค จำนวน.....บาท (.....)

2. รายละเอียดสิ่งก่อสร้าง

2.1 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.2 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.3 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.4 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.5 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.6 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.7 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

2.8 .....แบบ / เอกสาร เลขที่.....จำนวน.....

3. การก่อสร้างอยู่ใน

3.1 งวดที่ ...../....., ☐ ในช่วงเวลาตามสัญญา, ☐ ในช่วงปรับ.....วัน, ☐ ในช่วงขยายเวลา.....วัน [ครั้งที่.....]

3.2 ส่งมอบงานครั้งสุดท้าย (งวดที่...../.....) เมื่อ...../...../.....,[ส่งมอบ ☐ ช้า, ☐ เร็ว, กว่ากำหนดรวม.....วัน]

4. ความก้าวหน้าของการก่อสร้าง (ตามรายการปฏิบัติงาน 5 ประเภทงาน)

4.1. งานวิศวกรรมโครงสร้าง (ฐานราก, เสา,คาน, พื้น,ชั้นหลังคา, งานค.ส.ล.ฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ .....%

4.2 งานสถาปัตยกรรม (งานกั้น- แบ่งพื้นที่ใช้สอย งานติดตั้งวงกบ,บานประตูหน้าต่างพร้อมอุปกรณ์,ทาสีฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ ..... %

4.3 งานวิศวกรรมระบบต่างๆ (งานติดตั้งระบบต่างๆ,งานสุขาภิบาล, พร้อมอุปกรณ์ระบบนั้นๆฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ .....%

4.4 งานตกแต่ง (งานมัณฑนศิลป์, ครุภัณฑ์, ป้ายชื่อ, ฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ .....%

4.5 งานภูมิทัศน์ (งาน แอสฟัลต์, คอนกรีตบล็อก และงานปรับภูมิทัศน์ ฯลฯ) แล้วเสร็จประมาณ .....%

5. ความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง (โดยภาพรวม)

สรุปโดยภาพรวม งานก่อสร้างแล้วเสร็จทั้งหมดประมาณ ..... %

6. ความปัจจุบัน

☐ งานดังรายละเอียดข้างต้น ก่อสร้างแล้วเสร็จตามสัญญา.

หมายเหตุ .....

.....

.....

.....

.....

☐ งานดังรายละเอียดข้างต้น ยังก่อสร้างไม่แล้วเสร็จตามสัญญา

☐ สับเปลี่ยนหน้าที่

หมายเหตุ. ได้ส่งมอบงานให้ .....

.....เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

☐ กลับเข้าปฏิบัติหน้าที่ในกองฯ

หมายเหตุ. .....

.....

.....

รายงาน ณ. วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ลงชื่อ) .....(ผู้ควบคุมงาน)

(.....)

ตำแหน่ง .....

หมายเหตุ เอกสารฉบับนี้ ผู้ควบคุมงาน ต้องจัดทำแจ้งกอง ทุกครั้ง เมื่อ งานแล้วเสร็จ หรือ สับเปลี่ยนหน้าที่

แผนงานแสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง

(แบบตัวอย่าง 1)

โครงการ อาคารสถานีอนามัย (150 ตรม.) แบบเลขที่ 8170/36 จำนวน 1 หลัง งบประมาณ ปี 2543 ค่าแบบแปลนโดย ชื่อ/ที่อยู่ .....

เจ้าของโครงการ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ระยะเวลาก่อสร้าง 240 วัน ผู้ชำนาญโครงการ ฯ

สถานที่ก่อสร้าง ..... ตำบล ..... จังหวัด ..... จำนวนงวดงาน 5 งวด ผู้ควบคุมงาน

งวด	รายละเอียด	เปอร์เซ็นต์งาน (%)		ระยะเวลา (วัน)		มค. 1 2 3 4	กพ. 1 2 3 4	มีค. 1 2 3 4	เมย. 1 2 3 4	พค. 1 2 3 4	มิย. 1 2 3 4	กค. 1 2 3 4	สค. 1 2 3 4	กย. 1 2 3 4	เงินงวด (หมื่นล้าน)		หมายเหตุ
5	5.1 ตกแต่งผิว , ผนังไม้		100		240											2.00	
	5.2 ติดตั้งบานพร้อมอุปกรณ์																
	5.3 ติดตั้งสุขโภชภัณฑ์ , สุขภัณฑ์														0.6		
	5.4 ติดตั้งหลอดไฟ , ไฟฟ้า																
	5.5 ทาสี ,ทดสอบงานระบบ ,ปรับปรุงเรียบ	49		60													
4	4.1 ฉาบปูน		51		180											1.35	
	4.2 ติดตั้งฝ้าเพดาน , ราวกันไฟ																
	4.3 เดินสายไฟฟ้า														0.3		
	4.4 หินขัดครั้งที่ 1	19		40													
3	3.1 ติดตั้งโครงหลังคา , มุงหลังคา		33		140											1.00	
	3.2 เดินท่อสุขภัณฑ์														0.4		
	3.3 ก่ออิฐถือปูน , ติดตั้งบานเ	13		40													
2	2.1 คาน พื้น ชั้นบน		19		100											0.65	
	2.2 บันได,เสาชั้นหลังคา																
	2.3 คานพื้นกันสาดหลังคา	17		40											0.50		
1	1.1 ปรับถม,ดิน,ปักเข็ม															0.35	
	1.2 ฐานราก,ต่อท่อ																
	1.3 คาน พื้น ชั้นล่าง																
	1.4 เสาชั้นบน	7	0	60	0										0.1	0	

(งวดที่ 1) (งวดที่ 2) (งวดที่ 3) (งวดที่ 4) (งวดที่ 5)

สัญญาลักษณ์

1 o——o แสดงความก้าวหน้าของงานที่ควรจะเป็น

2 ●——● แสดงแผนการทำงาน

3 ●——⊗ แสดงการทำงานจริง

แผนงานแสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง

(แบบตัวอย่าง 2)

โครงการ อาคารสถานีสูบน้ำ (150 ลบ.ม./วินาที) แบบแปลนที่ ธ.170/46 จำนวน 1 หลัง ประมาณการ ปี 2563 ตำแหน่งที่ตั้งโครงการ บริเวณ.....

เจ้าของโครงการ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ระยะเวลาก่อสร้าง 240 วัน ลงชื่อ ..... ผู้จัดการโครงการฯ

สถานที่ก่อสร้าง ..... ตำบล/แขวง ..... จังหวัด ..... กำหนดส่งมอบงาน 5 งวด ลงชื่อ ..... ผู้ควบคุมงาน

งวด	รายละเอียด	น้ำหนักงาน (%)		ระยะเวลา (วัน)		ตค. 1 2 3 4	พย. 1 2 3 4	ธค. 1 2 3 4	มค. 1 2 3 4	กพ. 1 2 3 4	มีค. 1 2 3 4	เมย. 1 2 3 4	พค. 1 2 3 4	มิย. 1 2 3 4	กค. 1 2 3 4	สค. 1 2 3 4	กย. 1 2 3 4	เงินงวด (ล้านบาท)		หมายเหตุ
1	1.1 ปรับหมุด,ถนน,ปักหลัก	7	0	60	0													0.35	0.00	
	1.2 ฐานราก,ต่อม่อ																			
	1.3 คานพื้นชั้นล่าง																			
	1.4 เสาชั้นบน		7		60						1								0.35	
2	2.1 คานพื้นชั้นบน	17		80														0.30		
	2.2 บันได,เสาหลังคา																			
	2.3 คานเพิ่มเติมเสาหน้าคา		19		100							2							0.65	
3	3.1 ติดตั้งโครงหลังคา , มุงหลังคา	11		40														0.35		
	3.2 เดินท่อสุขาภิบาล																			
	3.3 ก่อผิวผนัง , ติดตั้งประตู		32		140								3						1.00	
4	4.1 ฉาบปูน	19		40														0.38		
	4.2 ติดตั้งโถสุขภัณฑ์ , ระบบน้ำ																			
	4.3 เดินสายไฟฟ้า																			
	4.4 ทาสีครั้งที่ 1		51		100										4				1.38	
5	5.1 ตกแต่งผิว , ฝ้าเพดาน	49		30														0.62		
	5.2 ติดตั้งบานพร้อมอุปกรณ์																			
	5.3 ติดตั้งอุปกรณ์ , สุขภัณฑ์																			
	5.4 ติดตั้งดวงโคม , ไฟฟ้า																			
	5.5 ทาสี ,ทดสอบการระบาย ,ปรับปรุงแก้ไข		100		240												5		2.00	

สัญญาลักษณ์

1 ——— แสดงการทำงานตามสัญญา

2 - - - - แสดงการแสดงความก้าวหน้าจริง

ผู้กำหนดรายการ : นายธำรงค์ อนุชาชาติ วิศวกรโยธา 6
นายสิริวุฒิ ธรรมวุฒิ วิศวกรโยธา 4

ข้อกำหนดในการเจาะสำรวจดิน

1. การเจาะดิน

1.1 ขนาดหลุมเจาะเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 10 ซม.

1.2 ใช้วิธีเจาะสำรวจด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพดิน เช่น ใช้ส่วน (Auger) หรือเจาะแบบฉีดล้าง (wash Boring) เป็นต้น

1.3 ใช้วิธีป้องกันผนังหลุมเจาะถล่ม ด้วยวิธีที่เหมาะสม เช่น ตอกท่อเหล็กกันดิน (easing) ขนาดไม่เล็กกว่า 10 ซม. หรือใช้น้ำโคลนดินธรรมชาติ หรือใช้น้ำโคลนเบนโทไนท์ (Bentonite) เป็นต้น

2. การเก็บตัวอย่าง (soil sampling) และการทดสอบในสนาม (Field Test)

2.1 ชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft clay) และชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff clay)

2.1.1 เก็บตัวอย่างดินคงสภาพ (Undisturbed sample) ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.5 เมตรในชั้นดินเดียวกัน ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างผนังบาง (Thin Wall Tube) ขนาด 75 มม. ความยาวตัวอย่าง 50 ซม. ขึ้นไป

2.1.2 เคลือบขี้ผึ้งชนิด microcrystalline หัวท้ายตัวอย่าง ขนส่งตัวอย่างเข้าห้องทดลอง อย่างระมัดระวัง

2.2 ชั้นดินเหนียวแข็ง (stiff clay)

2.2.1 ทดสอบ standard penetration Test (SPT) ด้วยกระบอกผ่า (Split Barrel) ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.5 เมตร ในชั้นดินเดียวกัน

2 2.2 ตัวอย่างดินในกระบอกผ่านำเข้าห้องทดลองต่อไป

2.3 ชั้นทราย (Ssand)

2.3.1 ทดสอบ Standard Penetration Test (SPT) ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.5 เมตร ในชั้นดินเดียวกัน

2.3.2 ตัวอย่างดินในกระบอกผ่านำเข้าห้องทดลองต่อไป

2.4 ความลึกของหลุมเจาะ

2.4.1 เมื่อพบชั้นดินแข็ง-แน่น ที่การทดสอบ (SPT) ให้ค่า N สูงกว่า 50-60 ครั้ง/30 ซม. เป็นความลึกอย่างน้อย 3 เมตร

หรือ 2.4.2 เมื่อพบชั้นหิน หรือดินดานแข็งมาก

หรือ 2.4.3 เจ้าหน้าที่ควบคุมการเจาะเป็นผู้กำหนดในสนามตามสภาพพื้นดินและความเหมาะสม

2.5 การวัดระดับน้ำใต้ดิน

2.5.1 วัดระดับน้ำใต้ดินในหลุมเจาะก่อนเลิกงาน และก่อนเริ่มงานทุกวัน

2.5.2 เจาะหลุมเจาะด้วยสว่านมือใกล้หลุมเจาะสำรวจ ทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงก่อนทำการวัดระดับน้ำใต้ดิน

3. การทดสอบตัวอย่างดินในห้องทดลอง (Laboratory Test)

3.1 ตัวอย่างดินคงสภาพ (จากกระบอกบาง)

3.1.1 หาค่า Natural Water Content

3.1.2 หาค่า Natural Density

3.1.3 ทดสอบ Unconfined compression

3.1.4 หาค่า Liquid Limit, plastic Limit, plasticity Index

3.2 ตัวอย่างดินแปลงสภาพ (ดินแข็งและทรายจากกระบอกผ่า)

3.2.1 หาค่า Natural water content

3.2.2 หาค่า Sieve Analysis ของตัวอย่างดินที่เป็น Non-plastic

3.2.3 หาค่า Liquid Limit, Plastic Limit, Plasticity Index ของตัวอย่างดินที่เป็น Plastic ตามความลึกที่เหมาะสม

4. การรายงานผล

4.1 ข้อมูลทั่วๆ ไป เช่น

- วันเริ่มต้น และสิ้นสุดการเจาะสำรวจ
- ผังบริเวณแสดงหลุมเจาะสำรวจ
- วิธีการเจาะสำรวจ เก็บตัวอย่าง และทดสอบในสนาม บรรยายโดยย่อถึงเครื่องมือที่ใช้และหมายเหตุวิธีการ และเครื่องมือต่างๆ ที่นอกเหนือจากวิธีการมาตรฐาน
- ระดับน้ำใต้ดิน

4.2 ข้อมูลแต่ละหลุมเจาะ (Boring Log)

- ความลึก
- รายละเอียดของชั้นดินแต่ละชั้น (ใช้วิธี Unified Soil Classification)
- ค่า N - ต่อความลึก
- ผลการทดสอบในห้องทดลอง เช่น
    - Natural water content
    - Liquid Limit และ plastic Limit ต่อความลึก
    - Natural Density
    - shear strength

4.3 ตารางและกราฟแสดงผลการทดสอบต่างๆ

4.4 สรุป การเลือกใช้ฐานราก เช่น

- กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของดิน ความลึกของฐานราก
- ขนาด ความยาว และกำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม

4.5 อื่นๆ เช่น
- ทฤษฎีคำนวณ
- แผนภูมิมาตรฐานต่างๆ
- รายการคำนวณ
- เอกสารอ้างอิง
- ฯลฯ

4.6 หนังสือรับรองของวิศวกรผู้รับผิดชอบ ตามแบบฟอร์มในแผ่นที่ 4

5. มาตรฐานที่กำหนดในการเจาะสำรวจดิน

การทดสอบ	**มาตรฐาน**
5.1 การเก็บตัวอย่างดินคงสภาพด้วยกระบอกบาง	ASTM D 1587
5.2 การทดสอบ Standard Penetration Test	ASTM D 1586
5.3 การทดสอบ Unconfined Compression	ASTM D 2166
5.4 การทดสอบ Atterberg Limit และ Natural Water Content	ASTM D 423 D 424
5.5 การทดสอบ Sieve Analysis	ASTM D 422

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

หนังสือรับรองของวิศวกรผู้ทำการทดสอบดิน

( )

เขียนที่.....

วันที่.....เดือน..... พ.ศ…….

ข้าพเจ้า……ที่อยู่……..……..
ได้รับใบอนุญาตให้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมประเภทวุฒิวิศวกร สาขา……โยธา……..
ตามใบอนุญาตเลขทะเบียน..... และขณะนี้ไม่ได้ถูกเพิกถอนใบอนุญาตให้ประกอบวิชาชีพ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้าพเจ้าได้เป็นผู้รับผิดชอบในการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักปลอดภัยของดินบริเวณก่อสร้างอาคาร และสิ่งก่อสร้าง
ตามสัญญาจ้างเลขที่.....โดยวิธี……..……..

ข้าพเจ้าได้พิจารณาแล้วเห็นว่า จำนวนจุดทดสอบเท่ากับ ……จุด เป็นการเพียงพอสามารถครอบคลุมอาคารและaงก่อสร้างตามสัญญาจ้างดังกล่าว และขอรับรองว่า

(1) (ชื่ออาคารหรือสิ่งก่อสร้าง)……..
ใช้ฐานรากชนิดตอกเข็ม/ไม่ตอกเข็ม (เลือกเพียงชนิดเดียว)
- (กรณีฐานรากชนิดไม่ตอกเข็ม) กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของดิน…….
ความลึกของฐานราก…….. จากระดับดินเดิม/ระดับดินปัจจุบัน

(2)..... ……

(3)..... ……

(4)..... ……

(5)..... ……

พร้อมกันนี้ข้าพเจ้าได้แนบสำเนาใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาฯพีวิศวกรรมควบคุม (วศ.4) มาด้วยแล้ว

(ลงชื่อ).. ……วิศวกรผู้รับรอง

(……)

คำสั่งกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ที่ 208/2553

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง

เนื่องจากปัจจุบันผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง ได้มีการพัฒนาทั้งรูปแบบ คุณภาพ และคุณสมบัติแตกต่างไปจากเดิม

ดังนั้น รายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน ตามเอกสารเลขที่ ก. 161/ก.ค./43 และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้าง พ.ศ. 2543 ของกองแบบแผนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จึงสมควรปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาวการณ์ทางเทคโนโลยีการก่อสร้างและสภาพการณ์ของตลาด รวมทั้งสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และเป็นไปตามระเบียบทางราชการ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ จึงขอแต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์ฯ และรายการทั่วไปประกอบแบบฯ ซึ่งประกอบด้วยผู้มีรายนามดังนี้

1. นายแพทย์วิศิษฏ์	ตั้งนภากร	รองอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ	ประธานคณะกรรมการ
2. นายอิสระ	กิจเกื้อกูล	ผู้อำนวยการกองแบบแผน	รองประธานคณะกรรมการ
3. นางจันฑนา	จินดาถาวรกิจ	นิติกรชำนาญการพิเศษ กลุ่มนิติการ	กรรมการ
4. นายวุฒิพร	อัมระนันทน์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
5. นายกำพล	สุลีสถิร	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
6. นายเสรี	ลาภยุติธรรม	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
7. นายสุเทพ	ลิ้มพุทธอักษร	สถาปนิกชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
8. นายภูวดล	พัฒนภักดี	สถาปนิกชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
9. นายสุวิทย์	โกสินทร์	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	กรรมการ
10. นายเสรี	ใจซื่อ	นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน	กรรมการ
11. นายปรีดา	สว่างศรี	นายช่างเครื่องกลอาวุโส	กรรมการ

12. นายสมนึก ...

12. นายสมนึก	ธรรมะรัตนศิริ	วิศวกรโยธาชำนาญการ	กรรมการ
13. นายอาคม	พันธุเมธามาตย์	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ	กรรมการ
14. น.ส.อรรถพร	ทองธิราช	มัณฑนากรชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
15. นายฉัตรเชษฐ์	สายแผลง	มัณฑนากรชำนาญการ	กรรมการ
16. นายณรงค์	จันทร์นวล	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการพิเศษ	กรรมการ
17. นายเจิดสิทธิ์	รุ่งศิริศราวงศ์	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ	กรรมการ
18. นายสุเทพ	อนงคณะตระกูล	นายช่างโยธาอาวุโส	กรรมการ
19. นายณรงค์	รุ่งเรือง	นายช่างโยธาอาวุโส	กรรมการ
20. นายเศรษฐสิทธิ์	โรจนหัสดิน	นายช่างโยธาอาวุโส	กรรมการ
21. นายธนะพัฒน์	ทวีชัยเศรษฐ์	นายช่างโยธาชำนาญงาน	กรรมการ
22. นายสุรสิทธิ์	ดีมาก	นายช่างโยธาชำนาญงาน	กรรมการ
23. นายวิโรจน์	นรไกร	สถาปนิกชำนาญการ	กรรมการและเลขานุการ
24. นางกานดา	หาญโรจนกุล	นักจัดการงานทั่วไปชำนาญการ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
25. น.ส.จารุวัลย์	สมานอารีย์	นักจัดการงานทั่วไปชำนาญการ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

ให้มีหน้าที่ดังนี้

1. ปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน เอกสารเลขที่ ก.161/ก.ค./43
2. ปรับปรุงรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้าง พ.ศ. 2543
3. กำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เพื่อพิจารณาใช้สอยให้เหมาะสม

ทั้งนี้ ให้แล้วเสร็จภายในวันที่ 30 กันยายน 2553

สั่ง ณ วันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2553

(นายนรา นาควัฒนานุกูล)
อธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ร่าง/.....
พิมพ์/.....
ตรวจ/.....

คำสั่งกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ที่ 58 /2553

เรื่อง แต่งตั้งคณะอนุกรรมการพิจารณารายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้าง
และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง หมวดงานต่าง ๆ ทุกสาขาวิชาชีพ

สืบเนื่องจากคำสั่งกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ที่ 208/2553 ลงวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 ได้แต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง แล้ว นั้น

เพื่อให้การพิจารณารายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง ของกองแบบแผน ในแต่ละหมวดงานแต่ละสาขาวิชาชีพดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อย กองแบบแผนจึงแต่งตั้งคณะอนุกรรมการ ดังต่อไปนี้

1. <u>คณะอนุกรรมการหมวดงานสถาปัตยกรรม</u>

(1)	นายสุเทพ	ลิ้มพุทธอักษร	ประธานอนุกรรมการ
(2)	นายภูวดล	พัฒนภักดี	อนุกรรมการ
(3)	นายโชคชัย	ภาสุรวณิช	อนุกรรมการ
(4)	นางประจบ	สุโพธิ์	อนุกรรมการ
(5)	นายเกรียงศักดิ์	ฉิระบัญชาศักดิ์	อนุกรรมการ
(6)	น.ส.ประภัสสร	จิราภรณ์	อนุกรรมการ
(7)	นายธวัชชัย	พูนแก้ว	อนุกรรมการ
(8)	นายกฤษฎ์	อยู่คง	อนุกรรมการ
(9)	นายสุเทพ	อนงคณะตระกูล	อนุกรรมการ
(10)	นายอร่าม	เนตรศรีทอง	อนุกรรมการ
(11)	นายวิโรจน์	นรไกร	อนุกรรมการและเลขานุการ
(12)	นางจันทร์ฉาย	คำสุข	ผู้ช่วยเลขานุการ

2. <u>คณะอนุกรรมการ</u>...

2. <u>คณะอนุกรรมการหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง</u>

(1)	นายเสรี	ลาภยุติธรรม	ประธานอนุกรรมการ
(2)	นายกำพล	สุลีสถิร	รองประธานอนุกรรมการ
(3)	นายสายัณห์	ด้วงผึ้ง	อนุกรรมการ
(4)	นายนิรันดร์	ศรัตน์	อนุกรรมการ
(5)	นายสมศักดิ์	อัครนวเสรี	อนุกรรมการ
(6)	นายพงศ์พันธุ์	จิวสุวรรณ	อนุกรรมการ
(7)	นายณรงค์	รุ่งเรือง	อนุกรรมการ
(8)	นายเศรษฐสิทธิ์	โรจนหัสดิน	อนุกรรมการ
(9)	นายชาตรี	ปัญญาพรวิทยา	อนุกรรมการและเลขานุการ

3. <u>คณะอนุกรรมการหมวดงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร</u>

(1)	นายณรงค์	จันทร์นวล	ประธานอนุกรรมการ
(2)	นายเจิดสิทธิ์	รุ่งศิริศราวงศ์	อนุกรรมการ
(3)	นายสุวิทย์	โกสินทร์	อนุกรรมการ
(4)	นายสมนึก	ธรรมรัตนะศิริ	อนุกรรมการ
(5)	นายชัยสิทธิ์	ดิณกุลกำจร	อนุกรรมการ
(6)	นายธนะพัฒน์	ทวีชัยเศรษฐ์	อนุกรรมการ
(7)	นายปรีดา	สว่างศรี	อนุกรรมการ
(8)	นายกฤษฎ์	อยู่คง	อนุกรรมการ
(9)	นายชาติชาย	ตันตยานนท์	อนุกรรมการ
(10)	นายนิสิทธิ์	สุวรรณธาดา	อนุกรรมการ
(11)	นายไพรัช	พงศธรกุล	อนุกรรมการและเลขานุการ
(12)	นายสุเทพ	เข้มขัน	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

4. <u>คณะอนุกรรมการ</u>...

4. <u>คณะอนุกรรมการหมวดงานวิศวกรรมระบบเครื่องกล</u>

(1) นายณรงค์	จันทร์นวล	ที่ปรึกษา
(2) นายสุวิทย์	โกสินทร์	ประธานอนุกรรมการ
(3) นายเสรี	ใจซื่อ	อนุกรรมการ
(4) นายเจิดสิทธิ์	รุ่งศิริศราวงศ์	อนุกรรมการ
(5) นายสมนึก	ธรรมรัตนะศิริ	อนุกรรมการ
(6) นายปรีดา	สว่างศรี	อนุกรรมการ
(7) นายธนะพัฒน์	ทวีชัยเศรษฐ์	อนุกรรมการ
(8) นายศรีพงศ์	จำปาทอง	อนุกรรมการและเลขานุการ
(9) นายเวชยันต์	กลั่นกสิกรณ์	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

5. <u>คณะอนุกรรมการหมวดงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม</u>

(1) นายณรงค์	จันทร์นวล	ที่ปรึกษา
(2) นายสมนึก	ธรรมรัตนะศิริ	ประธานอนุกรรมการ
(3) นายภูวดล	พัฒนภักดี	อนุกรรมการ
(4) นายสุวิทย์	โกสินทร์	อนุกรรมการ
(5) นายธนะพัฒน์	ทวีชัยเศรษฐ์	อนุกรรมการ
(6) นายสรศักดิ์	วัฒนกูล	อนุกรรมการ
(7) นายทัศพร	สุริยกุล ณ อยุธยา	อนุกรรมการ
(8) นายอาคม	พันธุเมธามาดย์	อนุกรรมการ
(9) นายพิเชฐ	เชี่ยวภาษา	อนุกรรมการ
(10) นายศุภชัย	สารบุญ	อนุกรรมการ
(11) นายสรพล	สิงหพานิชย์	อนุกรรมการ
(12) นายปรีดา	สว่างศรี	อนุกรรมการและเลขานุการ

6. <u>คณะอนุกรรมการ</u>...

6. <u>คณะอนุกรรมการหมวดงานมัณฑนาการ</u>

(1) นายวิโรจน์	นรไกร	ที่ปรึกษา
(2) น.ส.อรรถพร	ทองธิราช	ประธานอนุกรรมการ
(3) นายฉัตรเชษฐ์	สายแผลง	อนุกรรมการ
(4) นางศิริวรรณ	อุบลเลิศ	อนุกรรมการ
(5) นางสมใจ	ดิษฐจินดา	อนุกรรมการ
(6) นางพนมกร	หาระบุตร	อนุกรรมการ
(7) นางวัชรีภรณ์	งามผ่องใส	อนุกรรมการ
(8) น.ส.สุวรรณี	รุ่งเรืองศรี	อนุกรรมการ
(9) น.ส.พรรณทิพา	แหยมเจริญ	อนุกรรมการ
(10) น.ส.อุไรวรรณ	ชูพูล	เลขานุการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2553

(นายอิสระ กิจเกื้อกูล)
ผู้อำนวยการกองแบบแผน

ร่าง/.....
พิมพ์/สุดใจ
ตรวจ/.....

คำสั่งกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ที่ 328 /2553

เรื่อง แต่งตั้งบุคคลภายนอกร่วมเป็นคณะกรรมการและที่ปรึกษาคณะอนุกรรมการปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง

ตามคำสั่งกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ที่ 208/2553 ลงวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 ได้แต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง ของกองแบบแผน นั้น

เพื่อให้การปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง เป็นไปด้วยความโปร่งใสและเกิดประโยชน์ต่อทางราชการอย่างแท้จริง จึงเห็นสมควรเชิญบุคคลภายนอกซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมเป็นคณะกรรมการกรมสนับสนุนบริการสุขภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการจากบุคคลภายนอก ประกอบด้วย

1. ผศ.ประสิทธิ์	พิทยพัฒน์	กรรมการสภาวิศวกร	สภาวิศวกร
2. ผศ.พนมชัย	วีระยุทธศิลป์	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. นายฤาชา	รัชชนันท์	เลขาธิการสภาสถาปนิก	สภาสถาปนิก
4. นายชาญณรงค์	แก่นทอง	กรรมการสภาสถาปนิก	สภาสถาปนิก
5. นายแพทย์มงคล	เชฎฐากุล	ที่ปรึกษาฝ่ายการแพทย์	สำนักงานประกันสังคม
6. นายชัชวาล	คุณค้ำชู	วิศวกรเชี่ยวชาญ	กรมโยธาธิการและผังเมือง
7. นายปรีชา	โพธิสัตย์	วิศวกร มหาวิทยาลัยมหิดล	คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี
8. นายวิชา	สุธาสิส	วิศวกรโยธา	ภาคเอกชน

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2553

(นายวิศิษฏ์ ตั้งนภากร)
รองอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
ปฏิบัติราชการแทนอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ร่าง/.....
พิมพ์/สุดใจ
ต : ฐ/.....



คำสั่งกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ที่ 64/2553

เรื่อง แต่งตั้งคณะอนุกรรมการพิจารณารายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง
และสิ่งก่อสร้าง พ.ศ.2543 (เล่มสีเขียว) ของกองแบบแผน

ตามคำสั่งกองแบบแผน ที่ 58/2553 ลงวันที่ 30 มิถุนายน 2553 ได้แต่งตั้งคณะอนุกรรมการหมวดงานต่าง ๆ พิจารณารายการผลิตภัณฑ์วัสดุ.และอุปกรณ์ก่อสร้างและรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างของกองแบบแผน นั้น เพื่อให้การจัดทำรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างของกองแบบแผน ดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อย กองแบบแผน จึงแต่งตั้งอนุกรรมการพิจารณาจัดทำรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง ทั้งนี้ให้ประสานงานเรื่องรายละเอียดกับทุกหมวดงาน เพื่อความสมบูรณ์ของเนื้อหา โดยประกอบด้วยคณะอนุกรรมการดังนี้

1. นายณรงค์	รุ่งเรือง	ประธานอนุกรรมการ
2. นายชาตรี	ปัญญาพรวิทยา	อนุกรรมการ
3. นายกฤษฎ์	อยู่คง	อนุกรรมการ
4. นายสุเทพ	อนงคณะตระกูล	อนุกรรมการ
5. นายเศรษฐสิทธิ์	โรจนหัสดิน	อนุกรรมการ
6. นายสรศักดิ์	วัฒนกูล	อนุกรรมการ
7. นายชัยสิทธิ์	คิณกุลกำจร	อนุกรรมการ
8. นายอร่าม	เนตรศรีทอง	อนุกรรมการ
9. นายทัศพร	สุริยกุล ณ อยุธยา	อนุกรรมการ
10. นายจารุกิตติ์	สุพรรณนานนท์	อนุกรรมการ
11. นายศรีพงษ์	จำปาทอง	อนุกรรมการ
12. นายปรีดา	สว่างศรี	อนุกรรมการ
13. นายศุภชัย	สารบุญ	อนุกรรมการ
14. นายมงคล	คำสุข	อนุกรรมการ
15. นายวุฒิพงศ์	ภิรมย์รัตน์	อนุกรรมการ
16. นายชาติชาย	ตันตยานนท์	อนุกรรมการ

2/..17.นายเสรี

17. นายเสรี	ใจซื่อ	อนุกรรมการ
18. นายเวชยันต์	กลั่นกสิกรณ์	อนุกรรมการ
19. นางสมใจ	ดิษฐจินดา	อนุกรรมการ
20. นายวรวิชญ์	สิงหนาท	อนุกรรมการ
21. นายธนะพัฒน์	ทวีชัยเศรษฐ์	เลขาอนุกรรมการ
22. น.ส.ลำพูน	แก้วยอด	ผู้ช่วยเลขาอนุกรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ.2553

(นายอิสระ กิจเกื้อกูล)
ผู้อำนวยการกองแบบแผน



คำสั่งกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ที่ 71/2553

เรื่อง แต่งตั้งคณะอนุกรรมการพิจารณารายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง

และสิ่งก่อสร้าง (เล่มสีเขียว) ของกองแบบแผน เพิ่ม

ตามคำสั่งกองแบบแผน ที่ 64/2553 ลงวันที่ 5 สิงหาคม 2553 ได้แต่งตั้งคณะอนุกรรมการพิจารณารายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างและสิ่งก่อสร้าง (เล่มสีเขียว) ของกองแบบแผน นั้น เพื่อให้การจัดทำรูปเล่มและเนื้อหารายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างและสิ่งก่อสร้าง ของกองแบบแผน ถูกต้องและเหมาะสม

กองแบบแผน จึงแต่งตั้ง นางศิริวรรณ อุบลเลิศ ตำแหน่งนายช่างศิลป์อาวุโส เป็นอนุกรรมการเพิ่มเติม

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 15 กันยายน พ.ศ.2553

(นายอิสระ กิจเกื้อกูล)

ผู้อำนวยการกองแบบแผน

คำสั่งกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ที่ 416 /2553

เรื่อง แต่งตั้งบุคคลภายนอกร่วมเป็นคณะกรรมการและที่ปรึกษาคณะอนุกรรมการปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้างเพิ่ม

ตามคำสั่งกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ที่ 338/2553 ลงวันที่ 28 กรกฎาคม 2553 ได้แต่งตั้งบุคคลภายนอกร่วมเป็นคณะกรรมการและที่ปรึกษาคณะอนุกรรมการปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง นั้น

เพื่อให้การปรับปรุงรายการผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างมาตรฐาน และรายการทั่วไปประกอบแบบก่อสร้าง หมวดงานภูมิสถาปัตย์ ดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อย กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ จึงแต่งตั้ง นายชญา ปัญญาสุข อุปนายกสมาคมภูมิสถาปนิกแห่งประเทศไทย ร่วมเป็นคณะกรรมการและที่ปรึกษาคณะอนุกรรมการเพิ่มอีก 1 ท่าน

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2553

(นายวิศิษฏ์ ตั้งนภากร)
รองอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
ปฏิบัติราชการแทนอธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ราง/ พิมพ์/สุธามาศ
ตรวจ/

ขอขอบคุณ

ผศ.ประสิทธิ์	พิทยพัฒน์	กรรมการสภาวิศวกร
ผศ.พนมชัย	วีระยุทธศิลป์	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น
นายฤาชา	รัชชนันท์	เลขาธิการสภาสถาปนิก
นายชาญณรงค์	แก่นทอง	กรรมการสภาสถาปนิก
นายแพทย์มงคล	เชฎฐากุล	ที่ปรึกษาฝ่ายการแพทย์ สำนักงานประกันสังคม
นายชัชวาล	คุณค้ำชู	วิศวกรเชี่ยวชาญ กรมโยธาธิการและผังเมือง
นายปรีชา	โพธิสัตย์	วิศวกร มหาวิทยาลัยมหิดล คณะแพทย์ศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี
นายวิชา	สุธาสิส	วิศวกรโยธา ภาคเอกชน
นายชญา	ปัญญาสุข	อุปนายกสมาคมภูมิสถาปนิก แห่งประเทศไทย

****

คณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2553 (ชุดใหญ่)

นายแพทย์วิศิษฎ์	ตั้งนภากร	ประธานคณะกรรมการ
นายอิสระ	กิจเกื้อกูล	รองประธานคณะกรรมการ
นางจันฑนา	จินดาถาวรกิจ	กรรมการ
นายวุฒิพร	อัมระนันทน์	กรรมการ
นายกำพล	สุลีสถิร	กรรมการ
นายเสรี	ลาภยุติธรรม	กรรมการ
นายสุเทพ	ลิ้มพุทธอักษร	กรรมการ
นายสุวิทย์	โกสินทร์	กรรมการ
นายเสรี	ใจซื่อ	กรรมการ
นายปรีดา	สว่างศรี	กรรมการ
นายสมนึก	ธรรมรัตนศิริ	กรรมการ
นายอาคม	พันธุเมธามาตย์	กรรมการ
น.ส.อรรถพร	ทองธิราช	กรรมการ
นายฉัตรเชษฐ์	สายแผลง	กรรมการ
นายณรงค์	จันทร์นวล	กรรมการ
นายเจิดสิทธิ์	รุ่งศิริศราวงศ์	กรรมการ
นายสุเทพ	อนงคณะตระกูล	กรรมการ
นายณรงค์	รุ่งเรือง	กรรมการ
นายเศรษฐสิทธิ์	โรจนหัสดิน	กรรมการ
นายธนะพัฒน์	ทวีชัยเศรษฐ์	กรรมการ
นายสุรสิทธิ์	ดีมาก	กรรมการ
นายวิโรจน์	นรไกร	กรรมการและเลขานุการ
นางกานดา	หาญโรจนกุล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
น.ส.จารุวัลย์	สมานอารีย์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

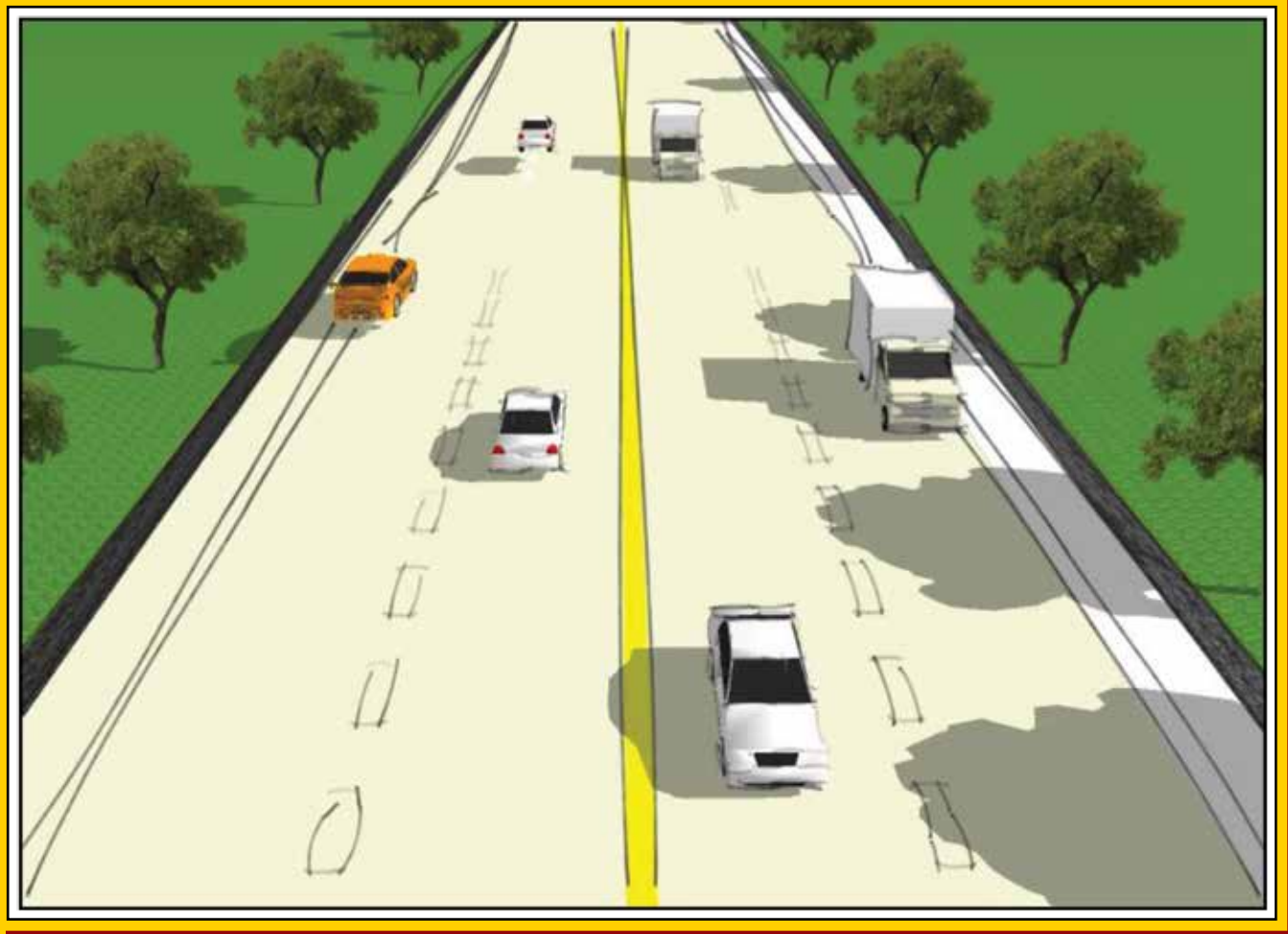
เอกสารอ้างอิง

- นิลุบล คล่องเวสสะและคณะ.2547 รายการประกอบแบบงานก่อสร้างภูมิสถาปัตยกรรม
  จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์
- สมาคมภูมิสถาปนิกแห่งประเทศไทย

แผนปฏิบัติการประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๑

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข
ถนนกรุงเทพฯ-นนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

มาตรฐานงานทาง



กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2557



มาตรฐานงานทาง

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2557

มาตรฐานงานทาง

มยผ. 2101-57:	มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)
มยผ. 2102-57:	มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)
มยผ. 2103-57:	มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)
มยผ. 2104-57:	มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)
มยผ. 2105-57:	มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)
มยผ. 2106-57:	มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร
มยผ. 2107-57:	มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
มยผ. 2109-57:	มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)
มยผ. 2112-57:	มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)
มยผ. 2113-57:	มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)
มยผ. 2114-57:	มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction)
มยผ. 2115-57:	มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)
มยผ. 2116-57:	มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)
มยผ. 2117-57:	มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base)
มยผ. 2118-57:	มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder)
มยผ. 2121-57:	มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat)
มยผ. 2122-57:	มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)
มยผ. 2131-57:	มาตรฐานงานผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)
มยผ. 2132-57:	มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
มยผ. 2135-57:	มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)
มยผ. 2136-57:	มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย

มาตรฐานงานทาง

มยผ. 2142-57:	มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)
มยผ. 2143-57:	มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal)
มยผ. 2201-57:	มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)
มยผ. 2202-57:	มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)
มยผ. 2203-57:	มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์. (C.B.R.)
มยผ. 2204-57:	มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)
มยผ. 2205-57:	มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)
มยผ. 2206-57:	มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)
มยผ. 2207-57:	มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)
มยผ. 2208-57:	มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
มยผ. 2209-57:	มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง
มยผ. 2210-57:	มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)
มยผ. 2211-57:	มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)
มยผ. 2217-57:	มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)
มยผ. 2221-57:	มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index)
มยผ. 2222-57:	มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)
มยผ. 2223-57:	มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)
มยผ. 2224-57:	มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test
มยผ. 2225-57:	มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

กรมโยธาธิการและผังเมือง

กระทรวงมหาดไทย

คำนำ

จากสภาวะปัญหายางพาราที่มีราคาตกต่ำลงเป็นอย่างมาก รัฐบาลได้มีนโยบายให้หาแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งแนวทางหนึ่งคือการนำยางพารามาใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้าง โดยมีหลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ

กรมโยธาธิการและผังเมืองในฐานะหน่วยงานภาครัฐที่มีภารกิจในการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งการบูรณะและการบำรุงรักษา จึงควรให้การสนับสนุนนโยบายรัฐบาลและหาแนวทางในการกำหนดมาตรฐานการใช้ยางพาราผสมแอสฟัลต์ในการก่อสร้างผิวทาง งานฉาบผิวทางใหม่ หรือซ่อมบำรุงผิวทางเดิมที่เป็นภารกิจของกรมให้เป็นแนวทางเดียวกัน พร้อมทั้งได้นำมาตรฐานของกรมโยธาธิการ (เดิม) ในเรื่องที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างถนนมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมกับสภาวการณ์ในปัจจุบัน และนำมาประกอบกับมาตรฐานงานผิวทางแบบพาราเคพซีล โดยจัดทำเป็นมาตรฐานงานทางเพื่อให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ปฏิบัติต่อไป

กรมโยธาธิการและผังเมืองหวังเป็นอย่างยิ่งว่า “มาตรฐานงานทาง” เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนนหรือผู้สนใจทั่วไป รวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการนำข้อมูลและความรู้ที่ได้จากมาตรฐานดังกล่าว สำหรับใช้เป็นแนวทางในการก่อสร้างถนนให้มีความถูกต้องตามมาตรฐานสากลและปลอดภัยสูงสุดต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่ใช้ถนนต่อไป

(นายมณฑล สุดประเสริฐ)
อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

คณะทำงานเพื่อศึกษาและจัดทำมาตรฐานงานผิวทางแบบพาราเคพซีล

¤ ที่ปรึกษา

นายมณฑล สุดประเสริฐ
อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

นายเชตวัน อนันตสมบูรณ์
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

นายเกียรติศักดิ์ จันทรา
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง
รักษาการในตำแหน่ง
วิศวกรใหญ่ (วิศวกรโยธา)

นายมเหศวร ภักดีคง
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

นางสาวศิระภา วาระเลิศ
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

¤ ประธานคณะทำงาน

นายวีระพันธ์ อุปถัมภากุล
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
ผู้อำนวยการกองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

¤ คณะทำงาน

นายชวกิจ หิรัญญาภิรมย์
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

นายสมเกียรติ สิริพิทักษ์เดช
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
สำนักวิศวกรรมการผังเมือง

นายปรีชา แสงพิสิทธิ์
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
สำนักสนับสนุนและพัฒนาตามผังเมือง

ดร.ทยากร จันทรางศุ
วิศวกรโยธาชำนาญการ
สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

นายกฤตธี กลิ่นนุช
วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
สำนักจัดรูปที่ดินเพื่อพัฒนาพื้นที่

¤ คณะทำงานและเลขานุการ

นายไกรสิทธิ์ โลมรัตน์
วิศวกรโยธาชำนาญการ
กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

¤ คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

นายทรงฤทธิ์ ธิยา
พนักงานวิศวกรโยธา
กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

สารบัญ

หน้า

1. มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) (มยผ. 2101 - 57)

1. ขอบข่าย 1
2. นิยาม 1
3. มาตรฐานอ้างถึง 1
4. คุณสมบัติ 1
5. เอกสารอ้างอิง 2

2. มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase) (มยผ. 2102 - 57)

1. ขอบข่าย 3
2. นิยาม 3
3. มาตรฐานอ้างถึง 3
4. คุณสมบัติ 3
5. เอกสารอ้างอิง 4

3. มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base) (มยผ. 2103 - 57)

1. ขอบข่าย 5
2. นิยาม 5
3. มาตรฐานอ้างถึง 5
4. คุณสมบัติ 5
5. เอกสารอ้างอิง 6

4. มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material) (มยผ. 2104 - 57)

1. ขอบข่าย 7
2. นิยาม 7
3. มาตรฐานอ้างถึง 7
4. คุณสมบัติ 7
5. เอกสารอ้างอิง 8

สารบัญ (ต่อ)

5. มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder) (มยผ. 2105 - 57)

1. ขอบข่าย 9
2. นิยาม 9
3. มาตรฐานอ้างถึง 9
4. คุณสมบัติ 9
5. เอกสารอ้างอิง 10

6. มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร (มยผ. 2106 - 57)

1. ขอบข่าย 11
2. นิยาม 11
3. มาตรฐานอ้างถึง 11
4. คุณสมบัติ 11
5. เอกสารอ้างอิง 12

7. มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) (มยผ. 2107 - 57)

1. ขอบข่าย 13
2. นิยาม 13
3. มาตรฐานอ้างถึง 13
4. คุณสมบัติ 13
5. เอกสารอ้างอิง 14

8. มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete) (มยผ. 2109 - 57)

1. ขอบข่าย 15
2. นิยาม 15
3. มาตรฐานอ้างถึง 15
4. คุณสมบัติ 15
5. เอกสารอ้างอิง 18

9. มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing) (มยผ. 2112 - 57)

1. ขอบข่าย 19
2. นิยาม 19
3. วิธีการก่อสร้าง 19
4. เอกสารอ้างอิง 19

สารบัญ (ต่อ)

10. มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling) (มยผ. 2113 - 57)

1. ขอบข่าย 21
2. นิยาม 21
3. มาตรฐานอ้างถึง 21
4. วัสดุ 21
5. วิธีการก่อสร้าง 21
6. เอกสารอ้างอิง 21

11. มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction) (มยผ. 2114 - 57)

1. ขอบข่าย 23
2. นิยาม 23
3. มาตรฐานอ้างถึง 23
4. วัสดุ 23
5. วิธีการก่อสร้าง 23
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 26
7. เอกสารอ้างอิง 27

12. มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation) (มยผ. 2115 - 57)

1. ขอบข่าย 29
2. นิยาม 29
3. มาตรฐานอ้างถึง 29
4. วัสดุ 29
5. วิธีการก่อสร้าง 30
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 30
7. เอกสารอ้างอิง 30

13. มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase) (มยผ. 2116 - 57)

1. ขอบข่าย 31
2. นิยาม 31
3. มาตรฐานอ้างถึง 31
4. วัสดุ 31
5. วิธีการก่อสร้าง 31
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 32
7. เอกสารอ้างอิง 32

สารบัญ (ต่อ)

14. มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base) (มยผ. 2117 - 57)

1. ขอบข่าย 33
2. นิยาม 33
3. มาตรฐานอ้างถึง 33
4. วัสดุ 33
5. วิธีการก่อสร้าง 33
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 34
7. เอกสารอ้างอิง 34

15. มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder) (มยผ. 2118 - 57)

1. ขอบข่าย 35
2. นิยาม 35
3. มาตรฐานอ้างถึง 35
4. วัสดุ 35
5. วิธีการก่อสร้าง 35
6. เอกสารอ้างอิง 35

16. มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat) (มยผ. 2121 - 57)

1. ขอบข่าย 37
2. นิยาม 37
3. มาตรฐานอ้างถึง 37
4. วัสดุ 37
5. วิธีการก่อสร้าง 39
6. ข้อควรระวัง 40
7. เอกสารอ้างอิง 41

17. มาตรฐานแทคโคท (Tack Coat) (มยผ. 2122 - 57)

1. ขอบข่าย 43
2. นิยาม 43
3. มาตรฐานอ้างถึง 43
4. วัสดุ 43
5. วิธีการก่อสร้าง 44
6. เอกสารอ้างอิง 44

สารบัญ (ต่อ)

18. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) (มยผ. 2131 - 57)

1. ขอบข่าย 45
2. นิยาม 45
3. มาตรฐานอ้างถึง 45
4. วัสดุ 45
5. การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต 46
6. เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง 49
7. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง 57
8. วิธีการก่อสร้าง 60
9. การตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ 71
10. การอำนวยการและควบคุมการจราจรระหว่างการก่อสร้าง 73
11. เอกสารอ้างอิง 73

19. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) (มยผ. 2132 - 57)

1. ขอบข่าย 75
2. นิยาม 75
3. มาตรฐานอ้างถึง 75
4. วัสดุ 75
5. เครื่องจักรและเครื่องมือ 77
6. ข้อกำหนดในการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุ 79
7. วิธีการก่อสร้าง 82
8. รายละเอียดเพิ่มเติม 85
9. ข้อควรระวัง 86
10 เอกสารอ้างอิง 87

20. มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) (มยผ. 2135 - 57)

1. ขอบข่าย 89
2. นิยาม 89
3. มาตรฐานอ้างถึง 89
4. วัสดุ 89
5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ 90
6. การกองหินหรือทราย 90

สารบัญ (ต่อ)

7. ชนิดของสเลอรี่ซีล 91
8. การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล 91
9. เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง 92
10. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง 93
11. การก่อสร้าง 93
12. รายละเอียดเพิ่มเติม 94
13. ข้อควรระวัง 94
14. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล 94
15. เอกสารอ้างอิง 95

21. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal) (มยผ. 2136 - 57)

1. ขอบข่าย 97
2. นิยาม 97
3. มาตรฐานอ้างถึง 97
4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) 97
5. ผิวทางชั้นที่สอง สเลอรี่ซีล (Slurry Seal) 99
6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบเคพซีล 101
7. เอกสารอ้างอิง 102

22. มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal) (มยผ. 2142 - 57)

1. ขอบข่าย 103
2. นิยาม 103
3. มาตรฐานอ้างถึง 103
4. วัสดุ 103
5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบ 104
6. การกองหินหรือทราย 105
7. ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล 105
8. ข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล 105
9. เครื่องจักรและเครื่องมือ 107
10. การเตรียมการก่อสร้าง 108
11. การก่อสร้าง 108
12. การอำนวยการและการเปิดการจราจร 109

สารบัญ (ต่อ)

13. ข้อควรระวัง 110
14. เอกสารอ้างอิง 110

23. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal) (มยผ. 2143 - 57)

1. ขอบข่าย 111
2. นิยาม 111
3. มาตรฐานอ้างถึง 111
4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) 111
5. ผิวทางชั้นที่สอง พาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal) 113
6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบพาราเคพซีล 115
7. เอกสารอ้างอิง 116

24. มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Teat) (มยผ. 2201 - 57)

1. ขอบข่าย 117
2. นิยาม 117
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 117
4. การเตรียมตัวอย่าง 118
5. การทดสอบ 119
6. การคำนวณ 119
7. การรายงานผล 120
8. ข้อควรระวัง 120
9. เอกสารอ้างอิง 121

25. มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) (มยผ. 2202 - 57)

1. ขอบข่าย 125
2. นิยาม 125
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 125
4. การเตรียมตัวอย่าง 126
5. การทดสอบ 127
6. การคำนวณ 127
7. การรายงานผล 128

สารบัญ (ต่อ)

8. ข้อควรระวัง 128
9. เอกสารอ้างอิง 129

26. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์. (C.B.R.) (มยผ. 2203 - 57)

1. ขอบข่าย 133
2. นิยาม 133
3. มาตรฐานอ้างถึง 133
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ 133
5. การเตรียมตัวอย่าง 134
6. การทดสอบ 134
7. การคำนวณ 136
8. การรายงานผล 137
9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ 137
10. ข้อควรระวัง 137
11. เอกสารอ้างอิง 138

27. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test) (มยผ. 2204 - 57)

1. ขอบข่าย 143
2. นิยาม 143
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 143
4. การทดสอบ 144
5. การคำนวณ 146
6. การรายงานผล 147
7. ข้อควรระวัง 147
8. เอกสารอ้างอิง 147

28. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.) (มยผ. 2205 - 57)

1. ขอบข่าย 153
2. นิยาม 153
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 153
4. การเตรียมตัวอย่าง 154
5. การทดสอบ 154
6. การคำนวณ 155

สารบัญ (ต่อ)

7. การรายงานผล 156
8. ข้อควรระวัง 156
9. เอกสารอ้างอิง 156

29. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit: P.L.) (มยผ. 2206 - 57)

1. ขอบข่าย 159
2. นิยาม 159
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 159
4. การเตรียมตัวอย่าง 159
5. การทดสอบ 159
6. การคำนวณ 161
7. การรายงานผล 161
8. ข้อควรระวัง 161
9. เอกสารอ้างอิง 162

30. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors) (มยผ. 2207 - 57)

1. ขอบข่าย 165
2. นิยาม 165
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 165
4. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ 166
5. การทดสอบ 166
6. การคำนวณ 167
7. การรายงานผล 168
8. เอกสารอ้างอิง 169

31. มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) (มยผ. 2208 - 57)

1. ขอบข่าย 171
2. นิยาม 171
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 171
4. การเตรียมตัวอย่าง 171
5. การทดสอบ 172
6. การคำนวณ 172
7. การรายงานผล 173
8. ข้อควรระวัง 173
9. เอกสารอ้างอิง 173

สารบัญ (ต่อ)

32. มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง (มยผ. 2209 - 57)

1. ขอบข่าย 177
2. นิยาม 177
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 177
4. การเตรียมตัวอย่าง 178
5. การทดสอบ 178
6. การคำนวณ 178
7. การรายงานผล 179
8. ข้อควรระวัง 179
9. เอกสารอ้างอิง 179

33. มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities) (มยผ. 2210 - 57)

1. ขอบข่าย 183
2. นิยาม 183
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 183
4. การเตรียมตัวอย่าง 184
5. การทดสอบ 184
6. การรายงานผล 184
7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ 184
8. ข้อควรระวัง 184
9. เอกสารอ้างอิง 185

34. มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump) (มยผ. 2211 - 57)

1. ขอบข่าย 187
2. นิยาม 187
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 187
4. การเตรียมตัวอย่าง 187
5. การทดสอบ 188
6. การคำนวณ 188
7. การรายงานผล 189
8. เอกสารอ้างอิง 189

สารบัญ (ต่อ)

35. มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) (มยผ. 2217 - 57)

1. ขอบข่าย 191
2. นิยาม 191
3. มาตรฐานอ้างถึง 191
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ 191
5. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ 193
6. การทดสอบ 194
7. การคำนวณ 195
8. การรายงานผล 197
9. ข้อควรระวัง 197
10. เอกสารอ้างอิง 197

36. มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) (มยผ. 2221 - 57)

1. ขอบข่าย 201
2. นิยาม 201
3. มาตรฐานอ้างถึง 201
4. เครื่องมือ 201
5. การเตรียมตัวอย่าง 201
6. การทดสอบ 202
7. การคำนวณ 202
8. การรายงานผล 202
9. ข้อควรระวัง 202
10. เอกสารอ้างอิง 203

37. มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) (มยผ. 2222 - 57)

1. ขอบข่าย 207
2. นิยาม 207
3. มาตรฐานอ้างถึง 207
4. เครื่องมือ 207
5. การเตรียมตัวอย่าง 207
6. การทดสอบ 208
7. การคำนวณ 208
8. การรายงานผล 208

สารบัญ (ต่อ)

9. ข้อควรระวัง 208
10. เอกสารอ้างอิง 208

38. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) (มยผ. 2223 - 57)

1. ขอบข่าย 211
2. นิยาม 211
3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ 211
4. การเตรียมตัวอย่าง 212
5. การทดสอบ 212
6. การคำนวณ 213
7. การรายงานผล 213
8. ข้อควรระวัง 213
9. เอกสารอ้างอิง 214

39. มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test (มยผ. 2224 - 57)

1. ขอบข่าย 219
2. นิยาม 219
3. เครื่องมือ 219
4. การเตรียมตัวอย่าง 219
5. การทดสอบ 220
6. การคำนวณ 220
7. การรายงานผล 220
8. ข้อควรระวัง 220
9. เอกสารอ้างอิง 220

40. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม (มยผ. 2225 - 57)

1. ขอบข่าย 223
2. นิยาม 223
3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ 223
4. การเตรียมตัวอย่าง 225
5. การทดสอบ 227
6. การคำนวณ 229
7. การรายงานผล 230
8. เอกสารอ้างอิง 231

มยผ. 2101 - 57

มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

2. นิยาม

"วัสดุถมคันทาง (Embankment Material)" หมายถึง วัสดุที่ได้จากบ่อยืมข้างทาง ถนนเดิม หรือที่อื่นๆ แล้วนำมาใช้ก่อสร้างคันทาง

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4. คุณสมบัติ

4.1 วัสดุถมคันทางประเภทวัสดุดินทั่วไป (Soil)

4.1.1 เป็นวัสดุที่ปราศจากรากไม้ใบไม้หรือวัสดุอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารผุพังปนอยู่อันอาจจะทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต

4.1.2 มีค่า ซี.บี.อาร์.จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน (Standard Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.1.3 มีค่าการพองตัว (Swelling) ไม่มากกว่าร้อยละ 4 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

4.1.4 มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.2 วัสดุถมคันทางประเภทวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate)

4.2.1 เป็นวัสดุที่ปราศจากรากไม้ใบไม้หรือวัสดุอินทรีย์ซึ่งเป็นสารผุพังปนอยู่อันอาจจะทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต

4.2.2 มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร

4.2.3 มีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนักเมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.2.4 มีค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลองไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์ (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.2.5 มีค่าการพองตัวไม่มากกว่าร้อยละ 3 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์ (C.B.R.)

4.2.6 มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.3 วัสดุถมคันทางประเภททราย (Sand)

4.3.1 เป็นวัสดุที่มีค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นศูนย์ (NonPlasticity Index) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) หน้าดิน (Top Soil) รากไม้ใบไม้หรือวัสดุอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารผุพังปนอยู่อันอาจจะทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต

4.3.2 มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

4.3.3 มีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ

4.3.4 มีค่า ซี.บี.อาร์ จากห้องทดลองไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.3.5 มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 201 - 2543: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

มยผ. 2102 - 57

มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

2. นิยาม

"วัสดุรองพื้นทาง (Subbase)" หมายถึง วัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นคันทางหรือใช้เป็นชั้นพื้นทางของถนนชนิดที่มีผิวจราจรเป็นลูกรัง

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4. คุณสมบัติ

4.1 เป็นวัสดุประกอบด้วยเม็ดแข็ง ทนทานและมีวัสดุเชื้อประสานที่ดีผสมอยู่

4.2 ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ

4.3 ขนาดวัสดุใหญ่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

4.4 ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

4.5 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 11 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

4.6 ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203-57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.7 ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4.8 มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดและตะแกรงมาตรฐาน	**น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ**				
	ชนิด ก.	**ชนิด ข.**	**ชนิด ค.**	**ชนิด ง.**	**ชนิด จ.**
2”	100	100	-	-	-
1”	-	75-95	100	100	100
3/8”	30-65	40-75	50-85	60-100	-
เบอร์ 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100
เบอร์ 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100
เบอร์ 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50
เบอร์ 200	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20

5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 202 - 2531: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

มยผ. 2103 - 57

มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

2. นิยาม

"วัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)" หมายถึง วัสดุซึ่งมีขนาดคละกันสม่ำเสมอจากใหญ่ไปหาเล็ก นำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นคันทาง

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4. คุณสมบัติ

4.1 ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) วัสดุจำพวกเชล (Shale) รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ

4.2 มีอัตราส่วนคละสม่ำเสมอประกอบด้วยส่วนหยาบและส่วนละเอียด

4.3 ส่วนหยาบต้องเป็นหินโม่

4.4 ส่วนละเอียดเป็นวัสดุชนิดเดียวกับส่วนหยาบ หากมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุส่วนละเอียดชนิดอื่นเจือปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

4.5 ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 25 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

4.6 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 6 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

4.7 ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 40 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4.8 ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.9 มีมวลคละผ่านตะแกรงดังตารางข้างล่างนี้ โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

ขนาดของตะแกรง มาตรฐาน	**น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ**		
	ชนิด ก.	**ชนิด ข.**	**ชนิด ค.**
2 นิ้ว	100	100	-
1 นิ้ว	-	75-95	100
3/8 นิ้ว	30-65	40-75	50-85
เบอร์ 4	25-55	30-60	35-65
เบอร์ 10	15-40	20-45	25-50
เบอร์ 40	8-20	15-30	15-30
เบอร์ 200	2-8	5-20	5-15

5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 203 - 2543: มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

มยพ. 2104 - 57

มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

2. นิยาม

"วัสดุคัดเลือก (Selected Material)" หมายถึง วัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาใช้เสริมระหว่างวัสดุคันทางและวัสดุรองพื้นทาง หรือตามตำแหน่งชั้นอื่นๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4. คุณสมบัติ

4.1 วัสดุคัดเลือกประเภท ก. ต้องเป็นวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ที่ไม่ใช่ทราย

4.1.1 ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

4.1.2 ขนาดวัสดุใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

4.1.3 ขนาดวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่าร้อยละ 25 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.1.4 ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 40 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

4.1.5 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 20 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

4.1.6 ค่าการพองตัว (Swelling) ไม่มากกว่าร้อยละ 3 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R)

4.1.7 ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.2 วัสดุคัดเลือกประเภท ข. ต้องเป็นวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ทราย หรือวัสดุอื่นใดที่ยอมให้ใช้ได้

4.2.1 ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

4.2.2 ขนาดวัสดุที่ใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

4.2.3 ขนาดวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.2.4 ค่าการพองตัว (Swelling) ไม่มากกว่าร้อยละ 4 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R)

4.2.5 ถ้าเป็นทราย ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.2.6 ค่า ซี.บี.อาร์.จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 204 - 2531: มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

มยผ. 2105 - 57

มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

2. นิยาม

"วัสดุไหล่ทาง (Shoulder)" หมายถึงวัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) หรือวัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุดังกล่าวแล้วประกอบเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการก่อสร้างไหล่ทาง (Shoulder) ของถนน

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4. คุณสมบัติ

4.1 ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

4.2 ขนาดวัสดุใหญ่สุดต้องไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

4.3 ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่า 2/3 ของขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 40 ตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.4 ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

4.5 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) อยู่ในระหว่าง 4 - 15 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

4.6 ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4.7 ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์ (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.8 มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน	**น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ**				
	ชนิด ก.	**ชนิด ข.**	**ชนิด ค.**	**ชนิด ง.**	**ชนิด จ.**
2”	100	100	-	-	-
1”	-	75-95	100	100	100
3/8”	30-65	40-75	50-85	60-100	-
เบอร์ 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100
เบอร์ 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100
เบอร์ 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50
เบอร์ 200	2-8	5-20	5-15	10-25	6-20

5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 205 - 2531: มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

มยผ. 2106 - 57

มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

2. นิยาม

"วัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร" หมายถึง วัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทางเพื่อใช้เป็นผิวจราจร

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4. คุณสมบัติ

4.1 ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

4.2 ขนาดวัสดุใหญ่สุดต้องไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

4.3 ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่า 2/3 ของขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 40 ตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.4 ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

4.5 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) อยู่ในระหว่าง 4 - 11 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

4.6 ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4.7 ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์ (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

4.8 มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน	**น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ**			
	ชนิด ก.	**ชนิด ข.**	**ชนิด ค.**	**ชนิด ง.**
2”	-	-	-	-
1”	100	100	100	100
3/8”	50-85	60-100	-	-
เบอร์ 4	35-65	50-85	55-100	70-100
เบอร์ 10	25-50	40-70	40-100	55-100
เบอร์ 40	15-30	25-45	20-50	30-70
เบอร์ 200	8-15	8-25	8-20	8-25

5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 206 - 2531: มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

มยผ. 2107 - 57

มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

2. นิยาม

"วัสดุมวลรวมทำผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)" หมายถึง วัสดุหินย่อยซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2224 - 57: มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

4. คุณสมบัติ

4.1 ต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น ดิน หรือวัสดุไม่พึงประสงค์ใดๆ

4.2 ต้องแข็ง คงทน และมีค่าของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4.3 มีค่าของการหลุดออกของยางแอสฟัลต์ (ทดสอบโดยวิธี Plate Test) ไม่มากกว่าร้อยละ 20 ตาม มยผ. 2224 - 57: มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

4.4 ต้องไม่มีขนาดยาว หรือแบนมากเกินไป และมีค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

4.5 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบแล้ว ไม่มากกว่าร้อยละ 5 ตาม มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

4.6 มีมวลคละผ่านตะแกรงมาตรฐาน (แบบไม่ล้าง) โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว)	**น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ**						
	25.0 มม.	**19.0 มม.**	**12.5 มม.**	**9.5 มม.**	**4.75 มม.**	**2.36 มม.**	**1.18 มม.**
19.0 (3/4")	100	90-100	0-30	0-8	-	0-2	0-0.5
12.5 (1/2")	-	100	90-100	0-30	0-4	0-2	0-0.5
9.5 (3/8")			100	90-100	0-30	0-8	0-2

5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 207 - 2531: มาตรฐานวัสดุชนิดเม็ดสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

มยผ. 2109 - 57

มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ ครอบคลุมถึงวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

2. นิยาม

"วัสดุมวลหยาบ (Coarse Aggregates)" หมายถึง วัสดุที่มีขนาดค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ขึ้นไป ได้แก่ หินย่อย (Crushed Rock) หรือวัสดุอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

"วัสดุมวลละเอียด (Fine Aggregates)" หมายถึง วัสดุที่มีขนาดผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ลงมา ได้แก่ วัสดุหินฝุ่น ทราย หรือวัสดุอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

"วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler)" หมายถึง วัสดุที่มีขนาดผ่านตะแกรงขนาด 0.600 มิลลิเมตร (เบอร์ 30) ลงมา ได้แก่ วัสดุหินฝุ่น ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ซิลิกาซีเมนต์ หรือวัสดุอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2221 - 57: การทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

4. คุณสมบัติ

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุมวลรวมต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.1 วัสดุมวลหยาบ

4.1.1 ต้องเป็นวัสดุที่แข็งและมีความคงทน (Hard and Durable) สะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ที่อาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง

4.1.2 มีค่าของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง ไม่มากกว่าร้อยละ 40

4.1.3 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ตาม มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ น้ำหนักของวัสดุที่หายไป (Loss) ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 9 หรือไม่มากกกว่าร้อยละ 18 เมื่อใช้แมกนีเซียมซัลเฟต

4.1.4 มีค่าจำนวนส่วนร้อยละของยางแอสฟัลต์เคลือบผิวได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95

4.1.5 มีค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) ตาม มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 30

4.1.6 มีค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) ตาม มยผ. 2221 - 57: การทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 30

4.2 วัสดุมวลละเอียด

4.2.1 หินฝุ่นหรือทรายต้องสะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ ปะปนอยู่ซึ่งอาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง

4.2.2 มีค่าสมมูลย์ของทราย(Sand Equivalent) ตาม มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

4.2.3 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ตาม มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ น้ำหนักของหินฝุ่น หรือทรายที่หายไป (Loss) ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 9 หรือไม่มากกว่าร้อยละ 18 เมื่อใช้แมกนีเซียมซัลเฟต

4.3 วัสดุผสมแทรก

ใช้ผสมเพิ่มในกรณีเมื่อผสมมวลหยาบกับมวลละเอียดเป็นมวลรวม แล้วส่วนละเอียดในมวลรวมยังมีไม่เพียงพอ หรือใช้ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต

4.3.1 สะอาดปราศจากวัสดุอื่น เช่น วัชพืช ดินเหนียว เป็นต้น

4.3.2 ต้องแห้ง และไม่จับกันเป็นก้อน

4.3.3 มีขนาดคละผ่านตะแกรงมาตรฐานตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดคละของวัสดุผสมแทรก

ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล
เบอร์ 30	100
เบอร์ 50	75-100
เบอร์ 200	55-100

4.4 วัสดุมวลหยาบ มวลละเอียด และวัสดุผสมแทรก เมื่อผสมกันแล้วต้องมีขนาดคละผ่านตะแกรงมาตรฐานตามตารางที่ **2**

ตารางที่ 2 ขนาดคละของมวลรวมและชนิดของแอสฟัลต์คอนกรีต

ขนาดที่ใช้เรียก	มิลลิเมตร (นิ้ว)	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19.0 (3/4)	25.0 (1)
สำหรับชั้นทาง		Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course
ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	(นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
37.5	(1 1/2)				100
25.0	(1)			100	90 - 100
19.0	(3/4)		100	90 - 100	-
12.5	(1/2)	100	80 - 100	-	56 - 80
9.5	(3/8)	90 - 100	-	56 - 80	-
4.75	(เบอร์ 4)	55 - 85	44 - 74	35 - 65	29 - 59
2.36	(เบอร์ 8)	32 - 67	28 - 58	23 - 49	19 - 45
1.18	(เบอร์ 16)	-	-	-	-
0.600	(เบอร์ 30)	-	-	-	-
0.300	(เบอร์ 50)	7 - 23	5 - 21	5 - 19	5 - 17
0.150	(เบอร์ 100)	-	-	-	-
0.075	(เบอร์ 200)	2 - 10	2 - 10	2 - 8	1 - 7

5. เอกสารอ้างอิง

5.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 209 - 2531: มาตรฐานวัสดุชนิดเม็ด (Aggregate) สำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต (Asphaltic Concrete)

5.2 มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มทช. 209 - 2545: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

มยพ. 2112 - 57

มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึง งานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)

2. นิยาม

"งานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)" หมายถึงการกำจัดต้นไม้ ตอไม้ พุ่มไม้ เศษไม้ ขยะ วัชพืช และสิ่งอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ ภายในเขตทาง

3. วิธีการก่อสร้าง

3.1 การถางป่าให้ทำภายในบริเวณตลอดเขตทางและการขุดตอให้ทำภายในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างคันทาง คูข้างทาง บ่อยืม แหล่งวัสดุ และการขุดเพื่อการก่อสร้างงานโครงสร้าง

3.2 บริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง ให้ขุดตอรากไม้ออกต่ำกว่าระดับดินเดิมตามธรรมชาติไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ในกรณีที่คันทางสูงกว่าระดับดินเดิมมากกว่า 60 เซนติเมตร ให้ตัดต้นไม้และตอจนชิดใกล้ระดับดินเดิมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนการขุดเพื่อก่อสร้างงานโครงสร้างอื่นๆ ให้ขุดตอรากไม้ออกต่ำกว่าระดับต่ำสุดของแบบโครงสร้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

3.3 บริเวณบ่อยืมและแหล่งวัสดุ ให้เอาตอไม้ รากไม้และวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ต้องการปะปนอยู่ออกจนเห็นว่าไม่มีสิ่งดังกล่าว ปนกับวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง

3.4 ต้นไม้ใหญ่ที่อยู่นอกคันทาง หรืออยู่นอกเชิงลาดดินตัดให้คงไว้ ในกรณีจำเป็นที่จะต้องตัดให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน สำหรับต้นไม้ที่คงไว้ กิ่งที่ยื่นเข้าไปในผิวจราจร และสูงจากระดับผิวจราจรไม่เกิน 6.00 เมตร ให้ตัดกิ่งออกให้เรียบร้อย และให้เหลือโคนกิ่งติดลำต้นยาวไม่เกิน 20เซนติเมตร

3.5 วัสดุจากการถางป่า ขุดตอ ให้นำไปทิ้งตามบริเวณที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

3.6 ตลอดระยะเวลาที่ถางป่า ขุดตอให้ทำด้วยความระมัดระวังในการตัดต้นไม้ ไม่ให้เกิดอันตรายและทำความเสียหายแก่ต้นไม้ที่คงไว้

3.7 หลังจากการถางป่า ขุดตอ ให้ปาดเกลี่ย ปรับแต่ง และเก็บเศษวัสดุไปทิ้งนอกเขตทางให้เรียบร้อย

4. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 218 - 2531: มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)

มยผ. 2113 - 57

มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานการตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

2. นิยาม

"การตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)" หมายถึง การเกลี่ยปรับระดับของพื้นถนนและไหล่ทางเดิมให้ได้ระดับ รวมทั้งเอาวัชพืช และสิ่งสกปรกออกให้หมด

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2104 - 57: มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

4. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิมต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติตาม มยผ. 2104 – 57: มาตรฐานวัสดุคัดเลือกซึ่งได้ผ่านการทดสอบและรับรองให้ใช้ได้แล้ว

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 ให้ใช้รถเกรด หรือเครื่องมืออื่นปรับเกลี่ยแต่งผิวหน้าของคันทางเดิมตลอดความกว้างของคันทางรวมทั้งไหล่ทางทั้งสองข้างด้วย

5.2 ให้เก็บวัชพืช และสิ่งสกปรกบนคันทางเดิมออกให้หมด

5.3 ตอนใดที่สูง ให้ปาดออกให้ได้ระดับและตอนใดเป็นหลุม บ่อ หรือแอ่ง ให้ทำการขุดแต่งแล้วใช้วัสดุคัดเลือกลงบนคันทางเกลี่ยเป็นชั้นๆ ให้สม่ำเสมอตลอดพื้นที่ พรมน้ำแล้วทำการบดอัดแน่นโดยให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Standard Proctor Density ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

5.4 การตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิมเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วผิวของคันทางเดิมต้องเรียบสม่ำเสมอได้ระดับสะอาดและไม่มีแอ่ง หลุม บ่อ

6. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 219 - 2531: มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

มยผ. 2114 - 57

มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

2. นิยาม

"งานถมคันทาง (Embankment : Construction)" หมายถึง การก่อสร้างถมคันทาง การถมขยายคันทาง รวมทั้งการกลบแต่งหลุมบ่อต่างๆ ด้วยวัสดุคันทางที่มีคุณภาพและถูกต้องตามข้อกำหนด จากแหล่งที่ได้รับการเห็นชอบแล้วมาถมเป็นคันทาง โดยการเกลี่ยแต่งและบดอัดให้ได้แนว ระดับ และรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. วัสดุ

4.1 กรณีแบบก่อสร้างไม่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภทดินทั่วไป ตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

4.2 กรณีบริเวณก่อสร้างคันทางมีลักษณะเป็นหนองน้ำ คูน้ำ ที่มีเลนและซากวัสดุตกตะกอนอยู่ ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภทวัสดุมวลรวม หรือวัสดุถมคันทางประเภททราย ตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

4.3 กรณีบริเวณก่อสร้างคันทางมีลักษณะเป็นดินอ่อน มีค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) น้อยกว่าร้อยละ 2 มีเลนและซากวัสดุตกตะกอนอยู่ หรือแบบก่อสร้างระบุให้ใช้ทรายเป็นวัสดุถมคันทาง (Sand Embankment) ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภททรายตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ **4.1**

5.1.1 ก่อนถมดินคันทาง ถ้ามีหลุม แอ่ง หรือโพรงที่เกิดขึ้นจากการถางป่า ขุดตอ ต้องใช้วัสดุที่เหมาะสม กลบแล้วบดอัดให้แน่นสม่ำเสมอเสียก่อน

5.1.2 การถมคันทาง จะต้องถมให้ได้แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

5.1.3 ดินเดิมหรือลาดคันทางของถนนเดิม ซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับคันทางที่จะทำการก่อสร้างใหม่น้อยกว่า 1 เมตร ตามแบบก่อสร้าง หลังจากกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ ออกหมดแล้ว หรือหลังจากการถางป่าและขุดตอแล้ว จะต้องทำการบดอัดดิน 15 เซนติเมตรสุดท้าย วัดจากระดับดินเดิมหรือผิวถนนเดิมลงไป ให้ได้ความแน่นแห้ง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

5.1.4 ก่อนการถมวัสดุชั้นแรกให้ราดน้ำชั้นดินเดิม หรือชั้นคันทางเดิมที่ได้เตรียมไว้แล้วให้เปียกชื้นอย่างสม่ำเสมอโดยตลอด วัสดุที่จะใช้ทำการถมและบดอัดในแต่ละชั้นต้องนำมาเกลี่ย คลุกเคล้าให้เข้ากันก่อน แล้วพรมน้ำตามจำนวนที่ต้องการ ใช้รถเกรด (Motor Grader) ปาดเกลี่ยให้วัสดุมีความชื้นสม่ำเสมอก่อนทำการบดอัดแน่น

5.1.5 การถมคันทางให้ถมเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

5.1.6 ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม ให้ตัดลาดคันทางเดิมเป็นแบบขั้นบันได (Benching) จากปลายเชิงลาดถึงขอบไหล่ทาง มีความกว้างพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ วัสดุที่ตัดนี้ให้เกลี่ยแผ่วัสดุอย่างสม่ำเสมอในแนวราบ โดยให้ดำเนินการก่อสร้างเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

5.1.7 วัสดุที่ใช้ทำคันทางที่อยู่ติดกับท่อ หรือคอสะพาน หรือบริเวณอื่นใดก็ตาม ที่ไม่สามารถบดอัดด้วยเครื่องจักรขนาดใหญ่ได้ทั่วถึง ให้ใช้เครื่องมือบดอัดขนาดเล็กทำการบดอัดได้ ทั้งนี้เครื่องมือและวิธีการบดอัดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน และให้ดำเนินการก่อสร้างเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

5.1.8 ในกรณีที่แบบก่อสร้างไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผิวทางเดิมที่ยังไม่มีผิวถาวรและต้องการจะถมคันทางให้สูงขึ้นอีกไม่เกิน 30 เซนติเมตร จากระดับเดิม จะต้องคราดไถผิวทางเดิมให้ลึกไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดรวมไปกับชั้นใหม่ ที่ถมด้วยวัสดุถมคันทางนั้น ความหนาของชั้นที่คราดไถรวมกับวัสดุใหม่จะต้องมีความหนาของแต่ละชั้นไม่เกิน 20 เซนติเมตร เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว

5.1.9 ในกรณีที่งานชั้นดินเดิมเป็นบริเวณ ไหล่เขา หรือทางลาด หรืองานดินตัด ก่อนทำการถมดินชั้นแรกในบริเวณดังกล่าว ให้ทำการคราดไถชั้นดินเดิมลึกไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร เพื่อการยึดเกาะที่ดีระหว่างชั้นดินเดิมและวัสดุถมคันทาง

5.1.10 เมื่อถมวัสดุจนเสร็จถึงชั้นสุดท้ายแล้ว ให้เกลี่ยวัสดุจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาดและรูปตัดตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง บดทับจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ไม่มีหลุมบ่อ หรือวัสดุที่หลุมหลวมไม่แน่นอยู่บนผิว แล้วก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที

5.2 การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ **4.2**

5.2.1 ให้ทำการถางป่า ขุดตอ และกำจัดวัสดุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากบริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง

5.2.2 ในบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างคันทางที่เป็น คูน้ำ ซึ่งมีเลนหรือวัสดุอื่นที่ไม่ต้องการตกตะกอนทับถมอยู่ จะต้องทำการกำจัดวัสดุดังกล่าวออกจากบริเวณที่จะเป็นฐานรองรับคันทาง (Working Platform) โดยสูบน้ำออก และใช้เครื่องจักรตักหรือปาดเลนออกให้มากที่สุด แล้วใช้วัสดุตามข้อ **4.2** ถมไล่เลน

5.2.3 การถมวัสดุไล่เลนให้เริ่มถมจากแนวกึ่งกลางทางหรือจากเชิงลาดคันทางเดิมออกไปทางด้านข้างจนพ้นบริเวณที่ต้องการโดยไม่มีเลนเหลือตกค้าง อันอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่คันทางได้

5.2.4 การถมวัสดุเพื่อทำเป็นฐานรองรับคันทางชั้นแรก โดยให้ถมวัสดุอยู่เหนือระดับน้ำไม่เกิน 20 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2202 - 57: วิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.2.5 ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม เมื่อดำเนินงานตามข้อ **5.2.2** เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการก่อสร้างคันทางโดยตัดลาดคันทางเดิมออกไปเป็นแบบขั้นบันไดจากปลายเชิงลาดถึงขอบไหล่ทาง มีความกว้างพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ แล้วถมวัสดุเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้วมีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.2.6 เมื่อถมวัสดุจนเสร็จถึงชั้นสุดท้ายแล้ว ให้เกลี่ยวัสดุจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาดและรูปตัดตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง บดทับจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ไม่มีหลุมบ่อ หรือวัสดุที่หลุดหลวม ไม่แน่นอยู่บนผิว แล้วก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที

5.2.7 ให้ทำการป้องกันลาดคันทาง (Slope Protection) เพื่อป้องกันน้ำเซาะด้วยวัสดุ และวิธีการที่เหมาะสมหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

5.3 การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ **4.3**

5.3.1 ให้ทำการถางป่า ขุดตอ และกำจัดวัสดุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากบริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง

5.3.2 ในบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างคันทางที่เป็น คูน้ำ ซึ่งมีเลนหรือวัสดุอื่นที่ไม่ต้องการตกตะกอนทับถมอยู่ จะต้องทำการกำจัดวัสดุดังกล่าวออกจากบริเวณที่จะเป็นฐานรองรับคันทาง (Working Platform) โดยสูบน้ำออก และใช้เครื่องจักรตักหรือปาดเลนออกให้มากที่สุด แล้วใช้วัสดุตามข้อ **4.3** ถมไล่เลน

5.3.3 การถมทรายไล่เลนให้เริ่มถมจากแนวกึ่งกลางทางหรือจากเชิงคันทางเดิมออกไปทางด้านข้างจนพ้นบริเวณที่ต้องการ โดยไม่มีเลนเหลือตกค้าง อันอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่คันทางได้

5.3.4 การถมทรายเพื่อทำเป็นฐานรองรับคันทางชั้นแรก โดยให้ถมวัสดุอยู่เหนือระดับน้ำไม่เกิน 20 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.3.5 ในกรณีที่ดินเดิมเป็นดินอ่อนที่มีอัตราการทรุดตัวสูง การดำเนินงานตามข้อ **4.3.4** ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น จะต้องทิ้งฐานรองรับคันทาง ไว้อย่างน้อย 45 วัน ก่อนที่จะทำการบดอัดให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2202 - 57: วิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.3.6 เมื่อได้ก่อสร้างถมคันทางจนเสร็จชั้นสุดท้ายแล้ว ถ้าไม่ต้องทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาถมทิ้งไว้ (Waiting Period) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ให้เกลี่ยทรายจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัดตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง บดอัดจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ให้ก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที ในกรณีที่ต้องทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาถมทิ้งไว้ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อครบระยะเวลาถมทิ้งไว้ ให้ตรวจสอบระดับผิวชั้นทรายถมคันทางและทำการปรับระดับ เสริมด้วยทรายที่มีคุณภาพถูกต้องก่อสร้างขึ้นมาเป็นชั้นๆ ตามวิธีการข้างต้นจนเสร็จชั้นสุดท้าย เกลี่ยแต่งจนได้แนวระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง บดอัดจนได้ความแน่นตามข้อกำหนดและต้องก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที

5.3.7 ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม เมื่อดำเนินงานตามข้อ **5.3.4** หรือ **5.3.5** เรียบร้อยแล้วให้ทำการก่อสร้างคันทางส่วนที่ขยายโดยทำการตัดเชิงลาดคันทางเดิมออกไปเป็นแบบขั้นบันได แล้วถมทรายเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.3.8 ให้ทำการป้องกันลาดคันทาง เพื่อป้องกันน้ำเซาะตามที่กำหนดโดยเร็วที่สุด โดยปิดทับลาดคันทางด้วยดินเหนียวหนา 20 เซนติเมตร และปลูกหญ้าโดยชนิดปูแผ่นเต็มพื้นที่ลาดคันทาง หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

5.3.9 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างคันทางต้องเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดเบา เช่น รถแทรคเตอร์ (Bull Dozer Tractor) ขนาด D-4 และห้ามบดอัด โดยใช้การสั่นสะเทือนเป็นอันขาด

5.3.10 ในระหว่างก่อสร้างไม่ควรกองวัสดุ หรือจอดเครื่องจักร หรือจอดรถบรรทุกใดๆ บนคันทางส่วนที่ขยายใหม่

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

6.1 งานถมคันทางที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างตามแบบก่อสร้าง และต้องมีค่าระดับช่วง 3.00 เมตร ตามแนวขนาน และตั้งฉากกับศูนย์กลางทาง ต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร การตรวจสอบค่าระดับให้ทำทุกระยะ 25 เมตร

6.2 ค่าระดับก่อสร้างของงานถมคันทาง ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เกิน 1.5 เซนติเมตร และต้องไม่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 220 - 2543: มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

มยผ. 2115 - 57

มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

2. นิยาม

"ดินตัดคันทาง" หมายถึง การขุดตัดวัสดุที่อยู่ในเขตทาง และนำวัสดุที่ไม่ต้องการซึ่งขุดตัดแล้วไปทิ้งในที่เหมาะสม งานตัดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1 งานตัดชนิดที่ไม่ระบุประเภทของวัสดุ ซึ่งหมายถึง การขุดตัดวัสดุชนิดใดๆ ก็ได้ เพื่อการก่อสร้างคันทาง ตบแต่งคันทาง นำวัสดุที่ไม่ต้องการไปทิ้ง และเพื่อการวางอาคารระบายน้ำ

2.2 งานตัดชนิดที่ระบุประเภทของวัสดุ ซึ่งหมายถึง การขุดตัดคันทางที่ระบุประเภทของวัสดุที่จะต้องขุดตัดโดยระบุตามชนิดและเครื่องจักรที่ใช้

3. มาตรฐานอ้างถึง

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

4. วัสดุ

หมายถึง วัสดุที่จะต้องขุดตัดตามข้อ **2.1** และข้อ **2.2** ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 วัสดุที่ไม่ได้ระบุประเภท ให้หมายถึงวัสดุใดๆ ก็ได้ที่ต้องขุดตัด

4.2 วัสดุที่ระบุประเภท ให้หมายถึงวัสดุที่จะขุดตัดต่อไปนี้

4.2.1 ดินและวัสดุคันทางอื่นทั้งหมด ยกเว้นหินผุ และหินแข็ง

4.2.2 หินผุและวัสดุคันทางอื่นทั้งหมด ยกเว้นดิน และหินแข็ง

4.2.3 หินแข็งและวัสดุคันทางอื่นทั้งหมด ยกเว้นดิน และหินผุ

การขุดตัดวัสดุที่ระบุประเภท ให้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ควบคุมงานว่าควรจะใช้เครื่องจักรชนิดใดเหมาะสม

4.3 วัสดุที่ไม่เหมาะสมที่ต้องขุดตัดและนำไปทิ้ง ให้หมายถึงวัสดุดังต่อไปนี้

4.3.1 ดินที่มีปริมาณอินทรีย์สารสูง หินที่เกิดจากการทับถมเน่าเปื่อยของซากพืชต่างๆ ซึ่งมีรากไม้ วัชพืชต่างๆ

4.3.2 ดินอ่อน ดินร่วน ดินไม่มีเสถียรภาพของตัวเอง มีความชื้นสูงเมื่อเปียก และแห้งมากเกินไปเมื่อไม่มีความชื้น ซึ่งทั้งนี้จะต้องอยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานว่าเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมหรือไม่

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 การขุดตัดวัสดุที่อยู่ในเขตทาง ผู้ควบคุมงานพิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นวัสดุที่เหมาะสม ควรจะนำไปใช้ในงานถมคันทางได้ โดยให้ทำการทดสอบคุณสมบัติ ตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) ก่อนนำไปใช้งาน

5.2 สำหรับวัสดุที่ขุดตัดออกมาแล้ว ผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นว่าเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานก็ให้นำออกไปทิ้ง แล้วนำวัสดุที่เหมาะสมมาใส่แทน

5.3 วัสดุที่พิจารณาแล้วเห็นว่า ในการขุดตัดจะเกิดความเสียหายต่อการก่อสร้าง ห้ามทำการขุดตัดโดยเด็ดขาด

5.4 หากแบบก่อสร้างไม่ระบุเป็นอย่างอื่นงานดินตัดคันทางเดิม ระดับของคูระบายน้ำข้างทาง จะต้องอยู่ต่ำกว่าระดับก่อสร้างไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

6.1 งานตัดคันทางก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างตามแบบก่อสร้าง และต้องมีค่าระดับช่วง 3.00 เมตร ตามแนวขนานและตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง ต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร การตรวจสอบค่าระดับให้ทำทุกระยะ 25 เมตร

6.2 ค่าระดับก่อสร้างของงานดินตัดคันทาง ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เกิน 1.5 เซนติเมตร และต้องไม่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 221 - 2543: มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

มยผ. 2116 - 57

มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

2. นิยาม

"งานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)" หมายถึงการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางโดยถมและบดอัดวัสดุรองพื้นทาง ให้ได้รูปร่างและระดับตามแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2102 - 57: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยผ. 2102 – 57: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 ในกรณีที่คันทางเป็นถนนเดิมที่มีผิวจราจรเป็นผิวรองพื้นทางหรือคันทาง

5.1.1 ถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจร เป็นผิวรองพื้นทางหรือคันทางที่ไม่ได้แนวและระดับ ต้องถมแต่งให้ได้แนวและระดับตามรูปแบบที่กำหนด

5.1.2 ถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือคันทางบริเวณใดซึ่งมีดินชั้นล่างอ่อน (SoftSpot) ต้องขุดออกแล้วนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก มาถมบดอัดเป็นชั้นๆ ให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Standard Proctor Densityตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

5.1.3 การเสริมบริเวณใดที่ทำให้ชั้นรองพื้นทางที่เสริมใหม่มีความหนาน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ต้องขุดคุ้ยวัสดุชั้นรองพื้นทางเดิมช่วงนั้นออกไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร แล้วผสมคลุกเคล้ากับวัสดุชั้นรองพื้นทางใหม่ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะทำการบดให้แน่นและได้ระดับตามแบบ

5.2 วัสดุที่หลุดร่อนไม่คงทนหรือที่มีคุณภาพเลวบนถนนเดิม ซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทาง หรือบนคันทางใหม่ต้องกวาดออกให้หมด

5.3 หลุมบ่อต่างๆ บนถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือบนคันทางใหม่ จะต้องกลบและบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก

5.4 เมื่อได้ตบแต่งถนนเดิมที่มีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือคันทางใหม่เรียบร้อยแล้วให้นำวัสดุรองพื้นทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด มาเกลี่ยแผ่บดอัดเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และให้มีความแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.5 บริเวณใดหรือช่วงใด วัสดุรองพื้นทางที่เกลี่ยแผ่บดอัด มีมวลหยาบและมวลละเอียดแยกตัวจากกัน (Segregation) ให้แก้ไขโดยขุดคุ้ย (Scarify) ออกแล้วทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันหรือรื้อออกใส่วัสดุรองพื้นทางที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอแทน

5.6 ในกรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิดมาผสมเป็นวัสดุรองพื้นทางบนที่ก่อสร้างวัสดุแต่ละชนิดนั้นจะต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอและต้องได้รับการตรวจสอบถูกต้องตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทางเสียก่อน จึงจะทำการเกลี่ยแผ่บดอัดได้

5.7 เมื่อทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีผิวหน้าเรียบแน่นสม่ำเสมอมีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

ระดับหลังชั้นรองพื้นทางที่บดอัดแน่นแล้วทุกจุด ยอมให้สูงหรือต่ำกว่าระดับตามแบบก่อสร้างได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร หากช่วงใดตอนใดที่มีระดับผิดไปจากนี้ ให้ตัดส่วนที่เกินออกหรือขุดคุ้ย (Scarify) ออกหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดใหม่ให้แน่นและได้ระดับสม่ำเสมอตามแบบ

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 222 - 2531: มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

มยผ. 2117 - 57

มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานชั้นพื้นทาง (Base)

2. นิยาม

"งานชั้นพื้นทาง (Base)" หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุพื้นทางให้ได้รูปร่างและระดับตามแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2103 - 57: มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยผ. 2103 – 57: มาตรฐานวัสดุพื้นทาง (Base)

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 ต้องตรวจสอบระดับและความเรียบร้อยต่างๆ ของชั้นรองพื้นทางหรือคันทางให้ถูกต้องก่อน

5.2 ถ้าแบบกำหนดความหนาชั้นพื้นทางมากกว่า 15 เซนติเมตร ให้แบ่งทำเป็น 2 ชั้น หนาชั้นละเท่าๆ กันโดยประมาณ

5.3 นำวัสดุพื้นทางลงบนชั้นรองพื้นทางแล้วพ่นน้ำ (Spray) ผสมคลุกเคล้าโดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอและใกล้เคียงกับ Optimum Moisture Content จึงเกลี่ยแผ่แล้วบดอัดทันทีด้วยรถบดล้อยางหรือเครื่องจักรกลบดอัดที่เหมาะสม ให้มีความแน่นสม่ำเสมอไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยผ.2202 - 57 : มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.4 ในระหว่างการบดอัดให้มีการเกลี่ยแต่งช่วยเพื่อให้ผิวหน้าเรียบ ปราศจากหลุมบ่อและวัสดุหลวมๆ และเพื่อให้ผิวหน้าราบเรียบแน่นสม่ำเสมอ ให้บดอัดตบแต่งชั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็ก

5.5 บริเวณใดหรือช่วงใด พบว่าวัสดุพื้นทางเกิดการแยกตัว (Segregation) จากการเกลี่ยแผ่บดอัดจะต้องขุดคุ้ย (Scarify) ออกและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันใหม่ หากมีความชื้นลดลงให้พ่นน้ำเพิ่มเติม หากวัสดุพื้นทางที่ขุดคุ้ยทำการผสมคลุกเคล้าใหม่นั้น ตรวจพบว่าคุณสมบัติไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดจะต้องขนวัสดุนั้นออกและนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ถูกต้องมาใส่แทน

5.6 ในระหว่างก่อสร้าง หากมีน้ำขังหรือเกิดมีฝนตกหรือมีน้ำในพื้นทางมากกว่าปริมาณที่กำหนดเพื่อการบดอัด จนเป็นเหตุให้ชั้นรองพื้นทางเสียหาย ต้องรื้อพื้นทางออกและทำการตบแต่งบดอัดชั้นรองพื้นทางใหม่ให้ถูกต้อง

5.7 เมื่อทำการก่อสร้างพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีหน้าเรียบสม่ำเสมอ มีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

เมื่อวัดสอบด้วยไม้บรรทัดข้างตรง (Straight Edge) ยาว 3.00 เมตร กับผิวหน้าของพื้นทางในทิศทางขนานกับแนวศูนย์กลางทาง ระดับต่างกันต้องไม่เกิน 1.25 เซนติเมตร หากเกินกว่าที่กำหนดนี้ต้องปรับระดับโดยวิธีเสริมพื้นทางที่ต่ำและปาดพื้นทางที่สูงออก บดอัดให้แน่นแล้วเกลี่ยแต่งจนได้ระดับที่กำหนด

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 223 - 2531: มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base)

มยผ. 2118 - 57

มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานไหล่ทาง (Shoulder)

2. นิยาม

"งานไหล่ทาง (Shoulder)" หมายถึง การก่อสร้างไหล่ทางหลังจากการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จแล้ว โดยทำการถมเสริมและบดอัดวัสดุไหล่ทางตามแนวบริเวณที่จะทำไหล่ทางบนขอบชั้นรองพื้นทางขึ้นมาจนได้ระดับตามรูปแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2105 - 57: มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยผ. 2105 - 57: มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 วัสดุที่นำมาใช้จะต้องผสมน้ำและคลุกเคล้าจนเรียบร้อยแล้วจาก Stockpile โดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอใกล้เคียงกับความชื้นที่ Optimum Moisture Content และนำมาเกลี่ยถมแต่งบดอัดทันที ถ้านำวัสดุที่จะใช้มาทำการผสมคลุกเคล้ากับน้ำบนชั้นรองพื้นทาง ส่วนที่จะทำไหล่ทางต้องกระทำด้วยความระมัดระวังต้องมิให้โครงสร้างทางส่วนอื่นเสียหาย หากเกิดเสียหายขึ้นจะต้องทำการแก้ไขส่วนนั้นๆ ให้ถูกต้องเรียบร้อย

5.2 ให้นำวัสดุไหล่ทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยแผ่บดอัดเป็นชั้นๆ หนาชั้นละไม่เกิน 15 เซนติเมตร และแต่ละชั้นให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยผ. 2202 – 57 : มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.3 เมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ต้องมีผิวหน้าเรียบและความแน่นสม่ำเสมอตลอดแนว โดยเฉพาะที่รอยต่อระหว่างพื้นทางกับไหล่ทาง

5.4 ในกรณีฤดูฝนไม่ควรก่อสร้างไหล่ทางก่อนทำพื้นทาง เพราะจะทำให้ชั้นรองพื้นทางเสียหาย อันเนื่องมาจากน้ำขังบนชั้นรองพื้นทาง

6. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 224 - 2531: มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder)

มยผ. 2121 - 57

มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานไพรมโคท (Prime Coat)

2. นิยาม

"งาน Prime Coat" หมายถึง การราดยางแอสฟัลต์ลงบนพื้นทางที่ได้ตบแต่งและเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้วัสดุผิวหน้าของพื้นทางเกาะยึดได้ดีและช่วยป้องกันน้ำมิให้ไหลซึมเข้าไปในพื้นทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1204 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1205 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

3.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

4. วัสดุ

4.1 แอสฟัลต์เหลวที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานแอสฟัลต์แต่ละประเภทและเกรด ดังนี้

4.1.1 Cut Back Asphalt ได้แก่ MC.-30, MC.-70 ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

4.1.2 Asphalt Emulsions ได้แก่ CSS-1, CSS-1h ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

ตารางอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ราด

ชนิดของแอสฟัลต์	อุณหภูมิ	
	°C	°F
MC.-30	30-90	85-190
MC.-70	50-110	120-225
CSS-1	20-70	70-160
CSS-1h	20-70	70-160

4.1.3 ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ประมาณ 0.8-1.4 ลิตรต่อตารางเมตร จำนวนยางที่ราดจะมีปริมาณเท่าไรขึ้นอยู่กับลักษณะผิวของพื้นทางให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน

4.1.4 สูตรการคำนวณปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ทำPrime Coat

ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ทำ $\mathbf{Prime\ \ Coat} = \frac{P}{R}\left(1-\frac{\gamma}{G}\right)$ ลิตร/ตารางเมตร

เมื่อ $\boldsymbol{P}$ = ความลึกที่จะให้ยางแอสฟัลต์ซึมลงไปเป็นมิลลิเมตร

$\boldsymbol{R}$ = ค่าของ Residual Asphalt $\boldsymbol{P}$

γ = ความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรของวัสดุพื้นทาง Modified Proctor ตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน(Modified Compaction Test)

$\boldsymbol{G}$ = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) ของวัสดุพื้นทาง

- ค่า $\boldsymbol{P}$ ขึ้นอยู่กับความพรุน (Porosity) ของวัสดุพื้นทาง ชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์ที่ใช้ราด สำหรับค่า แนะนำให้ใช้เท่ากับ 4.5 มิลลิเมตร แทนค่าในสูตรข้างบนคำนวณอัตรายางแอสฟัลต์ที่จะใช้ราด และทดลองราดยางแอสฟัลต์ตามปริมาณที่คำนวณได้ ถ้าเห็นว่ามีปริมาณยางแอสฟัลต์มากหรือน้อยไปยังไม่พอเหมาะให้เปลี่ยนค่า $\boldsymbol{P}$ ใหม่หรือเปลี่ยนชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์ตามความเหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าอัตรายางแอสฟัลต์เมื่อใช้ราดแล้วมีปริมาณที่พอเหมาะต่อไป

- ค่า $\boldsymbol{R}$ ให้ใช้ตามตาราง ดังนี้

ชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์	$\boldsymbol{R}$
MC.–30	0.62
MC.–70	0.73
CSS-1	0.75
CSS-1h	0.75

- ค่า ให้คำนวณจากสูตร

$$G = \frac{P1+P2}{\frac{P1}{G1}+\frac{P2}{G2}}$$ หรือเท่ากับ $$\frac{100}{\frac{P1}{G1}+\frac{P2}{G2}}$$

เมื่อ $P1$ = คือส่วนของวัสดุพื้นทางที่ค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) เป็นร้อยละตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

$P2$ = คือส่วนของวัสดุพื้นทางที่ผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) เป็นร้อยละตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

$G1$ = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุพื้นทางชนิดหยาบซึ่งค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ตาม มยผ. 1204 – 50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

$G2$ = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุพื้นทางชนิดละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ตาม มยผ. 1205 – 50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

4.2 ทรายละเอียดถ้ามีความจำเป็นที่จะทับหน้า Prime Coat ทรายที่ใช้จะต้องมีส่วนละเอียดผ่านตะแกรง เบอร์ 4 ไม่มีหญ้าหรือวัสดุอื่นเจือปน และจะต้องได้รับการยินยอมอนุญาตให้สาดทรายได้จากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 การทำ Prime Coat ด้วยยาง Cut Back

5.1.1 พื้นทางที่จะ Prime Coat ผิวหน้าจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและหินที่หลุดหรือวัสดุอื่นใดโดยการกวาดและเป่าเศษวัสดุออกด้วยเครื่องจักร หรือวิธีอื่นที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

5.1.2 ถ้าผิวหน้าของพื้นทางแห้งและมีฝุ่นเกาะให้พรมน้ำ (Spray) บางๆเล็กน้อยก่อนราดยาง (Prime)

5.1.3 เครื่องพ่นยางและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการ Prime Coatต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อควบคุมอัตราจำนวนยางที่ราดบนพื้นทางได้สม่ำเสมอ

5.1.4 การราดยางควรราดให้เต็มความกว้างของถนน หากจำเป็นจะราดยางทีละครึ่งของความกว้างหรือทีละช่องทางวิ่งก็ได้

5.1.5 พื้นบริเวณรอยต่อการราดยางต่อเนื่องแต่ละครั้งต้องมีอัตรายางสม่ำเสมอโดยเฉพาะรอยต่อตามขวางที่ราดโดยวิธีการใช้ท่อพ่นยาง (Spray Bar) ที่ติดกับรถวิ่งราดให้ใช้กระดาษแข็งหรือวัสดุที่ไม่ดูดซึมกว้างไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร ปิดผิวยางที่ราดไปแล้ว

5.1.6 หลังจากราดยางแล้วให้ทิ้งบ่ม (Curing) ยางไว้ 24-48 ชั่วโมง โดยไม่ให้ยวดยานวิ่งผ่านเข้าไปในบริเวณที่ราดไว้เป็นอันขาดหลังจากพ้นกำหนดเวลานี้แล้วถ้าจะอนุญาตให้ยวดยานวิ่งผ่านได้หากมียางส่วนเกินเหลือปรากฏอยู่ให้ใช้ทรายละเอียดสาดซับบางส่วนที่เกินให้แห้งได้

ในกรณีที่จำเป็นจริงๆ เช่น ทางเข้าบ้านหรือทางแยกที่มียวดยานผ่าน การทำ Prime Coat ธรรมดาโดยทั่วไปในภาวะอากาศแจ่มใส ปราศจากฝน พื้นทางแห้งหรือวัสดุพื้นทางมีความชื้น (Moisture Content) ไม่เกินร้อยละ 5 ให้ใช้ยาง Cut Back และชนิดยาง Cut Back ที่จะใช้นั้น แล้วแต่ลักษณะของสภาพพื้นทาง ความแน่น เวลา และการจราจรของเส้นทางนั้นๆ ส่วนพื้นทางที่มีความชื้นสูง เปียก (ไม่แฉะ) สภาวะอากาศไม่ดี หรือมีลักษณะความจำเป็นเร่งด่วน อนุญาตให้ใช้ยาง Asphalt Emulsions ได้ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

5.2 การทำPrime Coat ด้วยยาง Asphalt Emulsions

5.2.1 พื้นทางที่จะPrime Coatผิวหน้าจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นหรือหินที่หลุดหรือวัสดุอื่นใดและผู้ควบคุมงานตรวจสอบเห็นชอบแล้ว

5.2.2 ถ้าผิวหน้าของพื้นทางแห้งต้องพรมน้ำให้เปียกชื้นเสียก่อน

5.2.3 เครื่องพ่นยางและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการ Prime Coat ต้องได้รับการตรวจสอบ เพื่อควบคุมอัตราจำนวนยางที่ราดบนพื้นผิวทางได้สม่ำเสมอ

5.2.4 เมื่อราดยาง (Prime) แล้วต้องทิ้งไว้จนกว่า Asphalt จะแยกตัวออกเสียก่อน จึงจะทำชั้นผิวทางได้ การแยกตัวของ Emulsified Asphalt คือส่วนผสมของน้ำที่อยู่ใน Emulsion ระเหยออกไป จะสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของ Emulsion ซึ่งปกติมีสีน้ำตาลเข้มเปลี่ยนเป็นสีดำ การแยกตัวนี้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของ Emulsions Asphalt ในอุณหภูมิธรรมดาจะใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

5.2.5 เมื่อ Asphalt แยกตัวแล้ว ถ้ายังไม่สามารถทำผิวทางได้ทันที มีความจำเป็นต้องเปิดให้ยวดยานวิ่งบนชั้น Prime Coat ให้ใช้ทรายละเอียดสาดปิดหน้าได้

5.2.6 ห้ามราดยาง (Prime Emulsion) ในขณะที่มีฝนตกเป็นอันขาด และเมื่อราดยาง (Prime) แล้วใหม่ๆ ก่อนที่ Emulsion จะแตกตัว ถ้ามีฝนตกมากน้ำฝนจะชะบางส่วนของ Emulsion บนผิวหน้าออกไปจะต้องทำการราด Emulsion เพิ่มเติมในส่วนนั้นใหม่

6. ข้อควรระวัง

6.1 ยาง Cut Back Asphalt เป็นยางชนิดติดไฟได้ง่ายมาก ดังนั้นในขณะต้มยางหรือขณะทำการราดยางจะต้องระมัดระวังมิให้มีเปลวไฟจากภายนอกมาถูกยางได้

6.2 ยาง Emulsified Asphalt เป็น Asphalt ที่แตกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ กระจายอยู่ในสารละลายซึ่งประกอบด้วยน้ำ อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (Emulsifying Agent) และอื่นๆ ผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะง่ายต่อการแยกตัวจึงต้องระมัดระวัง ดังนี้

6.2.1 การขนส่งต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมิให้ถังบรรจุ Emulsion ได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงมาก เพราะอาจจะทำให้เกิดการแยกตัวขึ้น

6.2.2 Emulsion ชนิดบรรจุถังถ้าเก็บไว้นานๆ จะต้องกลิ้งถังไปมาทุกด้านหลายๆ ครั้งเป็นประจำอย่างน้อยอาทิตย์ละครั้ง เพื่อให้ Emulsion มีลักษณะเหลวเป็นเนื้อเดียวกันทั่วทั้งถัง

6.2.3 เมื่อเปิดถังบรรจุ Emulsion ออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาให้แน่น มิฉะนั้นน้ำในส่วนผสม Emulsion จะระเหยทำให้ Asphalt เกิดการแยกตัวและหมดคุณภาพ

6.2.4 ทุกครั้งที่บรรจุ Emulsion ลงในรถราดยางหรือเครื่องพ่นยาง ควรใช้ให้หมดแล้วใช้น้ำสะอาดล้างให้สะอาด โดยเฉพาะที่ Spray bar เพราะถ้าไม่ล้างออกทันที Asphalt จะแยกตัวเกาะติดแน่น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานของวันต่อไป และป้องกันการกัดกร่อนของกรดใน Emulsion

6.2.5 Emulsion ต้องเหลวมีเนื้อเดียวกันและมีสีน้ำตาลเข้ม ถ้าหากมีลักษณะเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ให้ใช้ไม้พายกวนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะนำไปใช้ได้ ถ้าหากกวนผสมแล้ว Emulsion ไม่เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แสดงว่า Emulsion นั้นเสื่อมคุณภาพ ห้ามนำไปใช้เป็นอันขาด

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 225 - 2531: มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat)

มยพ. 2122 - 57

มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานแทคโคท (Tack Coat)

2. นิยาม

"แทคโคท (Tack Coat)" หมายถึงการราดยางแอสฟัลต์ชนิดเหลว (Liquid Asphalt) บนไพรมโคทเดิมบนผิวทางเดิมและบนพื้นทางเดิมชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตตามชนิดเกรด อุณหภูมิ ปริมาณเครื่องจักร และเครื่องมือที่กำหนดให้เพื่อทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวชั้นผิวทางหรือชั้นพื้นทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังจะก่อสร้างใหม่

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

3.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

4. วัสดุ

วัสดุที่ใช้แทคโคทต้องเป็นวัสดุยางแอสฟัลต์ชนิดเหลวที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานของวัสดุยางแอสฟัลต์ต่อไปนี้

4.1 วัสดุยางคัตแบกแอสฟัลต์ชนิดบ่มเร็ว (Rapid Curing Cut-Back Asphalt) ซึ่งได้แก่ RC-70, RC-250 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865 : มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

4.2 วัสดุยางแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cationic Asphalt Emulsion) ซึ่งได้แก่ CRS-1, CRS-2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน วัสดุในข้อ **4.1** และ **4.2** ดังกล่าว ต้องได้ผ่านการทดสอบคุณสมบัติ และรับรองให้ใช้ได้แล้ว

4.3 อุณหภูมิของวัสดุยางแอสฟัลต์ดังกล่าวที่ใช้ราดทำแทคโคท ให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังนี้

ชนิดของยาง	อุณหภูมิที่ใช้ราด	
	°C	°F
RC-70	50–110	120–225
RC–250	75 – 130	165 - 270
CRS–1	50–85	125– 185
CRS–2	50–85	125– 185

4.4 ข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับวัสดุยาง Cationic Asphalt Emulsion

4.4.1 ในกรณีที่ผสมยางแอสฟัลต์กับน้ำเข้าด้วยกันตามอัตราที่กำหนดให้เรียบร้อยแล้วให้นำไปใช้งานให้หมด ถ้าเหลือแล้วยางแอสฟัลต์เกิดแตกตัว จะนำมาใช้อีกไม่ได้

4.4.2 ข้อควรปฏิบัติอื่นนอกเหนือจากข้อ **4.4.1** ให้ปฏิบัติตามข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับยาง Cationic Asphalt Emulsion ในเรื่องไพรมโคท (Prime Coat) ทุกประการ

4.4.3 ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ราด ให้ใช้ตามที่กำหนด ดังนี้

4.4.3.1 กรณีที่พื้นผิวเดิมเป็นไพรมโคท ใช้ RC-70 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตรต่อตารางเมตร หรือใช้ CRS-1 ผสมน้ำเท่าตัวในอัตรา 0.2-0.6 ลิตรต่อตารางเมตร

4.4.3.2 กรณีที่พื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ หรือเป็นผิวจราจรแบบเพเนเตรชั่นแมคคาดัม ใช้ RC-250 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตรต่อตารางเมตร

4.4.3.3 ในกรณีที่พื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต หรือเป็นพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตใช้ RC-70 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตรต่อตารางเมตร ใช้ CRS-2 ผสมน้ำเท่าตัวในอัตรา 0.2-0.6 ลิตรต่อตารางเมตร

5. วิธีการก่อสร้าง แบ่งเป็น 2 ตอน

5.1 การเตรียมพื้นผิวเดิม

5.1.1 ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นไพรมโคทที่ทำทิ้งไว้นาน เมื่อจะทำผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ผิวจะไม่ยึดติดกับไพรมโคทเดิม ทำให้การอุด ปะ หลุมบนผิวไพรมโคท (ถ้ามี) ด้วย Hot Mixed หรือ Premixed แล้วบดอัดแน่นให้เรียบร้อย แล้วใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดฝุ่นออกจนหมดและไม่ทำให้ผิวไพรมโคทเดิมเสียหาย เสร็จแล้วใช้เครื่องเป่าลม ทำการเป่าฝุ่นออกให้หมด

5.1.2 ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์หรือผิวจราจรแบบเพเนเตรชั่นแมคคาดัม ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดฝุ่นและหินที่หลุดลอยออกจนหมด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกให้หมด

5.1.3 ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตหรือเป็นพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นหรือเครื่องเป่าลมกวาด หรือเป่าฝุ่นออกให้หมด

5.2 การราดยางแอสฟัลต์

5.2.1 ใช้เครื่องราดยางแอสฟัลต์ซึ่งเตรียมพร้อมที่จะทำงาน ดำเนินการราดยางแอสฟัลต์ ตามชนิดเกรด อุณหภูมิ และอัตรา ที่กำหนดไว้ให้แล้วข้างต้น ถ้าพื้นที่ซึ่งจะทำแทคโคทมีปริมาณน้อย ให้ใช้เครื่องพ่นด้วยมือราดยางแอสฟัลต์ได้ แต่ถ้าไม่มีเครื่องพ่นด้วยมือ ให้ใช้ภาชนะใส่ยางแอสฟัลต์สลัดราดบางๆ ให้ทั่วพื้นที่ แล้วใช้รถบดล้อยางบดทับไปมาเพื่อที่จะให้ยางแอสฟัลต์กระจายบนพื้นที่โดยสม่ำเสมอ

5.2.2 เมื่อราดยางแอสฟัลต์ทำแทคโคทแล้วให้ทิ้งไว้ประมาณ 10-18 ชั่วโมง เพื่อที่จะให้ Volatile Matter ใน Rapid Curing Cut-BackAsphalt ระเหยออกไปและน้ำใน Cationic Asphalt Emulsion ระเหยออกไปเช่นกัน จึงจะทำผิวชั้นต่อไปได้

5.2.3 ให้ปิดการจราจรห้ามยวดยานผ่านหลังจากทำแทคโคทแล้ว จนกว่าจะทำการก่อสร้างผิวทางหรือพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตเสร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 227 - 2531: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

มยผ. 2131 - 57

มาตรฐานงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

2. นิยาม

"แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)" หมายถึง วัสดุที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวม (Aggregate) กับแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement) ที่โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plant) โดยการควบคุมอัตราส่วนผสมและอุณหภูมิตามที่กำหนด มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในงานก่อสร้าง งานบูรณะและบำรุงทาง โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับ บนชั้นทางใด ๆ ที่ได้เตรียมไว้และผ่านการตรวจสอบแล้ว ให้ถูกต้องตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2109 – 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2122-57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

3.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 851: แอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง

3.5 The American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO T 195 – 67: Standard Method of Test for Determining Degree of Particle Coating of Bituminous-Aggregate Mixtures

4. วัสดุ

4.1 แอสฟัลต์ ในกรณีที่ไม่ได้ระบุชนิดของแอสฟัลต์ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.851: แอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง การใช้แอสฟัลต์อื่นๆ หรือแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใดๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเท่าหรือดีกว่า ทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและพิจารณาความเหมาะสม รวมทั้งต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นกรณีไป สำหรับปริมาณการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์โดยประมาณ ให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

4.2 วัสดุมวลรวม ให้เป็นไปตาม มยผ. 2109 – 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

5. การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

5.1 ก่อนเริ่มงานไม่น้อยกว่า 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต่อผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุที่จะใช้จากแหล่งที่ระบุในเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่งให้กรมโยธาธิการและผังเมือง หรือหน่วยงานที่เชื่อถือได้ รวมทั้งส่งเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมาพร้อมกันเพื่อทำการตรวจสอบด้วย หรือผู้รับจ้างอาจร้องขอให้หน่วยงานที่เชื่อถือได้เป็นผู้ออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ก็ได้ สำหรับค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

5.2 คุณภาพทั่วไปของวัสดุที่จะใช้ทำแอสฟัลต์คอนกรีตให้เป็นไปตามข้อ 2 ส่วนขนาดคละและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

5.3 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

5.4 กรมโยธาธิการและผังเมือง จะเป็นผู้ตรวจสอบเอกสารการออกแบบ หรือทำการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต พร้อมทั้งพิจารณากำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ซึ่งมีขอบเขตต่างๆ ตามตารางที่ 2 เพื่อใช้ควบคุมงานนั้นๆ กรณีที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นควรให้กำหนดขอบเขตของสูตรส่วนผสมเฉพาะงานแตกต่างไปจากตารางที่ 2 ก็สามารถดำเนินการได้ตามความเหมาะสม

5.5 ในการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ถ้ามวลรวมขนาดหนึ่งขนาดใด หรือปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ หรือคุณสมบัติอื่นใด คลาดเคลื่อนเกินกว่าขอบเขตที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน จะถือว่าส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้น มีคุณภาพไม่ถูกต้องตามที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข สำหรับค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

5.6 ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ถ้าวัสดุที่ใช้ผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตาม การเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

5.7 กรมโยธาธิการและผังเมืองอาจตรวจสอบ แก้ไข เปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หรือกำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ตามความเหมาะสมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

5.8 การทดสอบและตรวจสอบ การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวมและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้

ขนาดที่ใช้เรียก	มิลลิเมตร (นิ้ว)	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19.0 (3/4)	25.0 (1)
สำหรับชั้นทาง		Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course
ความหนา (มิลลิเมตร)		25-35	40-70	40-80	70-100
ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	(นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
37.5	(1 ½)				100
25.0	(1)			100	90-100
19.0	(3/4)		100	90-100	-
12.5	(1/2)	100	80-100	-	56-80
9.5	(3/8)	90-100	-	56-80	-
4.75	(เบอร์ 4)	55-85	44-74	35-65	29-59
2.36	(เบอร์ 8)	32-67	28-58	23-49	19-45
1.18	(เบอร์ 16)	-	-	-	-
0.600	(เบอร์ 30)	-	-	-	-
0.300	(เบอร์ 50)	7-23	5-21	5-19	5-17
0.150	(เบอร์ 100)	-	-	-	-
0.075	(เบอร์ 200)	2-10	2-10	2-8	1-7
ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ ร้อยละโดยมวลของมวลรวม		4.0-8.0	3.0-7.0	3.0-6.5	3.0-6.0

หมายเหตุ กรมโยธาธิการและผังเมือง อาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวม และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้แตกต่างจากตารางที่ 1 ก็ได้ ทั้งนี้แอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้ต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงถูกต้องตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

รายการ	ชั้นทาง				
	Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course	Shoulder
Aggregate Size	9.5 mm.	12.5 mm.	19.0 mm.	25.0 mm.	
Blows	75	75	75	75	75
Stability Min. , N	8,006	8,006	8,006	7,117	7,117
Stability Min. , lb	1,800	1,800	1,800	1,600	1,600
Flow 0.25 mm. (0.01 in)	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
Percent Air Voids	3-5	3-5	3-6	3-6	3-5
Percent Voids in Mineral Aggregate (VMA) Min.	15	14	13	12	14
Stability / Flow Min., N/0.25 mm.	712	712	712	645	645
Stability / Flow Min., lb./0.01 in.	160	160	160	145	145
Percent Strength Index Min.	75	75	75	75	75

หมายเหตุ **(1)** การทดสอบเพื่อออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

(2) การออกแบบไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ตามข้อกำหนดในตารางที่ **2** ให้ใช้มวลรวมขนาด 12.5 มิลลิเมตร ยกเว้นกรณีที่แบบกำหนดให้ชั้น Binder Course เป็นไหล่ทางด้วย ให้ใช้ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้น Binder Course เป็นข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของไหล่ทาง

(3) การทดสอบหาค่า Percent Strength Index ใช้วิธี Ontario Vacuum Immersion Marshall Test หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า การทดสอบรายการนี้กรมโยธาธิการและผังเมือง จะพิจารณาทำการทดสอบใหม่ได้ตามความเหมาะสมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

ผ่านตะแกรงขนาด	ร้อยละ
2.36 มม. (เบอร์ 8) และขนาดใหญ่กว่า	±5
1.18 มม. (เบอร์ 16) 0.600 มม. (เบอร์ 30) และ 0.300 มม. (เบอร์ 50)	±4
0.150 มม. (เบอร์ 100)	±3
0.075 มม. (เบอร์ 200)	±2
ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์	±0.3

6. เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งาน จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและตรวจปรับ โดยผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิด ให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ

6.1 โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plant)

ผู้รับจ้างควรมีโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งตั้งอยู่ในสายทางที่ก่อสร้าง หากจำเป็นอาจตั้งอยู่นอกสายทางภายในระยะขนส่งเฉลี่ย 80 กิโลเมตร หรือใช้ระยะเวลาขนส่งไม่เกิน 2 ชั่วโมง หรือตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ตามที่กำหนด โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตนี้ควรมีกำลังการผลิต (Rated Capacity) ไม่น้อยกว่า 60 ตันต่อชั่วโมง โดยจะเป็นแบบชุด (Batch Type) หรือแบบส่วนผสมต่อเนื่อง (Continuous Type) ก็ได้ และสามารถผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อป้อนเครื่องปู (Paver) ให้สามารถปูได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นส่วนผสมที่มีคุณภาพสม่ำเสมอตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน โดยมีอุณหภูมิถูกต้องตามข้อกำหนดด้วย

โรงงานผสมต้องมีห้องปฏิบัติการทดสอบให้อยู่ในบริเวณที่สามารถมองเห็นการทำงานของโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากห้องนั้นได้ และต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบที่ได้มาตรฐานและมีสภาพดี และจะต้องอนุญาตให้ผู้ควบคุมงานใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างการก่อสร้างได้

โรงงานผสมนี้จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดีและอย่างน้อยต้องมีเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

6.1.1 อุปกรณ์สำหรับการเตรียมแอสฟัลต์ (Equipment for Preparation of Asphalt)

โรงงานผสมต้องมีถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Storage Tank) ซึ่งมีอุปกรณ์ให้ความร้อนประเภทท่อเวียนไอน้ำร้อนหรือน้ำมันร้อน (Steam or Oil Coil) หรือประเภทใช้ไฟฟ้า (Electricity) หรือประเภทอื่นใดที่ไม่มีเปลวไฟสัมผัสกับถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยตรง อุปกรณ์ทุกประเภทต้องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้ได้ตรงตามข้อกำหนดและต้องมีระบบทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ไหลเวียน (Circulation System) ที่เหมาะสมที่ทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ไหลเวียนได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาขณะทำงาน พร้อมกันนี้ต้องมีอุปกรณ์ให้หรือรักษาความร้อนที่ระบบท่อ

ไหลเวียน โดยอาจเป็นประเภทใช้ไอน้ำ (Steam Jacket) หรือน้ำมันร้อน (Hot Oil Jacket) หรือประเภทฉนวนรักษาความร้อน (Insulation) เพื่อรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ในท่อส่งแอสฟัลต์ มาตรวัดแอสฟัลต์ ท่อพ่นแอสฟัลต์ ถังบรรจุแอสฟัลต์ และอื่นๆ ให้มีอุณหภูมิตามที่กำหนด ปลายท่อไหลเวียนแอสฟัลต์ต้องอยู่ที่ใต้ระดับแอสฟัลต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ขณะปั๊มแอสฟัลต์ทำงาน

6.1.2 ยุ้งหินเย็น (Cold Bin) และเครื่องป้อนหินเย็น (Aggregate Feeder) โรงงานผสมต้องมียุ้งหินเย็นไม่น้อยกว่า4 ยุ้ง สำหรับแยกใส่วัสดุหินหรือวัสดุอื่นๆ แต่ละขนาดช่องเปิด ปากยุ้งจะต้องเป็นแบบปรับได้ ยุ้งหินเย็นต้องประกอบด้วยเครื่องป้อนหินเย็นแบบที่เหมาะสมสามารถป้อนหินเย็นได้อย่างสม่ำเสมอไปยังหม้อเผา (Dryer) ได้ถูกต้องตามอัตราส่วนที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องป้อนหินเย็นสำหรับยุ้งมวลละเอียด เช่น หิน ฝุ่น หรือทราย จะต้องเป็นแบบสายพานยาวต่อเนื่อง หรือสายพานอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า

6.1.3 หม้อเผา (Dryer) โรงงานผสมต้องมีหม้อเผาอยู่ในสภาพดี มีประสิทธิภาพในการทำงานดี พอที่จะทำให้มวลรวมแห้งและมีอุณหภูมิตามที่กำหนด โดยต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิที่เหมาะสม เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) ที่อ่านอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 2.5 องศาเซลเซียส ติดตั้งอยู่ที่ปากทางที่มวลรวมเคลื่อนตัวออกและจะต้องมีเครื่องบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่วัดได้โดยอัตโนมัติ

6.1.4 ชุดตะแกรงร่อน (Screening Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดตะแกรงร่อนมวลรวมที่ผ่านมาจากหม้อเผาเพื่อแยกมวลรวมเป็นขนาดต่างๆ ตามที่ต้องการ โดยในชุดตะแกรงร่อนนี้ต้องประกอบด้วยตะแกรงคัด (Scalping Screen) สำหรับคัดมวลรวมก้อนโตเกินขนาดที่กำหนด (Oversize) ออกทิ้ง ตะแกรงทุกขนาดต้องอยู่ในสภาพดี เหล็กตะแกรงไม่ขาดหรือสึกหรอมากเกินไป อันจะทำให้มวลรวมที่ร่อนออกมาผิดขนาดไปจากที่ต้องการ

6.1.5 ยุ้งหินร้อน (Hot Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งหินร้อนอย่างน้อย 4 ยุ้ง ทั้งนี้ไม่รวมยุ้งวัสดุผสมแทรก สำหรับเก็บมวลรวมร้อนที่ผ่านตะแกรงแยกขนาดแล้ว ยุ้งหินร้อนนี้ต้องมีผนังแข็งแรงไม่มีรอยรั่ว มีความสูงพอที่จะป้องกันไม่ให้มวลรวมไหลข้ามยุ้งไปปะปนกันได้ และต้องมีความจุมากพอที่จะป้อนมวลรวมร้อนให้กับห้องผสม (Pugmill Mixer) ได้อย่างสม่ำเสมอเมื่อโรงงานผสมทำการผสมเต็มกำลังผลิต ในแต่ละยุ้งต้องมีท่อสำหรับให้มวลรวมไหลออกไปข้างนอก เพื่อป้องกันไม่ให้ไปผสมกับมวลรวมที่อยู่ในยุ้งอื่นๆ ในกรณีที่มีมวลรวมในยุ้งนั้น ๆ มากเกินไป

6.1.6 ยุ้งเก็บวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler Storage Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งเก็บวัสดุผสมแทรกต่างหาก พร้อมกับมีเครื่องชั่ง หรือเครื่องป้อนวัสดุผสมแทรก ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณวัสดุเข้าสู่ห้อง ผสมอย่างถูกต้องและสามารถปรับเทียบ (Calibrate) ได้

6.1.7 เครื่องเก็บฝุ่น (Dust Collector) โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่น สำหรับเก็บวัสดุส่วนละเอียดหรือฝุ่นที่มีประสิทธิภาพดีและเหมาะสมที่สามารถเก็บฝุ่นกลับไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอหรือนำไปทิ้งได้ทั้งหมดหรือบางส่วน และเครื่องเก็บฝุ่นดังกล่าวต้องสามารถควบคุมฝุ่นไม่ให้มีฝุ่นเหลือออกสู่อากาศภายนอกมากจนทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่นทั้งชุดหลัก (Primary) และ

ชุดรอง (Secondary) ชุดหลักให้เป็นแบบแห้ง (Dry Type) และชุดรองเป็นแบบเปียก (Wet Type) หรือแบบอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพทัดเทียมกัน

6.1.8 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometric Equipment) โรงงานผสมต้องมีเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะ (Armoured Thermometer) หรือแบบอื่นใด ซึ่งวัดอุณหภูมิได้ระหว่าง 90-200 องศาเซลเซียส ติดตั้งไว้ที่ท่อส่งแอสฟัลต์ที่ตำแหน่งที่เหมาะสมใกล้ทางออกของแอสฟัลต์ที่ห้องผสม นอกจากนี้จะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบใช้ปรอทชนิดมีหน้าปัด (Dial Scale Mercury Activated Thermometer) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) หรือแบบอื่นๆ ที่เหมาะสม ที่สถาบันที่เชื่อถือได้หรือกรมโยธาธิการและผังเมืองอนุญาตให้ใช้ได้ ติดตั้งที่ปลายทางออกของมวลรวม เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของมวลรวมร้อนที่ออกจากหม้อเผา เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดใดๆ ที่ใช้ต้องมีความสามารถแสดงอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง เมื่อมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเร็วกว่า 5 องศาเซลเซียสต่อนาที

6.1.9 ชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Control Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ ซึ่งอาจใช้วิธีชั่งน้ำหนักหรือวิธีวัดปริมาตรก็ได้ แต่ต้องสามารถควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน กรณีใช้วิธีชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งที่ใช้ต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ของน้ำหนักแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการใช้ผสม กรณีที่ใช้วิธีวัดปริมาตร มาตรที่ใช้วัดอัตราการไหลของแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปล่อยเข้าสู่ห้องผสมจะต้องเที่ยงตรง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนจากปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการใช้เมื่อเทียบเป็นน้ำหนักไม่เกินร้อยละ 2

6.1.10 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบชุด

(1) ถังชั่งมวลรวม (Weigh Box or Hopper) โรงงานผสมแบบชุดต้องมีอุปกรณ์สำหรับชั่งมวลรวมที่ปล่อยออกมาแต่ละยุ้งได้อย่างละเอียดถูกต้อง ถังชั่งน้ำหนักต้องแขวนอยู่กับเครื่องชั่ง และต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุมวลรวมได้เต็มชุด (Batch) โดยมวลรวมไม่ล้นถัง ถังชั่งน้ำหนักจะต้องวางบนฟัลครัม (Fulcrum) ซึ่งวางอยู่บนขอบใบมีด (Knife Edge) อย่างแน่นหนาอีกทีหนึ่งซึ่งขณะทำงานฟัลครัมและขอบใบมีดต้องไม่เคลื่อนตัวออกจากแนวเดิม ประตูยุ้งหินร้อนและถังชั่งน้ำหนักต้องแข็งแรงและไม่รั่ว

(2) ห้องผสม (Pugmill Mixer) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบชุดนี้จะต้องเป็นชนิดมีเพลาผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์ได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอ ประตูปล่อยส่วนผสมเมื่อปิดจะต้องปิดให้สนิทโดยไม่มีวัสดุรั่วไหล ต้องมีเครื่องตั้งเวลา และควบคุมเวลาการผสมเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะควบคุมไม่ให้ประตูห้องผสมเปิดจนกว่าจะได้เวลาตามที่กำหนดไว้ ภายในห้องผสมจะประกอบด้วยใบพาย (Paddle Tip) ที่มีจำนวนเพียงพอ จัดเรียงตัวกันอย่างเหมาะสม สามารถผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้อย่างถูกต้องสม่ำเสมอ ระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด

(3) เครื่องชั่ง (Plant Scale) เครื่องชั่งต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของมวลรวมสูงสุดที่ต้องการชั่ง หน้าปัดเครื่องชั่งต้องมีขนาดใหญ่พอ ซึ่งสามารถอ่านน้ำหนักได้ในระยะห่างอย่างน้อย 7 เมตร และต้องอยู่ในตำแหน่งที่พนักงานควบคุมเครื่องมองเห็นได้ชัดเจน หน้าปัด

เครื่องชั่งมวลรวมจะต้องมีเข็มชี้น้ำหนักแต่ละยุ้ง สำหรับเครื่องชั่งต้องมีตุ้มน้ำหนักมาตรฐานหนักตุ้มละ 25 กิโลกรัม ไม่น้อยกว่า 10 ตุ้ม หรือมีจำนวนเพียงพอที่จะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่ง

(4) การควบคุมปริมาณมวลรวม และแอสฟัลต์ที่ใช้ผสมในแต่ละชุด จะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ

6.1.11 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง

(1) ชุดอุปกรณ์ควบคุมมวลรวม (Gradation Control Unit) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณมวลรวมที่ไหลออกมาจากยุ้งหินร้อนแต่ละยุ้งได้อย่างถูกต้องแน่นอน ประกอบด้วยเครื่องป้อนหิน (Feeder) อยู่ภายใต้ยุ้งหินร้อน สำหรับการป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณต่างหาก ติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้ควบคุมการป้อนวัสดุผสมแทรกลงในห้องผสมเพื่อผสมกับมวลรวมในจังหวะของการผสมแห้ง (Dry Mixing) ก่อนที่จะไปผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่จ่ายเข้ามาภายหลังในจังหวะของการผสมเปียก (Wet Mixing)

(2) จังหวะสัมพันธ์ของการควบคุมการป้อนมวลรวม และแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Synchronization of Aggregate and Asphalt Cement Feed) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมการป้อนมวลรวมแต่ละขนาดและแอสฟัลต์ซีเมนต์เข้าสู่ห้องผสมเป็นแบบขับเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่คงที่ตลอดเวลา

(3) ชุดห้องผสม (Pugmill Mixer Unit) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบต่อเนื่องนี้ ต้องเป็นแบบทำงานต่อเนื่อง (Continuous Mixer) เป็นชนิดมีเพลาผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอใบพายจะต้องเป็นชนิดปรับมุมให้ไปในทางเดียวกันเพื่อให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวได้เร็ว หรือให้กลับทางกัน เพื่อถ่วงเวลาให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวช้าลงได้ และห้องผสมจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมระดับของส่วนผสมด้วยระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด ที่ห้องผสมจะต้องมีแผ่นแสดงปริมาตรของห้องผสม เมื่อมีส่วนผสมบรรจุในห้องผสมที่ความสูงต่างๆ ติดตั้งไว้อย่างถาวร นอกจากนั้นจะต้องมีตารางแสดงอัตราการป้อนวัสดุมวลรวมต่อนาที เมื่อโรงงานผสมทำงานในอัตราเร็วปกติ

การคำนวณเวลาในการผสม ให้กำหนดโดยใช้น้ำหนักตามสูตรดังนี้ คือ

$$\textbf{เวลาในการผสม (วินาที)} = \frac{A}{B}$$

เมื่อ A = ปริมาณของส่วนผสมทั้งหมดในห้องผสม (Pugmill Dead Capacity) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

B = ส่วนผสมที่ออกจากห้องผสม (Pugmill Output) มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อวินาที

(4) ยุ้งพักส่วนผสม (Discharge Hopper) โรงงานผสมแบบนี้ต้องประกอบด้วยยุ้งสำหรับพักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกมาจากห้องผสม ยุ้งพักส่วนผสมนี้มีประตูเปิดที่ด้านล่างของยุ้งและจะปล่อยส่วนผสมได้เมื่อส่วนผสมเต็มยุ้งแล้ว

(5) สัญญาณแจ้งปริมาณมวลรวมในยุ้งหินร้อน โรงงานผสมต้องมีสัญญาณซึ่งจะแจ้งให้ทราบว่าปริมาณมวลรวมในยุ้งหินร้อนยังมีปริมาณเพียงพอที่จะดำเนินการต่อไปได้หรือไม่ ถ้าปริมาณมวลรวมยุ้งใดขาดหรือน้อยไป สัญญาณดังกล่าวจะทำให้ผู้ควบคุมทราบทันทีผู้รับจ้างต้องหยุดการดำเนินการและทำการแก้ไข จนกว่าผู้ควบคุมจะเห็นสมควร จึงจะอนุญาตให้ดำเนินการต่อไปได้

6.2 รถบรรทุก (Haul Truck)

รถบรรทุกที่นำมาใช้จะต้องมีจำนวนพอเพียงกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และความสามารถในการปูของเครื่องปู ทั้งนี้เพื่อให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องมากที่สุดในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ให้คำนวณให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม ความจุของรถบรรทุก เวลาในการบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงรถบรรทุก ระยะทาง และระยะเวลาในการขนส่ง เวลาในการรอและการเทส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงในเครื่องปู ความสามารถในการปูของเครื่องปู และอื่น ๆ

กระบะรถบรรทุกจะต้องไม่รั่ว พื้นกระบะจะต้องเป็นแผ่นโลหะเรียบ ภายในกระบะจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุที่ไม่พึงประสงค์อื่นๆ ตกค้างอยู่ ก่อนใช้ขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องพ่นหรือเคลือบภายในกระบะด้วยน้ำสบู่ น้ำปูนขาวหรือสารเคมีเคลือบชนิดใดๆ ที่มีน้ำหนักผสมไม่เกินร้อยละ 5 โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ห้ามใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันประเภทเดียวกัน การพ่นหรือเคลือบภายในกระบะให้ทำเพียงบาง ๆ เท่านั้น และก่อนบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงกระบะให้ยกกระบะเทวัสดุหรือสารเคลือบที่อาจมีมากเกินความจำเป็นออกให้หมด ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ด้วย

6.3 เครื่องปู (Paver or Finisher)

เครื่องปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองโดยจะเป็นชนิดล้อเหล็กตีนตะขาบหรือชนิดล้อยางที่มีคุณภาพเทียบเท่า มีกำลังมากพอและสามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างสม่ำเสมอทั้งในขณะที่เคลื่อนไปพร้อมกับรถบรรทุกส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตและในขณะเคลื่อนตัวไปตามลำพัง เครื่องปูจะต้องสามารถปรับความเร็วการปูได้หลายอัตรา และปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ความลาดถูกต้องตามแบบ

6.3.1 ส่วนขับเคลื่อน (Tractor Unit) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ต้นกำลังมีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Governor) ให้คงที่ระหว่างทำงาน กระบะบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Hopper) จะต้องเป็นแบบข้างกระบะหุบได้ สายพานป้อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Slat Conveyor) เกลียวเกลี่ยจ่ายส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Auger หรือ Screw Conveyor) แยกเป็น 2 ข้าง ซ้ายและขวา ซึ่งสามารถแยกทำงานเป็นอิสระแก่กันได้ ประตูควบคุมการไหล (Flow Gate) ของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสามารถปรับระดับความสูงของช่องประตูได้

6.3.2 ส่วนเตารีด (Automatic Screed Unit) ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมความหนา (Thickness Control) อุปกรณ์ควบคุมความลาดเอียงที่ผิว (Crown Control) อุปกรณ์ให้ความร้อนแผ่นเตารีด (Screed Heater) แผ่นเตารีด (Screed Plate) และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น ระบบการควบคุมความลาดชัน (Grade Control) และระดับแอสฟัลต์คอนกรีตควรเป็นแบบอัตโนมัติ โดยอาจเป็นแบบ

(1) Erected Grade Line (2) Mobile String Line (3) Ski (4) Floating Beamหรือ (5) Joint-match-ing Shoe สำหรับแบบที่ (2) แบบที่ (3) และแบบที่ (4) ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 9 เมตร แผ่นเตารีดจะต้อง มีความยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร และสามารถขยายได้ยาวไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร แผ่นเตารีดจะต้องตรงแนวและได้ระดับ ไม่บิดงอหรือสึกหรอมากเกินสมควร ไม่สึกเป็นหลุม มีระบบการอัดแอสฟัลต์คอนกรีตขั้นต้นเป็นแบบสั่นสะเทือน (Vibratory Screed) หรือแบบคานกระแทก (Tamper Bar) หรือเป็นทั้ง 2 แบบประกอบกัน ซึ่งสามารถปรับความถี่ของการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกได้ตามต้องการ สำหรับแบบคานกระแทกจะต้องมีระยะห่างระหว่างแผ่นเตารีดกับคานกระแทก 0.25-0.50 มิลลิเมตร ผิวของคานกระแทกด้านล่างที่ใช้อัดแอสฟัลต์คอนกรีตต้องอยู่ในสภาพดี และไม่สึกหรอมากกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดความหนาของใหม่

6.4 รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader)

รถเกลี่ยปรับระดับนี้ถ้าจำเป็นต้องนำมาใช้งาน จะต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีล้อยางผิวเรียบ มีใบมีดยาวไม่น้อยกว่า 3.6 เมตร และมีความยาวของช่วงเพลา (Wheel Base) ไม่น้อยกว่า 4.8 เมตร การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

6.5 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับทุกชนิดจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ต้องมีน้ำหนักและคุณสมบัติอื่นๆ ถูกต้องตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดที่กำหนด สำหรับเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิด น้ำหนักในการบดทับของเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิดจะต้องเหมาะสมกับชนิดและลักษณะของส่วนผสม ความหนาของชั้นที่ปู ขั้นตอนการบดทับและอื่นๆ เครื่องจักรบดทับต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เพื่อให้ได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความแน่น ความเรียบและคุณสมบัติอื่นๆ ตามกำหนด การกำหนดน้ำหนักเครื่องจักรบดทับ น้ำหนักในการบดทับของเครื่องจักรแต่ละคัน ตลอดจนการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับจากจำนวนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ให้อยู่ใน**ดุลยพินิจ**ของผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรบดทับจะต้องประกอบด้วยเครื่องจักรชนิดต่างๆ ซึ่งต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงานก่อน โดยมีจำนวนอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก. รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ไม่น้อยกว่า 1 คัน และรถบดสั่นสะเทือน 1 คัน หรือรถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ไม่น้อยกว่า 2 คัน ในกรณีที่ไม่มีรถบดสั่นสะเทือน

ข. รถบดล้อยาง ไม่น้อยกว่า 3 คัน

รายละเอียดของเครื่องจักรชนิดต่างๆ เป็นดังนี้

6.5.1 รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (Steel-Tired Tandem Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 8 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้จนมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน จะต้องมีน้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบดไม่น้อยกว่า 37.9 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร รถบดจะต้องอยู่ในสภาพดี สามารถขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลังได้ การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุดและการถอยหลังจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ล้อเหล็กทั้ง 2 ล้อจะต้องตรงตามแนว ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบไม่เป็นร่อง (Groove) ลึก เป็นหลุม หรือเป็นรอยบุ๋ม (Pit) สลักยึดล้อ (KingPin) และลูกปืนล้อ (Wheel Bearing) ต้องไม่สึกหรอมากเกินไปจนทำให้ล้อหลวม

ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ (Sprinkler System) มีอุปกรณ์คราดผิวล้อเหล็ก (Scraper) และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำ สำหรับเลี้ยงล้อรถบดที่ใช้ได้ดีและถูกต้องตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ

6.5.2 รถบดล้อยาง (Pneumatic-Tired Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ มีล้อยางไม่น้อยกว่า 9 ล้อ ล้อรถบดต้องเป็นชนิดผิวหน้าเรียบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อ (Rim Diameter) ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร มีผิวหน้าล้อยางกว้างไม่น้อยกว่า 225 มิลลิเมตร มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ ส่วนล้อและเพลาเคลื่อนตัวขึ้นลงได้อิสระอย่างน้อย 1 แถว มีแรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดขณะบดอัดไม่มากกว่า 620 กิโลปาสกาล (90 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อยาง และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำสำหรับเลี้ยงล้อรถบดที่ใช้ได้ดีและถูกต้องตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ รถบดล้อยางขณะใช้งานจะต้องมีความดันลมยางเท่ากันทุกล้อ โดยอนุญาตให้มีความดันลมยางแต่ละล้อแตกต่างกันได้ไม่เกิน 35 กิโลปาสกาล (5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

6.5.3 รถบดสั่นสะเทือน (Vibratory Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 4 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่เกิน 35 มิลลิเมตร และต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 6 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาตั้งแต่ 40 มิลลิเมตรขึ้นไป โดยอาจเป็นแบบสั่นสะเทือนล้อเดียวหรือสองล้อก็ได้ ต้องมีความถี่การสั่นสะเทือน (frequency) ไม่น้อยกว่า 33 เฮิรตซ์ (2,000 รอบต่อนาที) และมีระยะเต้น (Amplitude) ระหว่าง 0.20-0.80 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อความกว้างของรถบดไม่น้อยกว่า 22 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร รถบดจะต้องอยู่ในสภาพดี สามารถบดทับโดยการเดินหน้าและถอยหลังได้ การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุดและการถอยหลังจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ล้อทั้ง 2 ล้อ จะต้องตรงแนว ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบ ไม่ลึกเป็นหลุมหรือเป็นรอยบุ๋ม สลักล้อและลูกปืนล้อต้องไม่สึกหรอมากเกินไป จนทำให้ล้อหลวม ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อ และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำเลี้ยงล้อรถบด เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ มีระบบการสั่นสะเทือนที่อยู่ในสภาพดี

6.6 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor)

ต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีถังบรรจุแอสฟัลต์ติดตั้งบนรถบรรทุกหรือรถพ่วงและประกอบด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้งาน ดังนี้

6.6.1 ไม้วัด (Dipstick) หรือเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ในถัง

6.6.2 หัวเผาให้ความร้อนแอสฟัลต์ (Burner)

6.6.3 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแอสฟัลต์ (Thermometer)

6.6.4 ปั๊มแอสฟัลต์ (Asphalt Pump)

6.6.5 เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้าย (Power Unit)

6.6.6 ท่อพ่นแอสฟัลต์ (Spray Bar) พร้อมหัวฉีด (Nozzle)

6.6.7 ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ (Hand Spray)

6.6.8 ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ (Asphalt Tank)

เครื่องพ่นแอสฟัลต์ต้องมีระบบหมุนเวียน (Circulating System) มีปั๊มแอสฟัลต์ที่สามารถใช้ได้ดี ตั้งแต่กับแอสฟัลต์เหลวจนถึงแอสฟัลต์ซีเมนต์ และต้องทำงานได้ดังนี้

(1) ดูดแอสฟัลต์เข้าถังได้

(2) หมุนเวียนแอสฟัลต์ในท่อพ่นแอสฟัลต์ และในถังบรรจุแอสฟัลต์ได้

(3) พ่นแอสฟัลต์ผ่านทางท่อพ่นแอสฟัลต์ หรือผ่านท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้

(4) ดูดแอสฟัลต์จากถังบรรจุหรือท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือเข้าสู่ถังได้

(5) ปั๊มแอสฟัลต์จากถังบรรจุประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไปยังถังเก็บแอสฟัลต์ภายนอกได้

(6) เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้าย ต้องมีมาตรบอกความดัน หรืออื่นๆ

เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ ต้องติดเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ที่ผ่านปั๊ม โดยวัดเป็นรอบหรือวัดเป็นความดัน หรืออื่นๆ ท่อพ่นแอสฟัลต์ อาจประกอบด้วยท่อหลายท่อนต่อกัน มีหัวฉีดติดตั้งโดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดเท่าๆ กัน หัวฉีดปรับทำมุมกับท่อพ่นแอสฟัลต์ได้ และต้องมีอุปกรณ์ปิดเปิดได้ ท่อพ่นแอสฟัลต์ต้องเป็นแบบที่แอสฟัลต์หมุนเวียนผ่านได้ เมื่อใช้งานต้องมีความดันสม่ำเสมอตลอดความยาวของท่อและสามารถปรับความสูงและความกว้างในการพ่นแอสฟัลต์ได้

ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือที่เคลื่อนที่ได้อิสระ ต้องเป็นแบบใช้หัวฉีด ใช้พ่นแอสฟัลต์บนพื้นที่ที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้ อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ประกอบด้วยล้อวัดความเร็ว (ล้อที่ห้า) ต่อสายเชื่อมไปยังมาตรวัดความเร็วในเก๋งรถ มาตรวัดความเร็วนี้ต้องวัดความเร็วเป็นเมตรต่อนาที หรือฟุตต่อนาที พร้อมทั้งนี้มีตัวเลขบอกระยะทางรวมที่รถวิ่ง

ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ เป็นชนิดมีฉนวนหุ้มป้องกันความร้อน ภายในถังประกอบด้วยท่อนำความร้อนจากหัวเผา (หนึ่งหัวเผาหรือมากกว่า) มีแผ่นโลหะช่วยกระจายความร้อน มีท่อระบายแอสฟัลต์ ที่ถังต้องมีเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์เป็นแบบไม้วัด หรือเข็มวัดบอกปริมาณหรือทั้งสองชนิด มีเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเป็นแบบหน้าปัด (Dial) หรือแบบแท่งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะ (Armoured Thermometer) หรือทั้งสองชนิด ที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส

อุปกรณ์สำหรับเครื่องพ่นแอสฟัลต์ต่างๆ เหล่านี้ ก่อนนำไปใช้งานต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี การตรวจสอบและตรวจปรับอุปกรณ์ต้องดำเนินการตามวิธีที่กำหนด ซึ่งแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาจะต้องมีปริมาณสม่ำเสมอตลอดความกว้างและความยาวและเมื่อตรวจสอบโดยวิธีทดสอบหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ราดตามขวางและตามยาว จะต้องถูกต้องตามข้อกำหนดกล่าวคือ ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ราดตามขวางคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 17 และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ราดตามยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 15 ตามลำดับ

6.7 เครื่องจักรและเครื่องมือทำความสะอาดพื้นที่ที่จะก่อสร้าง

6.7.1 รถบรรทุกน้ำ (Water Truck) ต้องอยู่ในสภาพดี มีท่อพ่นน้ำและอุปกรณ์ฉีดน้ำที่ใช้การได้ดี

6.7.2 เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) อาจเป็นแบบลาก แบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง หรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใด แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำ

ด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ไนล่อน หวาย หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

6.7.3 เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนา หรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

6.8 เครื่องมือประกอบ

6.8.1 เครื่องมือบดทับแบบสั่นสะเทือนขนาดเล็ก (Small Vibratory Compactor) ต้องมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้บดทับแอสฟัลต์คอนกรีต บริเวณที่รถบดไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้ หรือใช้ในงานซ่อมขนาดเล็ก การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

6.8.2 เครื่องมือกระทุ้งแอสฟัลต์คอนกรีต (Hand Tamper) ต้องเป็นแบบและมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้กระทุ้งอัดแอสฟัลต์คอนกรีต บริเวณที่เครื่องบดทับขนาดเล็กเข้าไปบดทับไม่ได้ หรือใช้งานซ่อมขนาดย่อย การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

6.8.3 เครื่องมือตัดรอยต่อ อาจเป็นแบบติดกับรถบดล้อเหล็กหรือเป็นแบบรถเข็นขนาดเล็กหรือจะมีทั้ง 2 แบบก็ได้ หรือมีแบบอื่นๆ ซึ่งสามารถตัดแนวรอยต่อได้เรียบร้อย ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

6.8.4 เครื่องมือเจาะตัวอย่าง อาจเป็นชนิดใช้เครื่องยนต์ หรือใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้เจาะตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ได้อย่างเรียบร้อย

6.8.5 ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straight Edge) ต้องเป็นไม้บรรทัดวัดความเรียบที่มีขนาดเหมาะสม มีความยาว 3.00 เมตร เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์อื่นใด นอกเหนือจากที่กำหนดไว้แล้วข้างต้น การนำมาใช้งานและการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

7.1 การเตรียมสถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุ

สถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุจะต้องเหมาะสม มีบริเวณกว้างพอที่จะดำเนินการได้โดยสะดวก นอกจากนั้น จะต้องจัดให้มีการระบายน้ำดี อันจะเป็นการป้องกันมิให้มีน้ำท่วมกองวัสดุได้ พื้นที่สำหรับกองวัสดุที่นำมาใช้งานจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ เช่น วัชพืช สิ่งสกปรกอื่นๆ ควรรองพื้นด้วยวัสดุหินหรือปูด้วยแผ่นวัสดุที่เหมาะสม สถานที่กองวัสดุจะต้องราบเรียบได้ระดับพอควร การกองวัสดุแต่ละขนาดจะต้องกองแยกไว้อย่างชัดเจน โดยการกองแยกให้ห่างกันตามสมควรหรือทำยุ้งกั้นไว้เพื่อป้องกันวัสดุที่จะใช้แต่ละชนิด แต่ละขนาดไม่ให้ปะปนกัน หรือปะปนกับวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ การกองวัสดุต้องดำเนินการให้ถูกต้องเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุเกิดการแยกตัวโดยการกองวัสดุเป็นชั้นๆ สูงชั้นละไม่เกินความสูงของกองวัสดุกองเดี่ยวๆ เมื่อเทจากรถบรรทุกเทท้ายคันหนึ่งๆ ถ้าจะกองวัสดุชั้นต่อไปจะต้องแต่งระดับยอดกองให้เสมอ และไม่ควรกองวัสดุสูงเป็นรูปกรวย

7.2 การเตรียมมวลรวมและวัสดุผสมแทรก

กองวัสดุที่ใช้ทุกชนิด จะต้องมีมาตรการป้องกันไม่ให้วัสดุเปียกน้ำฝน โดยการกองวัสดุในโรงที่มีหลังคาคลุมหรือคลุมด้วยผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสม หรือโดยวิธีอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน วัสดุที่ใช้ทุกชนิดเมื่อป้อนเข้าโรงงานผสม ต้องไม่มีความชื้นเกินกำหนด ตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโรงงานผสมที่ใช้งานนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อให้โรงงานผสมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มวลรวมที่ใช้แต่ละชนิดก่อนนำไปใช้งานจะต้องบรรจุอยู่ในยุ้งหินเย็นแยกกันแต่ละยุ้ง และการผสมมวลรวมแต่ละชนิดจะต้องดำเนินการโดยผ่านยุ้งหินเย็นเท่านั้น ห้ามนำมาผสมกันภายนอกยุ้งหินเย็น ในทุกกรณีวัสดุผสมแทรก หากนำมาใช้จะต้องแยกใส่ยุ้งวัสดุผสมแทรกโดยเฉพาะ การป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องแยกต่างหากโดยไม่ปะปนกับวัสดุอื่นๆ และจะต้องป้อนเข้าห้องผสมโดยตรง

7.3 การเตรียมแอสฟัลต์ซีเมนต์

แอสฟัลต์ซีเมนต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อผสมกับมวลรวมที่โรงงานผสม จะต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 159±8 องศาเซลเซียส หรือมีอุณหภูมิที่แอสฟัลต์ซีเมนต์มีความหนืด 170±20 เซนติสโตกส์ (Centistokes) หรือมีอุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน การจ่ายแอสฟัลต์ซีเมนต์ไปยังห้องผสม จะต้องเป็นไปโดยต่อเนื่องและมีอุณหภูมิตามที่กำหนดสม่ำเสมอตลอดเวลา

7.4 การเตรียมเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดตามที่ระบุไว้ในข้อ **6** ที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับตามรายการและวิธีการที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด และผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ดำเนินไปโดยต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

7.5 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

7.5.1 รองพื้นทาง พื้นทาง หรือไหล่ทาง จะต้องเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและความลาดตามรูปแบบ ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ กรณีรองพื้นทางหรือพื้นทางหรือไหล่ทางมีความเสียหายเป็นคลื่น เป็นหลุมบ่อมีจุดอ่อนตัว (Soft Spot) หรือไม่ถูกต้องตามรูปแบบ ให้แก้ไขให้ถูกต้องก่อนโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

7.5.2 ผิวทางราดยางเดิม ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับมีผิวหน้าไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่น และไม่มีการทำชั้นปรับระดับ ให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อ รอยแตก จุดอ่อนตัวหรือความเสียหายของชั้นทางใดๆ จะต้องตัด หรือขุดออก แล้วปะซ่อม หรือขุดซ่อมแล้วแต่กรณี แล้วบดทับให้แน่นและมีผิวหน้าที่เรียบสม่ำเสมอ โดยให้มีระดับและความลาดถูกต้องตามแบบ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

7.5.3 พื้นทางหรือไหล่ทางที่มีไพรมโคท (Prime Coat) หลุดหรือเสียหาย ต้องแก้ไขใหม่ให้เรียบร้อยตามวิธีการที่ผู้ควบคุมงานกำหนด แล้วทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ซ่อมก่อน จึงทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

7.5.4 พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้ มีผิวหลุดเสียหายเป็นพื้นที่ต่อเนื่องมากเกินกว่าที่จะซ่อมตามข้อ **7.5.3** ให้ได้ผลดี ให้พิจารณาคราด (Scarify) พื้นทางหรือไหล่ทางนั้น แล้วบดทับใหม่ให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วทำไพรมโคทใหม่ทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ทำไพรมโคทก่อน จึงทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

7.5.5 พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้นาน โดยไม่ได้ทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขั้นตอนการก่อสร้างปกติ แต่ไพรมโคทไม่หลุดเสียหายก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับอาจพิจารณาให้ทำ

แทคโคท (Tack Coat) โดยให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.5.6 ในงานเสริมผิวทาง (Overlay) ด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตบนผิวทางเดิมซึ่งเกิดการยุบตัว (Sag and Depression) หรือเป็นแอ่งเฉพาะแห่ง แต่ไม่ใช่จุดอ่อนตัว ให้ดำเนินการดังนี้

(1) กรณียุบตัวหรือเป็นแอ่งลึกไม่เกิน 30 มิลลิเมตร อาจแยกปูเสริมเพื่อปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือแอ่งก่อน หรือจะปูรวมไปพร้อมกับการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้ โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ความหนารวมที่ปูจะต้องไม่เกิน 80 มิลลิเมตร หากความหนารวมเกิน 80 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมเพื่อปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน

(2) กรณียุบตัวหรือเป็นแอ่งลึกเกิน 50 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน โดยให้ปูเป็นชั้นๆ หนาไม่เกินชั้นละ 50 มิลลิเมตร

การแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตนี้ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางจนได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วจึงปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป

7.5.7 รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางราดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปน

7.5.8 การทำความสะอาดรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิม ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ โดยการกวาดฝุ่น วัสดุหลุดหลวม ทรายที่สาดทับไพรมโคท สำหรับพื้นทางหรือไหล่ทางออกจนหมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่น ต้องปรับอัตราเร็วการหมุนและน้ำหนักกดที่กดลงบนรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทางหรือผิวทางราดยางเดิมให้พอดี โดยไม่ทำให้รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางเดิมเสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด

7.5.9 กรณีที่มีคราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งอยู่ที่พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางราดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ให้กำจัดคราบแข็งดังกล่าวออกโดยการใช้เครื่องมือใดๆ ที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ ขูดออก ล้างให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

7.5.10 ผิวทางราดยางเดิมที่มีแอสฟัลต์เยิ้ม ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนโดยการปาดแอสฟัลต์ที่เยิ้มออก หรือโดยวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ

7.5.11 ผิวทางราดยางเดิมหรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใดๆ ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องทำแทคโคทก่อน โดยให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

7.5.12 ขอบของโครงสร้างคอนกรีตใด ๆ หรือผิวหน้าตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่ต่อเชื่อมกับแอสฟัลต์คอนกรีตที่จะก่อสร้างใหม่จะต้องทำแทคโคทก่อน โดยให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

7.5.13 ผิวพื้นสะพานคอนกรีตที่จะต้องปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องขูดวัสดุยาแนวรอยแตกและรอยต่อส่วนเกินที่ติดอยู่ที่ผิวพื้นคอนกรีตให้หมด ล้างทำความสะอาดทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นออกให้หมด แล้วทำแทคโคทโดยดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

8. วิธีการก่อสร้าง

8.1 การควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม

การดำเนินการควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

8.1.1 การควบคุมคุณภาพส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต มวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีคุณสมบัติตามข้อ **4** คุณภาพของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต้องสม่ำเสมอตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้กำหนดขึ้นสำหรับแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นๆ สูตรส่วนผสมเฉพาะงานอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามเหตุผลในข้อ **5.5** และข้อ **5.6**

8.1.2 การควบคุมเวลาในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต โรงงานผสมต้องมีเครื่องตั้งเวลาและควบคุมเวลาแบบอัตโนมัติ ที่สามารถตั้งและปรับเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกได้ตามต้องการ สำหรับโรงงานผสมแบบชุด ระยะเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกควรใช้ประมาณ 15 วินาที และ30 วินาที ตามลำดับ

สำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง ระยะเวลาในการผสมให้คำนวณจากสูตรตามข้อ **6.1.11 (3)** ในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยโรงงานผสมทั้ง 2 แบบ ต้องได้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่สม่ำเสมอ ในกรณีที่ผสมกันตามเวลาที่กำหนดไว้แล้ว แต่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังผสมกันได้ไม่สม่ำเสมอตามต้องการ ก็ให้เพิ่มเวลาในการผสมขึ้นอีกก็ได้ แต่เวลาที่ใช้ในการผสมทั้งหมดต้องไม่เกิน 60 วินาที ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน การกำหนดเวลาในการผสมของโรงงานผสมใดๆ ให้กำหนดโดยการทดสอบหาปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวมตามวิธีการทดสอบ AASHTO T 195 “Determining Degree of Particle Coating of Bituminous Aggregate Mixtures” โดยให้ถือหลักเกณฑ์กำหนดตามตารางที่ **4**

ตารางที่ 4 ปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวม

ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต	ปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวมร้อยละโดยพื้นที่
พื้นทาง	ไม่น้อยกว่า 90
ผิวทาง รองผิวทาง ไหล่ทาง ปรับระดับ	ไม่น้อยกว่า 95

8.1.3 การควบคุมอุณหภูมิของวัสดุก่อนการผสมและอุณหภูมิของส่วนผสม แอสฟัลต์คอนกรีต

(1) มวลรวม ก่อนการผสมต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 163±8 องศาเซลเซียส และมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก และขณะผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ จะต้องมีอุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

(2) แอสฟัลต์ซีเมนต์ ขณะเก็บในถังเก็บรอใช้งานต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อจะผสมกับมวลรวมต้องให้ความร้อนเพิ่มจนได้อุณหภูมิ 159±8 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิที่

แอสฟัลต์มีความหนืด 170±20 เซนติสโตกส์ (Centistokes) หรืออุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

(3) แอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเสร็จ ก่อนออกจากห้องผสมจะต้องมีอุณหภูมิระหว่าง 121-168 องศาเซลเซียส หรือตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ถ้ามีอุณหภูมิแตกต่างไปกว่าที่กำหนดนี้ ห้ามนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดังกล่าวไปใช้งาน

(4) ต้องมีการบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่ผ่านหม้อเผา อุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ขณะก่อนผสมกับมวลรวม และอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน โดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ พร้อมที่จะให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลา และผู้รับจ้างจะต้องส่งบันทึกรายการอุณหภูมิดังกล่าวประจำวันแก่ผู้ควบคุมงานทุกวันที่ปฏิบัติงาน

(5) การวัดอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่อยู่ในรถบรรทุก ต้องใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่อ่านอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว การวัดอุณหภูมิให้วัดผ่านรูที่เจาะไว้ข้างกระบะรถบรรทุกทั้ง 2 ด้าน ที่ประมาณกึ่งกลางความยาวของกระบะ และสูงจากพื้นกระบะประมาณ 150 มิลลิเมตร การวัดอุณหภูมิให้วัดจากรถบรรทุกทุกคันแล้วจดบันทึกอุณหภูมิไว้

8.2 การขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

การขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากโรงงานผสมไปยังสถานที่ก่อสร้าง ต้องใช้รถบรรทุกที่เตรียมไว้แล้วโดยถูกต้องตามข้อ **6.2** ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบ หรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ

8.3 การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องใช้เครื่องปูที่ถูกต้องตามที่กำหนดในข้อ **6.3** โดยต้องผ่านการตรวจสอบ ตรวจปรับ และอนุญาตให้ใช้ได้แล้วจากผู้ควบคุมงาน การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องคำนวณความเร็วของเครื่องปูให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ การปูจะต้องดำเนินการไปโดยต่อเนื่องมากที่สุดด้วยความเร็วการปูที่สม่ำเสมอ ปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกจากเตารีดของเครื่องปูจะต้องมีปริมาณสม่ำเสมอตลอดความกว้างของพื้นที่ที่ปู โดยขณะปูควรป้อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากกระบะบรรจุผ่านไปยังเกลียวเกลี่ยจ่ายทั้ง 2 ข้าง จนถึงส่วนเตารีดโดยสม่ำเสมอมีระดับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตคงที่และในการปฏิบัตินี้ให้เป็นไปโดยต่อเนื่องมากที่สุด ในส่วนของเตารีดอัตราเร็วการกระแทกของคานกระแทกและจำนวนรอบการสั่นสะเทือนของเตารีดแบบสั่นสะเทือนตลอดจนระยะเต้นจะต้องคงที่และใช้ให้เหมาะสมกับชนิดลักษณะของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ความหนาของชั้นทาง และอื่นๆ ในการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผิวหน้าของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตขณะยังไม่ได้บดทับ จะต้องมีลักษณะผิวหน้าที่มีความเรียบความแน่นสม่ำเสมอทั้งทางด้านตามขวางและตามยาวโดยไม่มีรอยฉีก (Tearing) รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง (Shoving) การแยกตัวของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหรือลักษณะความเสียหายอื่นๆ ขณะปูหากปรากฏว่ามีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นให้รีบแก้ไขในทันที ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีลักษณะจับตัวเป็นก้อนแข็ง ห้ามนำมาใช้

8.3.1 สภาพผิวชั้นทางก่อนการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องแห้ง ห้ามปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะฝนตกหรือเมื่อผิวชั้นทางที่จะปูเปียกชื้น

8.3.2 อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะปู ไม่ควรคลาดเคลื่อนไปจากอุณหภูมิเมื่อออกจากโรงงานผสมที่กำหนดให้โดยผู้ควบคุมงานเกินกว่า 14 องศาเซลเซียส แต่ทั้งนี้จะต้องไม่ต่ำกว่า 120 องศา

เซลเซียส การตรวจวัดอุณหภูมิแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูแล้วบนถนน จะต้องดำเนินการเป็นระยะๆ ตลอดเวลาของการปู หากปรากฏว่าอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไม่ถูกต้องตามที่กำหนดให้ตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขโดยทันที

8.3.3 การวางแนวก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ก่อนการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทุกชั้น จะต้องวางแนวขอบชั้นทางที่จะปูก่อน โดยการใช้เชือกขึงวางแนวและยึดติดกับพื้นที่ที่จะปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้แน่น หรือวิธีการกำหนดแนวอื่นใดที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรกของชั้นทางแต่ละชั้น ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ตรงแนวเรียบร้อยตามแบบ การดำเนินการนี้ไม่รวมถึงการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตติดกับคันหิน (Curb) และร่องระบายน้ำ (Gutter) หรือส่วนของโครงสร้างใดๆ ที่มีแนวถูกต้องตามแบบอยู่แล้ว

8.3.4 ลำดับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นจะต้องดำเนินการปูช่องจราจรหลักหรือทางตรงก่อน ส่วนช่องจราจรหรือบริเวณอื่นๆ เช่น ทางแยก ทางเชื่อม ส่วนขยาย หรือบริเวณย่อยอื่นๆ ให้ดำเนินการภายหลัง

8.3.5 การก่อสร้างรอยต่อตามขวาง รอยต่อตามขวาง หมายถึง แนวก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขวางที่ปลายแปลงก่อสร้างที่สิ้นสุดการก่อสร้างประจำวัน การก่อสร้างรอยต่อตามขวางอาจดำเนินการได้ 2 วิธี คือ

(1) การใช้ไม้แบบ โดยใช้ไม้แบบที่มีความหนาเท่ากับความหนาของชั้นทางที่ปู วางที่จุดสิ้นสุดของการปูแต่ละแปลงให้ตั้งฉากกับแนวการปู เมื่อปูแอสฟัลต์คอนกรีตถึงไม้แบบนี้ให้ปูเลยไปเป็นทางลาดที่มีความยาวเพียงพอที่จะไม่ทำให้ยวดยานสะดุดเมื่อแล่นผ่านและอาจอนุญาตให้ใช้ทรายรองพื้นส่วนลาดได้เพื่อความสะดวกในการลอกแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เป็นทางลาดออก โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

(2) การใช้กระดาษแข็งสำเร็จรูปหรือแผ่นวัสดุสำเร็จรูปใดๆ ที่ใช้สำหรับทำรอยต่อตามขวางโดยเฉพาะ ซึ่งใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยนำมาวางที่จุดสิ้นสุดของการปูแต่ละแปลงให้ตั้งฉากกับแนวการปู แล้วปูแอสฟัลต์คอนกรีตทับเป็นทางลาดที่มีความยาวเพียงพอที่จะไม่ทำให้ยวดยานสะดุดเมื่อแล่นผ่าน

เมื่อจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อจากรอยต่อตามขวางนั้น ก็ให้ยกไม้แบบแผ่นกระดาษแข็งหรือแผ่นวัสดุสำเร็จรูปนั้น รวมทั้งชั้นทางส่วนที่ปูเป็นทางลาดออกไป ตรวจสอบระดับด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากระดับหรือความหนาของชั้นทางส่วนใดไม่ถูกต้องตามแบบ ให้ตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนนั้นออกไปจนถึงชั้นทางส่วนที่มีระดับและความหนาถูกต้องตามแบบด้วยเครื่องตัดรอยต่อแอสฟัลต์คอนกรีตให้ได้แนวตรงและตั้งฉากโดยเรียบร้อย ก่อนที่จะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป ให้ทารอยต่อตามขวางนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อเชื่อมกับชั้นทางที่จะปูใหม่ได้ดี การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์นี้ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

ในกรณีที่การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหยุดชะงักด้วยเหตุใดก็ตาม ในระหว่างการก่อสร้างประจำวัน จนทำให้อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณหน้าเตารีดลดลงต่ำ

กว่าที่กำหนด ก็ให้ทำรอยต่อตามขวางที่บริเวณนั้นด้วย โดยให้ตัดรอยต่อถึงบริเวณที่มีความหนาตามแบบและได้บดทับเรียบร้อยแล้ว โดยตัดให้ตั้งฉากพร้อมกับตักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่ตัดออกทิ้งไป ให้ทารอยต่อตามขวางนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อต่อเชื่อมกับชั้นทางที่จะปูใหม่ได้ดี การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat) การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อเชื่อมกับรอยต่อตามขวางในครั้งใดๆ เมื่อเริ่มปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไปได้กระบะแรก ให้ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบระดับที่รอยต่อ หากไม่ได้ระดับตามที่กำหนด ให้ดำเนินการแก้ไขโดยด่วนขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่นั้นยังร้อนอยู่

ในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตแต่ละช่องจราจร รอยต่อตามขวางของการก่อสร้างชั้นทางที่ช่องจราจรข้างเคียงต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน โดยต้องก่อสร้างให้มีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เมตร ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดเป็นจุดอ่อนทำให้เกิดความเสียหายภายหลังได้

ในกรณีที่ปูแอสฟัลต์คอนกรีตหลายชั้น รอยต่อตามขวางของแต่ละชั้นจะต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เมตร และจะต้องห่างจากรอยต่อตามขวางของช่องจราจรข้างเคียงไม่น้อยกว่า 5 เมตร ด้วย

8.3.6 การก่อสร้างรอยต่อตามยาวในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตประกบชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้วนั้น อาจทำได้ 2 วิธี คือ

(1) การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เหลื่อมเข้าไปในชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว 25-50 มิลลิเมตร แล้วดันส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เหลื่อมเข้าไปนี้ให้ชนแนวรอยต่อ โดยให้สูงกว่าระดับที่ด้านนอกถัดไปให้มากพอที่เมื่อบดทับแล้ว รถบดจะไปอัดส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตรงรอยต่อนั้นแน่นและเรียบได้ระดับสม่ำเสมอกับผิวชั้นทางที่ก่อสร้างประกบนั้น

(2) การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เหลื่อมเข้าไปในชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว 25-50 มิลลิเมตร คัดเม็ดวัสดุก้อนโตบริเวณที่เหลื่อมกันตรงรอยต่อนั้นออกทิ้งไป ซึ่งเมื่อบดทับจะได้รอยต่อตามยาวที่แน่น ไม่ขรุขระและเรียบได้ระดับสม่ำเสมอกับผิวทางที่ก่อสร้างประกบนั้น

ก่อนจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ประกบกับชั้นทางช่องจราจรที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว ให้ตัดแต่งรอยต่อตามยาวนั้นด้วยเครื่องมือตัดรอยต่อตามที่ระบุไว้ในข้อ **6.8.3** โดยตัดให้ตั้งฉากกับชั้นทางที่ปูทับ และรอยต่อนั้นจะต้องตรงแนวเรียบร้อยคม ไม่ฉีกขาด เสร็จแล้วให้ทารอยต่อนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อเชื่อมกันได้ดีกับชั้นทางที่ประกบ การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์นี้ ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

ในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายชั้น แต่ละชั้นให้ก่อสร้างให้มีรอยต่อตามยาวเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ถ้าเป็นชั้นทาง 2 ช่องจราจร รอยต่อตามยาวของชั้นทางชั้นบนสุดให้อยู่ในแนวขอบช่องจราจรตามแบบ

การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายช่องจราจรพร้อมกัน โดยใช้เครื่องปูหลายเครื่อง การปูชั้นทางโดยเครื่องปูที่ตามหลัง ให้ปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเหลื่อมเข้าไปในชั้นทางที่กำลังปูโดยเครื่องปูเครื่องหน้า 25-50 มิลลิเมตร ในกรณีเช่นนี้ไม่จำเป็นต้องตัดรอยต่อตามยาว และไม่ต้องทำแทคโคท

8.3.7 การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในทางโค้ง ให้ปูช่องจราจรด้านโค้งในก่อนไปตามลำดับจนถึงโค้งนอก แต่ถ้าก่อสร้างในฤดูฝนจะต้องดำเนินการก่อสร้างให้เสร็จเต็มโค้งโดยเร็วที่สุด เพื่อป้องกันน้ำขังบนชั้นทาง

8.3.8 การตรวจวัดความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ตรวจวัดความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูแล้วแต่ยังไม่ได้บดทับเป็นระยะๆ ช่วงละไม่เกิน 8 เมตร โดยให้ตรวจวัดความหนาตลอดความกว้างของชั้นทาง หากปรากฏว่าความหนาของชั้นทางคลาดเคลื่อนไปจากความหนาที่กำหนด ให้แก้ไขโดยทันทีขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิตามที่กำหนด กรณีที่มีความหนาน้อยกว่าที่กำหนด ให้คราดผิวแล้วนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณภาพถูกต้องมาปูเสริม เกลี่ยให้ได้ระดับสม่ำเสมอแล้วตรวจสอบระดับให้ถูกต้อง

8.3.9 การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยรถเกลี่ยปรับระดับ การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่เครื่องปูไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้หรือไม่เหมาะสมที่จะเข้าไปดำเนินการ อาจพิจารณาให้ใช้รถเกลี่ยปรับระดับที่ถูกต้องตามที่ระบุไว้ในข้อ **6.4** ดำเนินการได้ แล้วตรวจสอบด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบให้ได้ระดับถูกต้อง ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

8.3.10 การปูด้วยแรงคน กรณีที่เป็นพื้นที่จำกัด หรือพื้นที่ที่ต้องการปรับระดับพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง และอื่นๆ ที่เครื่องปูและรถเกลี่ยปรับระดับเข้าไปดำเนินการไม่ได้ ไม่เหมาะสม หรือไม่สะดวกที่จะเข้าไปดำเนินการ อาจพิจารณาใช้คนปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในบริเวณดังกล่าวได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน ในการใช้คนดำเนินการนี้ ให้ใช้พลั่วตักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไปกองเรียงกันบนพื้นที่ที่ต้องการปู แต่ละกองเป็นกองเดี่ยวๆ ห้ามกองทับกันเป็นกองสูง เกลี่ยแต่งให้เรียบสม่ำเสมอ แล้วตรวจสอบด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบให้ได้ระดับถูกต้อง

8.3.11 การตรวจสอบความเรียบในการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ดำเนินการตรวจสอบภายหลังจากการบดทับเที่ยวแรก โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบวางทาบไปบนผิวหน้าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ ให้ดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิตามที่กำหนด

8.4 การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้น จะต้องใช้เครื่องจักรบดทับที่ถูกต้องตามที่กำหนดในข้อ **6.5** และจะต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติ ไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เครื่องจักรบดทับต่างๆ ดังกล่าวก่อนนำไปใช้งานจะต้องผ่านการตรวจสอบ ตรวจปรับ ให้เหมาะสมตามรายการและวิธีการตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด และอนุญาตให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงาน

การบดทับจะต้องกระทำทันทีหลังจากการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต และเริ่มบดทับขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังร้อนอยู่ โดยมีอุณหภูมิระหว่าง 120-150 องศาเซลเซียส เมื่อบดทับแล้วจะต้องได้ชั้นทางแอสฟัลต์

คอนกรีตที่มีความแน่น ความเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและความลาดตามแบบ ไม่มีรอยแตก รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง รอยคลื่น รอยล้อรถบด หรือความเสียหายของผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตอื่นๆ

8.4.1 หลักการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทั่วๆ ไป ในกรณีที่ข้อกำหนดไม่ได้ระบุวิธีการบดทับเป็นอย่างอื่น การบดทับให้พิจารณาดำเนินการตามหลักการบดทับดังนี้ ในเบื้องต้นให้บดทับรอยต่อต่างๆ ก่อนโดยทันที ต่อจากนั้นก็ให้บดทับขั้นต้น (Initial or Breakdown Rolling) โดยให้รถบดทับตามหลังเครื่องปูให้ใกล้ชิดเครื่องปูมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และในการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับต้องไม่มีรอยแตก ไม่มีส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด ต่อไปเป็นการบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) โดยให้บดทับตามติดการบดทับในขั้นต้นให้ใกล้ชิดที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ และต้องดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิเหมาะสมที่จะทำให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด ต่อจากนั้นเป็นการบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ซึ่งจะต้องดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิที่รถบดจะสามารถลบรอยล้อรถบดทับที่ผ่านมาได้เรียบร้อย

ในการบดทับจะต้องเริ่มบดทับที่ขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านต่ำหรือด้านขอบนอกก่อน แล้วจึงค่อยๆ บดทับเหลื่อมเข้าไปสู้ด้านเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน เว้นแต่การบดทับช่วงการยกโค้งซึ่งจะต้องบดทับทางด้านต่ำก่อน แล้วจึงบดทับเหลื่อมไปทางด้านสูง การบดทับแต่ละเที่ยวให้บดทับขนานไปกับเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน และให้แนวบดทับเหลื่อมกัน (Overlap) ประมาณ 150 มิลลิเมตร แต่ถ้าบดทับแล้วเกิดเป็นคลื่นตามขวางหรือส่วนผสมเคลื่อนตัวเป็นแอ่งก็ให้เปลี่ยนเป็นบดทับเหลื่อมกันครึ่งหนึ่งของความกว้างของล้อรถบด การหยุดรถบดแต่ละเที่ยวของการบดทับ ต้องไม่หยุดที่แนวเดียวกับรอยหยุดของรถบดเที่ยวก่อน แต่ควรหยุดรถบดให้เหลื่อมกันเป็นระยะห่างพอสมควร

ในระหว่างการบดทับ หากมีส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด ควรใช้น้ำหรือสาร สำหรับเคลือบล้อรถบดใดๆ ที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ พ่นล้อรถบดบางๆ เพียงเพื่อเคลือบผิวหน้าล้อรถบดให้เปียกชื้น เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด หากหมดความจำเป็นแล้วให้เลิกใช้ การบดทับรถบดจะต้องวิ่งด้วยความเร็วต่ำและสม่ำเสมอโดยใช้ล้อขับ (Drive Wheel) นำหน้าให้ใกล้ชิดเครื่องปูมากที่สุด หากมีการเปลี่ยนความเร็วรถขณะบดทับ จะต้องค่อยๆ เปลี่ยนความเร็วทีละน้อย ในช่องทางการบดทับช่องทางใดๆ การบดทับเดินหน้าและถอยหลังให้อยู่ในแนวช่องทางการบดทับเดียวกัน ก่อนเดินหน้าและถอยหลังรถบดจะต้องหยุดนิ่งก่อน ถ้าเป็นรถบดสั่นสะเทือนจะต้องหยุดการสั่นสะเทือนก่อนด้วย การเปลี่ยนแนวช่องทางบดทับจะต้องค่อยๆ เปลี่ยน โดยให้เปลี่ยนบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่ได้บดทับและเย็นตัวแล้ว ห้ามเปลี่ยนบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับหรือที่ยังร้อนอยู่ การบดทับช่องทางบดทับถัดไปจะต้องขนานกับช่องทางเดิม การจอดรถบดขณะบดทับหรือบดทับเสร็จแล้ว ให้จอดบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่เย็นตัวแล้ว ห้ามจอดบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ยังร้อนอยู่ ถ้าในการบดทับทำให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดการเคลื่อนตัวออกไปต้องแก้ไขโดยด่วน โดยการคราดส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณดังกล่าวให้หลวม แล้วนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณภาพและอุณหภูมิถูกต้องมาเพิ่ม พร้อมกับแต่งระดับให้สม่ำเสมอได้ระดับถูกต้องแล้วจึงบดทับใหม่

8.4.2 ความเร็วของรถบดในการบดทับ ในการบดทับโดยทั่วๆ ไป รถบดจะต้องวิ่งด้วยความเร็วต่ำและสม่ำเสมอความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการบดทับขึ้นอยู่กับชนิดของรถบด อุณหภูมิ ชนิด ลักษณะและ

ความหนาของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ขั้นตอนการบดทับ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ความเร็วสูงสุดในการบดทับ สำหรับรถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือน รถบดล้อเหล็กแบบสั่นสะเทือนซึ่งบดทับโดยไม่สั่นสะเทือน และรถบดล้อยาง ในการบดทับขั้นตอนต่างๆ ควรจะเป็นไปตามตารางที่ **5**

ตารางที่ 5 ความเร็วของรถบดในการบดทับ

ชนิดของรถบด	ความเร็วของการบดในการบดทับ					
	การบดทับขั้นต้น		การบดทับขั้นกลาง		การบดทับขั้นสุดท้าย	
	กม./ชม.	ไมล์/ชม.	กม./ชม.	ไมล์/ชม.	กม./ชม.	ไมล์/ชม.
รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ	3	2	5	3	5*	3*
รถบดล้อยาง	5	3	5	3	8	5
รถบดสั่นสะเทือน**	4-5	2.5-3	4-5	2.5-3	-	-

หมายเหตุ * รวมถึงรถบดสั่นสะเทือนบดทับโดยไม่สั่นสะเทือน

** ดูตารางที่ **6** ประกอบ

ความเร็วสูงสุดของการบดทับสำหรับรถบดสั่นสะเทือนที่มีความถี่ในการสั่นสะเทือนใดๆ ขึ้นอยู่กับระยะกระแทกของล้อรถบด (Impact Spacing) ซึ่งตามปกติระยะการกระแทกของล้อรถบดจะน้อยกว่าความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว ในการบดทับระยะกระแทกของล้อรถบดไม่ควรน้อยกว่า 10 ครั้ง ต่อระยะทาง 300 มิลลิเมตร (หรือ 33 ครั้งต่อระยะทาง 1 เมตร) ที่รถบดเคลื่อนตัวไป สำหรับความเร็วที่เหมาะสมในการบดทับของรถบดสั่นสะเทือนที่ความถี่การสั่นสะเทือนใดๆ ที่ใช้และระยะกระแทกของล้อรถ บดที่กำหนด ควรจะเป็นไปตามตารางที่ **6**

8.4.3 การทำแปลงทดลองเพื่อกำหนดรูปแบบของการบดทับ ก่อนเริ่มการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อให้ใช้เครื่องจักรบดทับที่มีอยู่ได้ถูกต้องเหมาะสมต่องานและเกิดประโยชน์สูงสุด ควรทำแปลงทดลองในสนามยาวประมาณ 100-150 เมตร เพื่อกำหนดรูปแบบของการบดทับ (Pattern of Rolling) ที่เหมาะสมกับชนิด จำนวน สภาพเครื่องจักรที่นำมาใช้งาน โดยเมื่อบดทับเสร็จแล้วจะต้องได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความเรียบ ความแน่นสม่ำเสมอ ได้ระดับความลาดตามแบบ และมีคุณสมบัติอื่นๆ ถูกต้องตามที่กำหนด การทำแปลงทดลองบดทับนี้ให้ดำเนินการแก้ไข ปรับการใช้งานหรือเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับได้แล้วแต่กรณี จนกว่าจะสามารถบดทับได้ถูกต้องตามที่กำหนด และผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้ว จึงนำไปใช้เป็นบรรทัดฐานในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในงานนั้นๆ ต่อไป ในระหว่างการก่อสร้างหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกี่ยวกับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต หรือเครื่องจักรบดทับที่ใช้งานและอื่นๆ ผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาให้ปรับปรุงแก้ไขหรือทำแปลงทดลองในสนามเพื่อทดลองหาความเหมาะสมใหม่ก็ได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

การกำหนดรูปแบบการบดทับที่เหมาะสมสำหรับเครื่องจักรบดทับชุดใดที่ใช้งานนั้น ให้ผู้รับจ้างดำเนินการทดลองบดทับ เพื่อกำหนดขนาดพื้นที่บดทับที่สัมพันธ์กับกำลังผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของโรงงานผสม อัตราการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต และเพื่อทราบจำนวนเที่ยวการบดทับเต็มผิวหน้าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Coverage) จำนวนเที่ยวการบดทับซ้ำที่ช่องทางบดทับแต่ละช่อง (Pass) ความเร็วของรถบดแต่ละชนิดในการบดทับและอื่นๆ

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ความถี่ และจำนวนครั้งการกระแทก (ช่วงที่ควรใช้อยู่ในกรอบเส้นทึบ)

ความถี่การสั่นสะเทือน เฮิรตซ์ (รอบต่อนาที)		จำนวนครั้งการกระแทกต่อระยะ 1 เมตร (จำนวนครั้งการกระแทกต่อระยะ 1 ฟุต)				
30 (1,800)		45.0	33.8	27.0	22.5	19.3
		(13.6)	(10.2)	(8.2)	(6.8)	(5.8)
33 (2,000)		50.0	37.5	30.0	25.0	21.4
		(15.2)	(11.4)	(9.1)	(7.6)	(6.5)
37 (2,200)		55.0	41.3	33.0	27.5	23.6
		(16.7)	(12.5)	(10.0)	(8.3)	(7.1)
40 (2,400)		60.0	45.0	36.0	30.0	25.7
		(18.2)	(13.6)	(10.9)	(9.1)	(7.8)
43 (2,600)		65.0	48.8	39.0	32.5	27.9
		(19.7)	(14.8)	(11.8)	(9.8)	(8.4)
47 (2,800)		70.0	52.5	42.0	35.0	30.0
		(21.2)	(15.9)	(12.7)	(10.6)	(9.1)
50 (3,000)		75.0	56.3	45.0	37.5	32.1
		(22.7)	(17.0)	(13.0)	(11.4)	(9.7)
ความเร็วรถบด	กม./ชม	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6
	ไมล์/ชม	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	ม./นาที	40.0	53.3	66.7	80.0	93.3
	ฟุต/นาที	132	176	220	264	308

8.4.4 ลำดับขั้นตอนการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

(1) เมื่อปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรก หรือเต็มผิวจราจรในคราวเดียว การบดทับจะต้องดำเนินการตามลำดับดังนี้

ก. บดทับรอยต่อตามขวาง

ข. บดทับขอบผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านนอก

ค. บดทับขั้นต้น

ง. บดทับขั้นกลาง

จ. บดทับขั้นสุดท้าย

(2) เมื่อปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายช่องจราจรพร้อมกัน หรือปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ประกบกับช่องจราจรเดิมที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว หรือประกบกับแนวโครงสร้างใดที่มีอยู่แล้ว การบดทับจะต้องดำเนินการตามลำดับดังนี้

ก. บดทับรอยต่อตามขวาง

ข. บดทับรอยต่อตามยาว

ค. บดทับขอบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านนอก

ง. บดทับขั้นต้น

จ. บดทับขั้นกลาง

ฉ. บดทับขั้นสุดท้าย

8.4.5 การบดทับรอยต่อตามขวาง ให้ใช้รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ หรือ รถบดสั่นสะเทือน แต่ให้บดทับโดยไม่สั่นสะเทือน

สำหรับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรก ก่อนการบดทับรอยต่อตามขวางควรใช้แผ่นไม้ที่มีความเหมาะสม วางรองชิดขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณรอยต่อตามขวางทั้ง 2 ด้าน เพื่อรองรับล้อรถบดเวลาบดทับเลยขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตออกไป เป็นการป้องกันมิให้ขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปลายรอยต่อตามขวางเสียหายเสร็จ แล้วจึงบดทับรอยต่อตามขวาง โดยในการบดทับเที่ยวแรกให้รถบดวิ่งบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว และให้ล้อรถบดเหลื่อมเข้าไปในบริเวณชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่ประมาณ 150 มิลลิเมตร ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบความเรียบของรอยต่อ หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้เรียบร้อยทันที และในการบดทับเที่ยวต่อๆ ไป ให้แนวบดทับค่อยๆ เลื่อนเข้าไปในบริเวณชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่เที่ยวละ 150-200 มิลลิเมตร จนในที่สุดล้อรถบดจะเข้าไปบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่ทั้งหมด

สำหรับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรประกบกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรที่ได้ก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว การบดทับในครั้งแรกให้บดทับบริเวณปลายรอยต่อตามขวางด้านที่บรรจบกับรอยต่อตามยาว โดยให้บดทับขนานไปตามรอยต่อตามยาวเป็นระยะประมาณ 0.5-1 เมตร แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบความเรียบของรอยต่อ หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้เรียบร้อยทันที ต่อจากนั้นให้เริ่มบดทับรอยต่อตามขวาง ก่อนบดทับควรใช้แผ่นไม้ที่มีความเหมาะสมวางรองชิดขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณรอยต่อตามขวางด้านนอก เสร็จแล้วให้บดทับรอยต่อตามขวาง โดยให้ดำเนินการตามวิธีการบดทับดังกล่าวข้างต้น

8.4.6 การบดทับรอยต่อตามยาว รอยต่อตามยาวแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

(1) รอยต่อเย็นหรือรอยต่อเก่า (Cold Joint) หมายถึง รอยต่อตามยาวระหว่างช่องจราจรที่ได้ก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต และบดทับเรียบร้อยแล้ว กับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ที่ก่อสร้างประกบกัน

ในการบดทับรอยต่อตามยาว เมื่อใช้รถบดล้อเหล็กชนิดไม่สั่นสะเทือน การบดทับเที่ยวแรกให้ล้อรถบดส่วนใหญ่อยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว โดยให้ล้อรถบดเหลื่อมเข้าไปบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ 100-150 มิลลิเมตร และในการบดทับเที่ยวต่อๆ ไป ให้ล้อรถบดค่อยๆ เลื่อนแนวบดทับเหลื่อมเข้าไปบนชั้นทางที่ก่อสร้างใหม่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งล้อรถบดทั้งหมดจะอยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ ในกรณีใช้รถบดสั่นสะเทือนบดทับ การบดทับจะต้องให้ล้อรถบดส่วนใหญ่อยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่สร้างใหม่โดยให้ล้อรถบดเหลื่อมเข้าไปบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้ว 100-150 มิลลิเมตร และให้ดำเนินการบดทับซ้ำตามแนวบดทับดังกล่าว จนกระทั่งได้รอยต่อตามยาวที่เรียบร้อยและได้ความแน่นตามที่กำหนด

(2) รอยต่อร้อนหรือรอยต่อใหม่ (Hot Joint) หมายถึงรอยต่อตามยาวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างช่องจราจร 2 ช่อง ที่ก่อสร้างพร้อมกัน โดยการปูด้วยเครื่องปู 2 ชุด

ในการบดทับรอยต่อตามยาวแบบนี้ให้ใช้รถบดล้อเหล็กเข้าบดทับพื้นที่บริเวณรอยต่อทั้ง 2 ข้างของรอยต่อตามยาว กว้างประมาณ 400 มิลลิเมตร ที่เว้นไว้ในการบดทับขั้นต้น การบดทับให้แนวรอยต่อตามยาวอยู่กึ่งกลางความกว้างของล้อรถบด โดยให้บดทับจนกว่าจะได้รอยต่อตามยาวที่เรียบร้อยและได้ความแน่นตามที่กำหนด

8.4.7 การบดทับขั้นต้น (Initial or Breakdown Rolling) ภายหลังจากที่ได้บดทับรอยต่อต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการบดทับขั้นต้นเมื่อส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียส การบดทับให้ใช้ได้ทั้งรถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือนหรือรถบดสั่นสะเทือน เครื่องจักรบดทับที่ใช้ต้องถูกต้องตามข้อ **6.5** โดยน้ำหนักรถบด น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด ความถี่การสั่นสะเทือนระยะเต้นของล้อรถบด ความเร็วของรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะต้องพิจารณาใช้ให้เหมาะสมกับชนิด ลักษณะ ความคงตัว อุณหภูมิ ความหนาของชั้นทางที่ปู และสภาพของชั้นทางที่อยู่ภายใต้ที่จะก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ การบดทับให้เริ่มบดทับจากขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านต่ำ หรือขอบชั้นทางด้านนอก ไปหาขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านสูง หรือขอบชั้นทางด้านใน

การบดทับโดยใช้รถบดสั่นสะเทือน ควรใช้ความถี่การสั่นสะเทือน และระยะเต้นของล้อรถบดให้เหมาะสม ความถี่การสั่นสะเทือนควรอยู่ระหว่าง 33-50 เฮิรตซ์ (2,000-3,000 รอบต่อนาที) และระยะเต้นของล้อรถบดควรอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 มิลลิเมตร สำหรับการบดทับชั้นผิวทางหรือผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ควรใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะเต้นด้านต่ำ แต่ถ้าเป็นชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ใช่ชั้นผิวทางและมีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร อาจใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านต่ำ และใช้ค่าระยะเต้นด้านสูงได้ อย่างไรก็ตามการใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนและค่าระยะเต้นของล้อรถบดในการบดทับให้พิจารณาจากผลการทำแปลงทดลองตามข้อ **8.4.3**

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาน้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ต้องพิจารณาความเหมาะสมเป็นพิเศษ หากใช้รถบดล้อเหล็ก ไม่ควรบดทับโดยการสั่นสะเทือน หากจะใช้รถบดบดทับโดยการสั่นสะเทือนก็ให้ใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านค่าต่ำ โดยเมื่อบดทับแล้วจะต้องไม่เกิดความเสียหายของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต เช่น เกิดการยุบตัว ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาระหว่าง 25-50 มิลลิเมตร หากใช้รถบดสั่นสะเทือนบดทับ ควรใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านต่ำ

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร ด้วยรถบดสั่นสะเทือน สำหรับการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ใช่ชั้นผิวทาง อาจใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านสูงได้ แต่สำหรับชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ควรจะใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านต่ำ

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร และไม่มีแนวสิ่งก่อสร้าง เช่น คันหิน หรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้วช่วยอัดด้านข้างไว้ หากบดทับตามวิธีการปกติแล้วปรากฏว่ามีการเคลื่อนตัวของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้านข้างให้เปลี่ยนวิธีการบดทับใหม่ โดยให้ร่นแนวบดทับเที่ยวแรกเข้าไปให้ห่างจากขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตประมาณ 300 มิลลิเมตร หลังจากนั้นให้บดทับต่อไปตามปกติ เสร็จแล้วจึงกลับมาบดทับขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เว้นไว้นั้นในเที่ยวสุดท้ายของการบดทับเต็มหน้าเที่ยวแรกต่อไป

การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต 2 ช่องจราจรพร้อมกัน การบดทับในขั้นต้นนี้ให้ดำเนินการพร้อมกันทั้ง 2 ช่องจราจร โดยให้เว้นระยะของแนวบดทับให้ห่างจากรอยต่อร้อนหรือรอยต่อใหม่ของแต่ละช่องจราจร ไว้ข้างละประมาณ 200 มิลลิเมตร พื้นที่แนวรอยต่อดังกล่าวนี้ให้ดำเนินการบดทับตามข้อ **8.4.6 (2)** ต่อเนื่องกันไป

8.4.8 การบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) ให้เริ่มดำเนินการบดอัดเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส การบดทับขั้นกลางควรดำเนินการตามรูปแบบการบดทับขั้นต้น โดยให้บดทับตามหลักการบดทับขั้นต้นให้ใกล้ชิดที่สุด และให้บดทับโดยต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ความแน่นตามที่กำหนดและสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงที่ก่อสร้าง

การบดทับขั้นกลางตามปกติให้ใช้รถบดล้อยางเป็นหลัก โดยเฉพาะชั้นผิวทางและผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ปรับน้ำหนักรถบด และความดันลมยาง เพื่อให้ได้แรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดที่เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ

สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตอื่นๆ หรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ใช่ชั้นผิวทางและผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต อาจพิจารณาให้ใช้รถบดล้อเหล็ก รถบดสั่นสะเทือนบดทับร่วมกับรถบดล้อยางด้วยได้ตามความเหมาะสม โดยน้ำหนักรถบด น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด ความถี่การสั่นสะเทือน ระยะเต้นของล้อรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะต้องพิจารณาใช้ให้เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

8.4.9 การบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) มีจุดประสงค์เพื่อลบรอยล้อรถบดที่ผิวหน้าและทำให้ผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอเท่านั้น ทั้งนี้ให้เริ่มดำเนินการเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 66 องศาเซลเซียส โดยให้ใช้รถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือนหรือใช้รถบดสั่นสะเทือนแต่บดทับโดยไม่สั่นสะเทือนเท่านั้น รถบดต้องมีน้ำหนัก น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ

8.4.10 การบดทับพื้นที่พิเศษ

(1) การบดทับบนพื้นที่ลาดชันสูง (Steep Grade) สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง หรือในทางโค้งที่มีการยกโค้งสูง การบดทับโดยรถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือน ให้ใช้ล้อตาม (Tiller Wheel) เดินหน้า โดยให้บดทับตามหลังเครื่องปู โดยใกล้ชิดที่สุด ไม่ว่าเครื่องปูจะปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้นทางลาดชันหรือปูลงตามทางลาดชันก็ตาม ในการบดทับโดยใช้รถบดสั่นสะเทือนนั้น การบดทับในเที่ยวแรกให้บดทับโดยไม่สั่นสะเทือน แต่หลังจากที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้นทางมีความคงตัว (Stability) สูงขึ้นมากพอที่จะบดทับโดยการสั่นสะเทือนได้ ก็ให้บดทับต่อไปโดยการสั่นสะเทือน โดยให้ใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านต่ำ

(2) การบดทับบนพื้นที่ที่รถบดเข้าไปดำเนินการไม่ได้ (Inaccessible Area) สำหรับพื้นที่ที่ก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่รถบดเข้าไปดำเนินการไม่ได้ เช่น บริเวณที่ชิดกับคันหินและร่องระบายน้ำ สะพาน ขอบบ่อพัก และสิ่งกีดขวางอื่นๆ จะต้องใช้เครื่องจักรหรือเครื่องมือบดทับขนาดเล็กที่ถูกต้องตามข้อ **6.8.1** และหรือข้อ **6.8.2** การนำมาใช้และการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้คุมงาน

(3) การบดทับทแยงมุม ในขั้นแรกให้ดำเนินการบดทับในแนวทแยงมุมก่อน ต่อจากนั้นจึงบดทับขนานกับขอบทางโค้ง

ก. การบดทับทแยงมุม ในขั้นแรกให้ดำเนินการบดทับในแนวทแยงมุมก่อน ต่อจากนั้นจึงบดทับขนานกับขอบทางโค้ง

ข. การบดทับขนาน ในขั้นแรกให้ดำเนินการบดทับในแนวขนาน โดยตั้งฉากกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางทางแยกก่อน ต่อจากนั้นจึงบดทับขนานกับขอบทางโค้ง

9. การตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว

หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีดังต่อไปนี้

9.1 ลักษณะผิว (Surface Texture)

ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้ระดับและความลาดตามแบบ มีลักษณะผิวและลักษณะการบดทับที่สม่ำเสมอ ไม่ปรากฏความเสียหาย เช่น แอสฟัลต์คอนกรีตที่ผิวหน้าหลุด (Pull) รอยฉีก (Torn) ผิวหน้าหลวมหรือแยกตัว (Segregation) เป็นคลื่น (Ripple) หรือความเสียหายอื่นๆ หากตรวจสอบแล้วปรากฏความเสียหายดังกล่าว จะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

9.2 ความเรียบที่ผิว (Surface Tolerance)

เมื่อใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตามข้อ **6.8.5** วางทาบบนผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในแนวตั้งฉากและในแนวขนานกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบจะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

9.3 ความแน่น (Density)

การตรวจสอบรับรองความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จากการเปรียบเทียบค่าความแน่นของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตกับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องปฏิบัติการตาม มยผ. 2217.-.57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องปฏิบัติการ ตามรายละเอียดดังนี้

9.3.1 การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องปฏิบัติการ ให้เก็บตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากรถบรรทุกที่โรงงานผสมก่อนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้างโดยการสุ่มตัวอย่างจากรถบรรทุกจากการผลิตส่วนผสมฟัลต์คอนกรีตประจำวันเป็นระยะๆ แล้วนำไปดำเนินการในห้องปฏิบัติการ โดยให้ได้ก้อนตัวอย่างอย่างน้อย 8 ก้อนตัวอย่างในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน ทดสอบหาค่าความแน่น แล้วนำค่าความแน่นที่ทดสอบได้จากก้อนตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เป็นความแน่นในห้องปฏิบัติการประจำวัน สำหรับใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบเป็นค่าความแน่นร้อยละของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม

การเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ดำเนินการตามรายละเอียดและวิธีการที่กำหนด การทดสอบหาค่าความแน่นให้ดำเนินการตาม มยผ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องปฏิบัติการ จะต้องตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน และมีอุณหภูมิในขณะบดอัดก้อนตัวอย่างตรงตามที่กำหนด สำหรับตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการนั้นอนุญาตให้นำเข้าอบในเตาอบเพื่อรักษาอุณหภูมิไว้ได้นานไม่เกิน 30 นาที ในระหว่างดำเนินการถ้าอุณหภูมิของตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิการบดอัดที่กำหนด ให้นำตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดังกล่าวนั้นทิ้งไป ห้ามนำไปอบเพื่อนำมาใช้บดอัดทำก้อนตัวอย่างทดสอบอีกต่อไป

9.3.2 การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ให้เจาะก้อนตัวอย่างตัวแทนของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ด้วยเครื่องเจาะตัวอย่างที่ถูกต้องตามข้อ **6.8.4** โดยให้เจาะเก็บก้อนตัวอย่างไม่น้อยกว่าจำนวน 1 ก้อนตัวอย่างทุกๆ ระยะทางประมาณ 250 เมตรต่อช่องจราจร หรือทุกๆ ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่นำมาใช้งานประมาณ 100 ตัน แล้วนำไปทดสอบหาค่าความแน่นตาม มยผ. 2217.-.57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

สำหรับชั้นผิวทางชั้นรองผิวทาง และชั้นปรับระดับแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ค่าความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน

สำหรับชั้นพื้นทาง และผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ค่าความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 และ 96 ของค่าความแน่นของก้อนตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการที่ใช้เปรียบเทียบประจำวันตามลำดับ

10. การอำนวยการและควบคุมการจราจรระหว่างการก่อสร้าง

ในระหว่างการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องจัดและควบคุมการจราจรไม่ให้ผ่านชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ จนกว่าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตจะเย็นตัวลงมากพอ โดยเมื่อเปิดให้การจราจรผ่านแล้วจะไม่ทำให้เกิดร่องรอยบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นโดยจะต้องติดตั้งป้ายจราจร พร้อมอุปกรณ์ควบคุมการจราจรอื่นๆ ที่จำเป็นตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด พร้อมจัดบุคลากรเพื่ออำนวยการจราจรให้ผ่านพื้นที่ก่อสร้างได้โดยสะดวกปลอดภัย และไม่ทำให้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่นั้นเสียหาย ระยะเวลาในการปิดและเปิดการจราจรให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

11. เอกสารอ้างอิง

11.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 230 - 2531: มาตรฐานงานผิวทางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต (Asphaltic Concrete)

11.2 มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มทช. 230 - 2545: มาตรฐานงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

11.3 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ม. 408/2532: แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete or Hot Mix Asphalt)

11.4 AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS : ASTM. STANDARD D-1559

11.5 THE ASPHALT INSTITUTE “MIX DESIGN METHODS FOR ASPHALT CONCRETE AND THE HOT-MIX TYPES” MANUAL SERIES NO.2 (MS-2)

มยผ. 2132 - 57

มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

2. นิยาม

"งานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)" หมายถึง การก่อสร้างผิวหรือผิวไหล่ทางด้วยการลาดแอสฟัลต์และเกลี่ยวัสดุหินย่อยปิดทับ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นบนชั้นพื้นทางที่ได้ลาดแอสฟัลต์ไพรมโคท (Prime Coat) แล้วหรือบนพื้นที่อื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้ว

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.2107 - 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

3.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

3.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก. 851: แอสฟัลต์ซีเมนต์ สำหรับงานทาง

3.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัทแบคแอสฟัลต์

4. วัสดุ

4.1 วัสดุยางแอสฟัลต์ ที่ใช้ต้องเป็นประเภทและชนิด ดังต่อไปนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง

4.1.1 แอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement) AC 60-70, AC 80-100 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐาน มอก. 851:แอสฟัลต์ซีเมนต์ สำหรับงานทาง

4.1.2 คัทแบคแอสฟัลต์ชนิดบ่มเร็ว (Rapid Curing Cut Back Asphalt) RC-800, RC-3000 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัทแบคแอสฟัลต์

4.1.3 แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่น (Cationic Asphalt Emulsion) CRS-1,CRS-2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิก แอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน
อุณหภูมิที่ใช้ลาดแอสฟัลต์ชนิดต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

4.1.4 แอสฟัลต์ชนิดอื่นๆ หรือแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใดๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นกรณีไป

4.1.5 กรณีที่ทางมีความลาดชันมากหรือมีปัญหาแอสฟัลต์ไหลก่อนลงหินย่อย ผู้ควบคุมงานอาจห้ามใช้แอสฟัลต์อิมัลชั่นหรือคัทแบคแอสฟัลต์ชนิดนั้นๆ

4.1.6 กรณีที่มีปริมาณการจราจรมาก หรือไม่สามารถปิดการจราจรได้นาน ผู้ควบคุมงานอาจกำหนดให้ใช้เฉพาะแอสฟัลต์ซีเมนต์เท่านั้น

4.1.7 กรณีที่อุณหภูมิของผิวทางต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ห้ามใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ หากมีความจำเป็นต้องใช้ จะต้องใช้น้ำมัน (Cutter) ผสม และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน ปริมาณของน้ำมันที่ใช้ให้เป็นไปตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด แต่ไม่มากกว่าค่าที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ช่วงอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด

ชนิดแอสฟัลต์	ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ลาด	
	°C	°F
AC 60-70	145-175	295-345
AC 80-100	140-175	285-345
RC 3000	120-160	250-310
RC 800	100-120	210-250
CRS-1	40-65	100-150
CRS-2	50-85	125-185

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำมัน (Cutter) ที่ใช้

หินย่อย ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว)	ปริมาณน้ำมันที่ใช้ผสม ร้อยละโดยปริมาตรของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ 15 °C
19.0 (3/4)	ไม่เกิน 2
12.5 (1/2)	ไม่เกิน 4
9.5 (3/8)	ไม่เกิน 4

การผสมน้ำมันลงในแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น ในการปฏิบัติการในสนามต้องให้ความร้อนแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่อุณหภูมิระหว่าง 160-185 องศาเซลเซียส จากนั้นใช้เครื่องสูบ (Pump) สูบน้ำมันจากถังเก็บน้ำมันไปใส่ในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ตามปริมาณที่ได้คำนวณไว้ แล้วให้เวียนส่วนผสมแอสฟัลต์ซีเมนต์กับน้ำมัน ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประมาณ 20 นาทีจึงนำไปลาดได้

ในระหว่างที่สูบน้ำมันเติมลงในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์เพื่อผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น ต้องระมัดระวังไม่ให้มีประกายไฟเกิดขึ้น เช่น การจุดไฟ การสูบบุหรี่ หรือการใช้เตาฟู่ ภายในรัศมี 15 เมตร จากเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพราะระหว่างการผสมนี้จะมีไอระเหยของน้ำมันและแอสฟัลต์ซีเมนต์ซึ่งติดไฟได้ง่ายเกิดขึ้น นอกจากนั้นจะต้องระมัดระวัง ไม่ให้มีการติดเครื่องยนต์ที่มีการสันดาปภายในบริเวณดังกล่าว ซึ่งจะทำให้เกิดประกายไฟที่สามารถจุดไอระเหยน้ำมันให้ลุกเป็นไฟได้

4.2 หินย่อย

หินย่อยให้เป็นไปตาม มยผ. 2107-57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.3 สารเคลือบผิวหินย่อย (Pre-Coating Material)

สารที่ใช้เคลือบผิวหินย่อย อาจเป็นน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นเกรดที่ใช้กันทั่วไป หรือสารอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้

4.4 สารผสมแอสฟัลต์ (Additive)

สารผสมแอสฟัลต์ที่นำมาใช้ต้องเป็นชนิดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบแล้วและอนุญาตให้ใช้ได้

4.5 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อย

4.5.1 ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

- ให้ใช้ขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

4.5.2 ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment)

- ชั้นที่หนึ่ง ให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- ชั้นที่สอง ให้ใช้ขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

4.5.3 ผิวไหล่ทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว

- ให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

4.5.4 ผิวไหล่ทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น

- ชั้นที่หนึ่ง ให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- ชั้นที่สอง ให้ใช้ขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

5. เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งาน จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดีโดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ และผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดให้อยู่ในสภาพดีเสมอ

5.1 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor)

ต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองโดยมีถังบรรจุแอสฟัลต์ติดตั้งบนรถบรรทุกหรือรถพ่วงและประกอบด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้งานดังนี้

5.1.1 ไม้วัด (Dipstick) หรือเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ในถัง

5.1.2 หัวเผาให้ความร้อนแอสฟัลต์ (Burner)

5.1.3 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแอสฟัลต์ (Thermometer)

5.1.4 ปั๊มแอสฟัลต์ (Asphalt Pump)

5.1.5 เครื่องต้นกำลัง หรือเครื่องท้าย (Power Unit)

5.1.6 ท่อพ่นแอสฟัลต์ (Spray Bar) พร้อมหัวฉีด (Nozzle)

5.1.7 ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบถือ (Hand Spray)

5.1.8 อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ (Bitumeter)

5.1.9 ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ (Asphalt Tank)

เครื่องพ่นแอสฟัลต์ต้องมีระบบหมุนเวียน (Circulating System) โดยมีปั๊มแอสฟัลต์ที่สามารถใช้ได้ดีตั้งแต่แอสฟัลต์เหลวจนถึงแอสฟัลต์ซีเมนต์ และต้องทำงานได้ดังนี้

- ดูดแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้แล้วเข้าถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้
- หมุนเวียนแอสฟัลต์ในท่อพ่นแอสฟัลต์และในถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้

- พ่นแอสฟัลต์ผ่านทางท่อพ่นแอสฟัลต์และท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้
- ดูดแอสฟัลต์จากท่อพ่นแอสฟัลต์และท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือกลับเข้าสู่ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้
- ดูดแอสฟัลต์จากถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถไปยังถังเก็บแอสฟัลต์ภายนอกได้
- เครื่องต้นกำลัง หรือเครื่องท้าย ต้องมีมาตรบอกความดัน หรืออื่นๆ

เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ต้องติดเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ที่ผ่านปั๊มโดยวัดเป็นรอบ หรือวัดเป็นความดันหรืออื่นๆ ท่อพ่นแอสฟัลต์อาจประกอบด้วยท่อหลายท่อนต่อกัน มีหัวฉีดติดตั้งโดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดเท่ากัน หัวฉีดปรับทำมุมกับท่อพ่นแอสฟัลต์ได้และต้องมีอุปกรณ์ปิดเปิดได้ ท่อพ่นแอสฟัลต์ต้องเป็นแบบที่แอสฟัลต์หมุนเวียนผ่านได้ เมื่อใช้งานต้องมีความดันสม่ำเสมอตลอดความยาวของท่อและต้องปรับความสูงต่ำได้ การพ่นแอสฟัลต์สามารถปรับให้พ่นแอสฟัลต์ที่มีความกว้างต่างๆ กันได้

ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ ต้องเป็นแบบใช้หัวฉีดเคลื่อนตัวได้อิสระใช้พ่นแอสฟัลต์บนพื้นที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้

อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ประกอบด้วยล้อสำหรับวัดความเร็วต่อสายเชื่อมไปยังมาตรวัดความเร็วในเก๋งรถมาตรวัดความเร็วนี้ต้องบอกความเร็วเป็นเมตรต่อนาทีหรือฟุตต่อนาที พร้อมทั้งมีตัวเลขบอกระยะทางรวมที่รถวิ่ง

ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ เป็นชนิดมีฉนวนหุ้มป้องกันความร้อนภายใน ถังประกอบด้วยท่อนำความร้อนจากหัวเผา (หนึ่งหัวเผาหรือมากกว่า) มีแผ่นโลหะช่วยกระจายความร้อนมีท่อระบายแอสฟัลต์ ที่ถังต้องมีเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์เป็นแบบไม้วัด หรือเข็มวัดบอกปริมาณหรือทั้งสองชนิดมีเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเป็นแบบหน้าปัด (Dial) หรือแบบแท่งแก้วหุ้มด้วยโลหะ (Armoured Thermometer) หรือทั้งสองชนิดที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส

5.2 เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader)

ต้องเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (Self Propelled) และต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ ดังนี้

5.2.1 เครื่องยนต์ขับเคลื่อน

5.2.2 กระบะบรรจุหิน

5.2.3 สายพานลำเลียงหิน เป็นชนิดที่มีประตูปรับปริมาณการไหลของหินได้

5.2.4 เครื่องขับเคลื่อนสายพานลำเลียงหิน ซึ่งสามารถปรับความเร็วสายพานได้

5.2.5 ยุ้งโรยหิน (Spread Hopper) ที่ปากยุ้งด้านล่างปรับความกว้างได้ เพื่อให้สามารถปรับปริมาณและความสม่ำเสมอในการโรยหินได้อย่างถูกต้อง เครื่องโรยหินต้องมีความสามารถโรยหินได้แต่ละครั้งไม่น้อยกว่าความกว้างของแอสฟัลต์ที่ได้พ่นไว้แล้ว เครื่องโรยหินนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนใช้งาน และห้ามเทหินจากรถบรรทุกลงบนแอสฟัลต์ที่ลาดไว้แล้วโดยตรง

5.3 เครื่องเคลือบผิวหินย่อย

ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้คือ อุปกรณ์สำหรับป้อนหินตะแกรงร่อนหินที่สามารถคัดก้อนใหญ่หรือเล็กเกินไปและฝุ่นออกได้ หัวฉีดสำหรับพ่นสารที่ใช้เคลือบผิวถังกวน หรืออุปกรณ์อื่นใดที่สามารถทำให้หินย่อยได้รับการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ สายพานลำเลียงและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

5.4 เครื่องล้างหินย่อย

ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ คือ อุปกรณ์สำหรับป้อนหินตะแกรงร่อนหินที่สามารถคัดก้อนใหญ่หรือเล็กเกินไปและฝุ่นออกได้ หัวฉีดน้ำที่สามารถล้างหินให้สะอาดได้ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น ทั้งนี้อาจนำเครื่องเคลือบผิว

หินย่อยมาใช้แทนก็ได้ โดยต้องเปลี่ยนใช้หัวฉีดน้ำที่เหมาะสมและหรือใช้ฉีดน้ำจากภายนอกช่วย โดยต้องสามารถล้างหินได้สะอาด ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

5.5 เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom)

อาจเป็นแบบลากแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็กไนล่อนหวาย หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่จะก่อสร้างสะอาดหรือกำจัดหินส่วนเกินออกก่อนการเปิดการจราจร

5.6 เครื่องเกลี่ยหินชนิดลาก (Drag Broom)

ต้องสามารถเกลี่ยหินย่อย ที่ได้โรยจากเครื่องโรยหินแล้วให้สม่ำเสมอและกระจายออกไปโดยไม่ทำให้หินย่อยส่วนที่เริ่มจับตัวกับแอสฟัลต์แล้วหลุดออก

5.7 เครื่องเป่าลม (Blower)

เป็นแบบติดตั้งท้ายรถไถนา มีใบพัดขนาดใหญ่ ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

5.8 รถบดล้อยาง (Pneumatic Tired Roller)

ต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตนเอง (Self Propelled) มีจำนวนล้อไม่น้อยกว่า 9 ล้อ น้ำหนักไม่ต่ำกว่า 6 ตัน ซึ่งเมื่อเพิ่มน้ำหนักแล้ว มีน้ำหนักไม่เกิน 12 ตัน ล้อยางต้องเป็นชนิดผิวหน้ายางเรียบ มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ การเพิ่มน้ำหนักรถและความดันลมของล้อยางต้องให้ถูกต้องตามลักษณะงานที่ผู้ควบคุมงานกำหนด ความดันลมของยางควรอยู่ระหว่าง 345-830 กิโลปาสกาล (50-120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของยาง ชนิดและน้ำหนักรถ

5.9 รถตัก (Loader)

ต้องมีรถตักสำหรับตักหินย่อยจากกองรวมขึ้นรถบรรทุก หรืออุปกรณ์ลำเลียงหินย่อยอื่นๆ เพื่อขนส่งไปใช้ที่หน้างานได้ตลอดเวลา

5.10 รถกระบะเทท้าย (Dump Truck)

ต้องเป็นแบบที่สามารถเชื่อมต่อเครื่องโรยหินที่ด้านท้ายรถได้อย่างเรียบร้อย และใช้งานได้อย่างถูกต้อง

6. ข้อกำหนดในการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุ

6.1 ปริมาณของหินย่อย และปริมาณการใช้แอสฟัลต์ โดยประมาณให้เป็นไปตาม ตารางที่ **3**

ตารางที่ 3 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว)	19.0 (3/4)	12.5 (1/2)	9.5 (3/8)
หินย่อย กิโลกรัมต่อตารางเมตร	**16-22**	**12-18**	**7-11**
แอสฟัลต์ ที่อุณหภูมิ 15 °C			
แอสฟัลต์ซีเมนต์ ลิตรต่อตารางเมตร	0.8-2.1	0.6-1.5	0.4-1.0
คัทแบคแอสฟัลต์ ลิตรต่อตารางเมตร	1.0-2.6	0.7-1.9	0.4-1.2
แอสฟัลต์อิมัลชั่น ลิตรต่อตารางเมตร	1.2-3.3	0.9-2.3	0.5-1.5

6.2 ปริมาณของวัสดุตามตารางที่ **3** นี้ เป็นเพียงการแนะนำเท่านั้น ในการทำการก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ทุกครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างหินย่อยและแอสฟัลต์ชนิดที่ใช้ให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบและออกแบบ กำหนดปริมาณการใช้วัสดุต่อตารางเมตร ในกรณีที่ใช้คัทแบกแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ซีเมนต์ ต้องส่งตัวอย่างสารเคลือบผิวหินย่อยและสารผสมแอสฟัลต์มาด้วย

6.3 สำหรับผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงปริมาณของแอสฟัลต์ที่ออกแบบไว้ตามความเหมาะสม กล่าวคือปริมาณแอสฟัลต์ลาดชั้นที่หนึ่งอาจลดปริมาณลงและปริมาณที่ลดลงนี้ให้นำไปเพิ่มในการลาดชั้นที่สอง

6.4 หากมีการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากแหล่งวัสดุหรือหินย่อยที่ใช้มีขนาดเปลี่ยนแปลงไปโดยมีความหนาเฉลี่ย (Average Least Dimension) ต่างไปจากที่กำหนดไว้ในการออกแบบ 0.3 มิลลิเมตรขึ้นไป หรือผู้รับจ้างขอเปลี่ยนประเภทและชนิดของแอสฟัลต์ที่ใช้ ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างหินย่อยและแอสฟัลต์ที่เปลี่ยนแปลง ให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบและออกแบบกำหนดปริมาณการใช้ต่อตารางเมตรใหม่ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

6.5 การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุที่ทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ค่าใช้จ่ายในการนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

6.6 ในการออกแบบผิวเซอร์เฟซทรีตเมนต์ ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้จะกำหนดไว้ เป็นมาตรฐานที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในการทำผิวเมื่อจะลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิต่างๆ ตามตารางที่ **1** จะต้องคำนวณแอสฟัลต์เป็นปริมาตรที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดโดยใช้ตารางที่ **4** สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์และคัทแบคแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีความถ่วงจำเพาะที่ 15 องศาเซลเซียสตั้งแต่ 0.966 ถึง 1.076 และตามตารางที่ **5** สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชั่น การคำนวณปริมาตรของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาดที่อุณหภูมิต่างๆ คำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\textbf{ปริมาตรหรืออัตราการลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิที่ใช้ลาด} = \frac{\textbf{ปริมาตรหรืออัตราการลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิ 15 °C}}{\textbf{ค่าปรับปริมาตรที่อุณหภูมิที่ใช้ลาด}}$$

ตารางที่ 4 ค่าปรับปริมาตรแอสฟัลต์ซีเมนต์และคัทแบคแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร	อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร	อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร
15	1.000	81	0.959	147	0.920
18	0.998	84	0.957	150	0.918
21	0.996	87	0.956	153	0.916
24	0.994	90	0.954	156	0.914
27	0.993	93	0.952	159	0.913
30	0.991	96	0.950	162	0.911
33	0.989	99	0.948	165	0.909
36	0.987	102	0.946	168	0.907
39	0.985	105	0.945	171	0.905

อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร	อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร	อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร
42	0.983	108	0.943	174	0.904
45	0.981	111	0.941	177	0.902
48	0.979	114	0.939	180	0.900
51	0.978	117	0.937	183	0.899
54	0.976	120	0.936	186	0.897
57	0.974	123	0.934	189	0.895
60	0.972	126	0.932	192	0.893
63	0.970	129	0.930	195	0.892
66	0.968	132	0.928	198	0.890
69	0.967	135	0.927	201	0.888
72	0.965	138	0.925	204	0.886
75	0.963	141	0.923		
78	0.961	144	0.921		

ตารางที่ 5 ค่าปรับปริมาตรแอสฟัลต์อิมัลชั่น ตามอุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร	อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร	อุณหภูมิ °C	ค่าปรับปริมาตร
15	1.000	51	0.984	87	0.969
18	0.999	54	0.983	90	0.967
21	0.997	57	0.981	93	0.966
24	0.996	60	0.980	96	0.965
27	0.995	63	0.979	99	0.964
30	0.993	66	0.978	102	0.962
33	0.992	69	0.976	105	0.961
36	0.991	72	0.975	108	0.960
39	0.989	75	0.974	111	0.959
42	0.988	78	0.972	114	0.957
45	0.987	81	0.971	117	0.956
48	0.985	84	0.970	120	0.955

7 วิธีการก่อสร้าง

7.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

7.1.1 การเตรียมวัสดุ

ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้โดยไม่ปะปนกันและต้องไม่ให้มีวัสดุที่ไม่พึงประสงค์อื่นใดมาปะปนบริเวณที่เตรียมไว้ กองวัสดุจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน โดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ

7.1.2 การตรวจสอบ ตรวจปรับเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์

7.1.2.1 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ก่อนนำเครื่องพ่นแอสฟัลต์ไปใช้งาน จะต้องตรวจสอบและตรวจปรับอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเพื่อให้สามารถลาดแอสฟัลต์ได้ปริมาณที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ

7.1.2.2 เครื่องโรยหินก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้อง และตรวจปรับให้สามารถโรยหินย่อยได้ตามปริมาณที่กำหนดและสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ที่โรยหินย่อยนั้น

7.1.2.3 รถบดล้อยางก่อนจะนำไปใช้ ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องน้ำหนักรถและความดันลมยางให้ผู้ควบคุมงานกำหนดให้เหมาะสมกับงานก่อสร้าง

7.1.2.4 รถกระบะเทท้ายก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องและจะต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะขนส่งหินย่อยไปใช้ในการก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ทำให้การโรยหินย่อยหยุดชะงักเมื่อได้ลาดแอสฟัลต์ไปแล้ว

7.1.2.5 เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้กำหนดไว้แล้ว หากจำเป็นต้องนำมาใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน โดยจะต้องตรวจสอบและตรวจปรับให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้งาน

7.1.3 การเตรียมพื้นทาง หรือผิวทางเดิม

7.1.3.1 กรณีพื้นทางหรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่นให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อจะต้องตัดหรือขุดออกแล้วซ่อมแบบสกินแพตชิ่ง (Skin Patching) หรือแบบดีพแพตชิ่ง (Deep Patching) แล้วแต่กรณี บดอัดให้แน่น มีผิวที่เรียบสม่ำเสมอ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ต้องเหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

7.1.3.2 กรณีพื้นทางที่ทำไพรมโคท (Prime Coat) หลุดหรือเสียหายต้องซ่อมแซมใหม่ให้เรียบร้อยตามวิธีการที่ผู้ควบคุมงานกำหนด แล้วทิ้งไว้จนครบกำหนดที่ต้องบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ซ่อมเสียก่อนจึงทำผิวทางได้

7.1.3.3 กรณีพื้นทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้นานมีผิวหลุดเสียหายเป็นพื้นที่ต่อเนื่องหรือมากเกินกว่าที่จะซ่อมตามข้อ **7.1.3.2** ให้ได้ผลดี ให้คราด (Scarify) พื้นทางออกแล้วบดทับใหม่ให้ได้ตามมาตรฐานกำหนด ทำไพรมโคทใหม่ทิ้งไพรมโคทไว้จนครบกำหนดที่ต้องบ่มตัวเสียก่อนจึงทำผิวทางได้

7.1.3.4 กรณีผิวทางเดิมมีแอสฟัลต์เยิ้ม ก่อนทำผิวทางจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยเสียก่อนโดยการปาดออกหรือโดยวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบแล้ว

7.1.3.5 ขอบพื้นทาง พื้นทางหรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและวัสดุสกปรกอื่นๆ ปะปน

7.1.3.6 การทำความสะอาดพื้นทางหรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ โดยการกวาดฝุ่น วัสดุหลุดหลวม ทรายที่สาดทับไพรมโคทออกให้หมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่นต้องปรับอัตราเร็ว การหมุนและน้ำหนักกดที่กดลงบนพื้นทางเดิมให้พอดี โดยไม่ทำให้พื้นทางหรือผิวทางเดิมเสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด

7.1.3.7 กรณีที่คราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งที่พื้นทาง หรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ ให้กำจัดคราบแข็งดังกล่าวออกเสียก่อน โดยการใช้เครื่องมือใดๆ ที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบแล้วขูดออกแล้วล้างให้สะอาดทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดและใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

7.1.4 การเคลือบผิวหรือการล้างหินย่อย

7.1.4.1 ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัทแบคแอสฟัลต์ การเคลือบผิวหินย่อยให้ปฏิบัติดังนี้

(1) หินย่อย ต้องไม่มีความชื้นมากเกินไปจนทำให้เคลือบผิวได้ไม่ทั่วถึง ถ้าหินมีความชื้นมากเกินไป ผู้ควบคุมงานอาจใช้สารผสมแอสฟัลต์ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองได้ตรวจสอบและอนุญาตแล้วลงในสารเคลือบผิวหินย่อยด้วยปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยปริมาตรของสารเคลือบที่ใช้ทำให้เคลือบผิวได้ทั่วถึง

(2) การเคลือบผิวให้ทำการเคลือบผิวหินย่อยโดยใช้เครื่องเคลือบผิวหินย่อยปริมาณ 4-10 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและการดูดซึมของวัสดุหินย่อยและชนิดของสารที่ใช้เคลือบผิว

(3) เครื่องเคลือบผิวหินย่อย จะร่อนคัดขนาดของหินย่อยแยกเอาฝุ่นและขนาดที่ไม่ต้องการออกแล้วนำส่วนที่เหลือมาเคลือบผิวให้ทั่วถึง ด้วยการใช้หัวฉีดพ่นสารเคลือบผิวลงบนหินย่อย การเคลือบผิวต้องเคลือบบางๆ ไม่ให้มีสารเคลือบผิวเยิ้ม

(4) เมื่อเคลือบผิวหินย่อยเสร็จแล้วควรนำไปใช้งานทันที หากเก็บไว้นานจนสารเคลือบผิวแห้งต้องเคลือบผิวใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.1.4.2 ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์อิมัลชั่นไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างหินย่อยให้สะอาดโดยใช้เครื่องล้างหินย่อยตามข้อ **5.4** หรือวิธีการอื่นใดที่เหมาะสม ซึ่งผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้วให้รีบนำไปใช้โดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้จนแห้งหรือสกปรกต้องล้างใหม่

7.1.5 การใช้สารผสมแอสฟัลต์

สารผสมแอสฟัลต์ อาจใช้ผสมกับสารเคลือบผิวหินย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสมโดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ถ้าผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในแอสฟัลต์โดยตรง ควรผสมก่อนใช้งานเล็กน้อยแล้วทำให้แอสฟัลต์ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไหลเวียนผสมเข้ากันดี โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วจึงนำไปใช้งานทันที ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้นานเพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นจะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์ และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อแนะนำของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

7.2 การก่อสร้าง

เมื่อได้ตรวจสอบ ตรวจปรับเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ และเตรียมพื้นที่ที่จะก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยตามข้อ **7.1.2** และ **7.1.3** แล้ว ให้ดำเนินการก่อสร้างดังต่อไปนี้

7.2.1 การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟชทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) คือการลาดแอสฟัลต์ 1 ครั้ง และโรยหินย่อยทับหน้า 1 ครั้ง แล้วบดทับให้แน่นโดยดำเนินการดังต่อไปนี้

7.2.1.1 ใช้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ ลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในตารางที่ **1**

7.2.1.2 เมื่อลาดแอสฟัลต์แล้วให้โรยหินย่อยปิดทับแอสฟัลต์ทันทีตามปริมาณที่กำหนด ถ้าในพื้นที่บางส่วนไม่มีหินย่อยปิดทับหน้าหรือหินย่อยไม่เรียงก้อนสม่ำเสมอ ให้ใช้คนตักสาดหรือเกลี่ยช่วยทันที จนหินย่อยเรียงก้อนติดกันแน่นสม่ำเสมอ

7.2.1.3 ในกรณีที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งละครึ่งความกว้างของถนนในการลาดแอสฟัลต์ครึ่งถนนแรก การโรยหินย่อยให้โรยเว้นไว้ 100 หรือ 150 มิลลิเมตร เข้ามาจากขอบด้านในของแอสฟัลต์ที่ลาดเพื่อแอสฟัลต์จากการลาดแอสฟัลต์ในอีกครึ่งถนนที่เหลือเข้ามาซ้อนทับบนพื้นที่ที่เว้นไว้นี้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ปริมาณแอสฟัลต์ที่ถูกต้อง และสม่ำเสมอทั่วพื้นที่

ในกรณีที่ใช้หัวฉีดชนิดพิเศษ ที่ริมท่อพ่นแอสฟัลต์ด้านนอกสุดซึ่งหัวฉีดชนิดพิเศษนี้จะทำให้มีปริมาณแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาสม่ำเสมอเท่ากับปริมาณแอสฟัลต์ด้านในแล้ว ก็ให้โรยหินย่อยเต็มความกว้างของพื้นที่ที่ลาดแอสฟัลต์ได้ แต่ทั้งนี้หัวฉีดชนิดพิเศษที่นำมาใช้เมื่อตรวจสอบความสม่ำเสมอของการลาดแอสฟัลต์ตามขวางและตามยาวถนนแล้วจะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 17 และร้อยละ 15 ตามลำดับและผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้เสียก่อน

7.2.1.4 ขณะที่กำลังโรยหินย่อยปิดทับแอสฟัลต์ ให้ใช้รถบดล้อยางบดทับตามให้เต็มผิวหน้าทันทีประมาณ 2-3 เที่ยว

7.2.1.5 รถบดล้อยางที่ใช้ต้องมีจำนวนอย่างน้อย 2 คัน และหากในเวลา 1 ชั่วโมง ทำผิวทางได้เกิน 500 เมตร สำหรับ 1 ช่องจราจรแล้ว จะต้องเพิ่มรถบดล้อยางอีกไม่น้อยกว่า 1 คัน จำนวนรถบดล้อยางที่เพิ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.2.1.6 หลังจากที่รถบดล้อยางบดทับเต็มหน้าผิวทางประมาณ 2-3 เที่ยวแล้ว ให้ใช้เครื่องเกลี่ยหินเกลี่ยหินย่อยที่เหลือค้างซ้อนกันอยู่ให้กระจายลงส่วนที่ขาด จนหินย่อยปิดทับผิวหน้าแอสฟัลต์สม่ำเสมอ และต้องไม่ให้มีหินย่อยที่ติดแอสฟัลต์อยู่แล้วหลุดออกการเกลี่ยนี้ให้เกลี่ยเต็มหน้าประมาณ 2 เที่ยว

7.2.1.7 ให้ใช้รถบดล้อยางบดทับต่อไปอีก จนกระทั่งหินย่อยฝังตัวลงไปในเนื้อแอสฟัลต์เป็นอย่างดี มีลักษณะผิวสม่ำเสมอ และแอสฟัลต์แข็งตัว หรือแตกตัวเรียบร้อยแล้ว

7.2.1.8 ในบางกรณีที่จำเป็นอาจใช้รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ ชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองขนาด 4-6 ตัน บดทับเป็นครั้งสุดท้ายได้ โดยบดทับเต็มหน้าไม่เกิน 2 เที่ยว และต้องไม่ทำให้หินย่อยแตก ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.2.1.9 ให้ปิดการจราจรไว้ให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ หากสามารถเบี่ยงการจราจรไม่ให้ผ่านพื้นที่ที่ก่อสร้างผิวทางได้ แต่ถ้าไม่สามารถปิดการจราจรได้ก็ให้ควบคุมความเร็วของการจราจรที่ผ่านไม่ให้เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

7.2.1.10 หลังจากแอสฟัลต์ยึดหินย่อยแน่น และแห้งดีแล้ว ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นหรือเครื่องมืออื่นใดที่เหมาะสม กำจัดหินย่อยที่อาจหลงเหลืออยู่บนผิวทางออกให้หมด โดยไม่ทำให้หินย่อยที่ติดแน่นแล้วหลุดออก

7.2.2 การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment) คือการลาดแอสฟัลต์แล้วโรยหินย่อยแล้วบดทับให้แน่นสลับกันไปโดยดำเนินการก่อสร้างเป็นสองชั้นดังต่อไปนี้

7.2.2.1 สำหรับการลาดแอสฟัลต์ครั้งที่หนึ่ง และการโรยหินย่อยชั้นที่หนึ่ง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียวตามข้อ **7.2.1**

7.2.2.2 ภายหลังจากการลาดแอสฟัลต์ครั้งที่หนึ่ง และโรยหินย่อยชั้นที่หนึ่ง พร้อมทั้งบดทับแน่นเรียบร้อยแล้ว ให้ปล่อยทิ้งไว้จนกว่าแอสฟัลต์ยึดหินย่อยแน่น ก่อนที่จะก่อสร้างชั้นต่อไป ระยะเวลาที่ปล่อยทิ้งไว้ควรเป็น ดังนี้

7.2.2.2.1 สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 2 ชั่วโมง

7.2.2.2.2 สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชั่น ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 10 ชั่วโมง

7.2.2.2.3 สำหรับคัทแบคแอสฟัลต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 18 ชั่วโมง

ทั้งนี้หมายถึง ภาวะอากาศปกติ เพื่อให้น้ำมันหรือน้ำแล้วแต่ชนิดของแอสฟัลต์ระเหยออกไปเกือบหมด แต่ถ้ามีฝนตกหรือสภาวะอากาศที่มีความชื้นมาก อาจต้องทิ้งไว้เป็นนานกว่าที่ได้กำหนดไว้ข้างต้นก็ได้ โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.2.2.3 ก่อนที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งที่สอง ให้ทำความสะอาดผิวทางชั้นที่หนึ่งด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดหินย่อยที่หลุดหลวม หรือค้างอยู่บนผิวทางชั้นที่หนึ่งออก แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด ในกรณีที่มีสิ่งสกปรกเกาะติดแน่นให้ล้างออกให้หมด แล้วจึงลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ตามตารางที่ **1** ในอัตราที่กำหนดให้

7.2.2.4 ในบางกรณี โดยดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาให้ทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์เพียงชั้นที่หนึ่งก่อน แล้วเปิดการจราจรไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงสภาพพื้นที่ที่ก่อสร้าง สภาวะอากาศสภาพลักษณะและปริมาณการจราจรเป็นต้น เพื่อให้ผิวทางชั้นที่หนึ่งปรับตัวเสียก่อนแล้วจึงทำผิวชั้นที่สองโดยก่อนที่จะทำผิวชั้นที่สอง ให้ทำความสะอาดผิวชั้นที่หนึ่งพร้อมทั้งให้ดำเนินการตามข้อ **7.2.2.3** ต่อไปด้วย

7.2.2.5 ทันทีที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งที่สอง ให้โรยหินย่อยตามปริมาณที่ถูกต้องซึ่งได้เตรียมไว้แล้วปิดทับแอสฟัลต์ทันที ขั้นตอนการก่อสร้างให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว ตามข้อ **7.2.1**

8. รายละเอียดเพิ่มเติม

8.1 การทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ จะต้องพิจารณาสภาพดินฟ้าอากาศให้เหมาะสม ห้ามลาดแอสฟัลต์ในขณะที่มีลมพัดแรงหรือในขณะที่มีเค้าว่าฝนจะตกหรือระหว่างฝนตก ถ้าผิวหน้าของพื้นที่ที่จะลาดแอสฟัลต์เปียกห้ามลาดแอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัทแบคแอสฟัลต์

8.2 ความยาวของแปลงที่จะลาดแอสฟัลต์ ควรกำหนดให้เหมาะสมกับชนิดของแอสฟัลต์ที่ใช้ ปริมาณการจราจร สภาวะอากาศ เครื่องจักร และหินย่อยที่ได้เตรียมไว้

8.3 ก่อนเริ่มลาดแอสฟัลต์ ให้จอดเครื่องพ่นแอสฟัลต์ห่างจากจุดเริ่มต้นแปลงที่จะลาดแอสฟัลต์พอประมาณ เพื่อให้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ทำความเร็วของการลาดแอสฟัลต์ได้ตามที่กำหนดไว้

8.4 ที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการลาดแอสฟัลต์แต่ละแปลง ให้ใช้กระดาษหนาหรือวัสดุทึบใดๆ กว้างอย่างน้อย 500 มิลลิเมตร วางยาวตลอดความกว้างของการลาดแอสฟัลต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ลาดแอสฟัลต์ซ้ำ โดยต้องเริ่มและหยุดลาดแอสฟัลต์แปลงนั้นบนกระดาษ หรือวัสดุทึบดังกล่าว เพื่อให้ได้รอยต่อการลาดแอสฟัลต์ที่เรียบร้อย ไม่มีแอสฟัลต์เลอะล้ำไปในแปลงที่ได้ลาดแอสฟัลต์ไว้แล้ว

8.5 การลาดแอสฟัลต์ ไม่ควรลาดจนหมดถัง ควรเหลือแอสฟัลต์ในถังไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของความจุของถัง ทั้งนี้เพราะแอสฟัลต์ที่ออกจากเครื่องสูบแอสฟัลต์จะมีปริมาณลดลง ทำให้อัตราแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาผิดไปจากที่กำหนดไว้

8.6 ความสูงของท่อพ่นแอสฟัลต์ ก่อนและหลังจากการลาดแอสฟัลต์ในแปลงใดๆ ไม่ควรมีความแตกต่างเกิน 12.5 มิลลิเมตร

8.7 การลาดแอสฟัลต์ ควรวิ่งส่วนทิศทางลมเพื่อให้ควันหรือละอองแอสฟัลต์ออกไปทางด้านท้ายของเครื่องพ่นแอสฟัลต์

8.8 ในการทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น ควรลาดแอสฟัลต์ชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองให้สวนทางกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นการเฉลี่ยปริมาณแอสฟัลต์ให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง

8.9 เมื่อทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์เสร็จแล้ว ห้ามเปิดการจราจรจนกว่าแอสฟัลต์จะยึดหินย่อยแน่นดีแล้ว แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องเปิดการจราจร ให้จำกัดความเร็วของการจราจรไม่ให้เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

8.10 เมื่อทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรเปิดการจราจรขณะที่ผิวทางมีอุณหภูมิต่ำ เช่นตอนเย็นหรือค่ำ ห้ามเปิดการจราจรในขณะที่ฝนตก

9. ข้อควรระวัง

9.1 ในการใช้คัทแบคแอสฟัลต์ เนื่องจากคัทแบคแอสฟัลต์นั้นติดไฟได้ง่าย การปฏิบัติงานจะต้องระมัดระวัง มิให้เปลวไฟมาถูกได้ ทั้งในขณะต้มหรือขณะลาดคัทแบคแอสฟัลต์

9.2 การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชั่นแบบบรรจุถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นและขนลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชั่นได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรง เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวได้

9.3 การใช้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแบบบรรจุถัง ก่อนถ่ายเทแอสฟัลต์อิมัลชั่นลงในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ควรกลิ้งถังไปมาหรือกวนให้เข้ากันเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นมีลักษณะเดียวกันทั่วถัง หากใช้ไม่หมดถังควรปิดฝาให้แน่นเพื่อป้องกันน้ำในแอสฟัลต์อิมัลชั่นระเหยออกไป ทำให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวและหมดคุณภาพการเป็นแอสฟัลต์อิมัลชั่นได้

9.4 หลังการลาดแอสฟัลต์ประจำวัน ควรดูดแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ออกให้หมดแล้วล้างเครื่องพ่นแอสฟัลต์ โดยเฉพาะที่ท่อพ่นแอสฟัลต์ การล้างควรใช้น้ำมันก๊าดหรือสารทำละลายใดๆ สูบผ่านท่อต่างๆ ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพื่อล้างส่วนที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด ทั้งนี้เพื่อป้องกันแอสฟัลต์เกาะติดแน่น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานต่อไป และช่วยป้องกันไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ถูกกรดในแอสฟัลต์อิมัลชั่นบางชนิดกัดทะลุเสียหายได้

9.5 ในการผสมน้ำมัน (Cutter) กับแอสฟัลต์ให้ดำเนินการตามรายละเอียดในข้อ **4.1.7** โดยเคร่งครัดเพื่อป้องกันอันตรายจากการลุกไหม้

10. เอกสารอ้างอิง

10.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 226-2539: มาตรฐานงานผิวจาราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

10.2 มาตรฐานกรมทางหลวงทล-ม 401/2533: มาตรฐานผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

มยผ. 2135 - 57

มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

2. นิยาม

"มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)" หมายถึง การฉาบผิวทางเดิมหรือทำผิวทางบนพื้นทางที่ได้ทำการไพรมโคท (Prime Coat) ไว้แล้วด้วยส่วนผสมของมวลรวมที่มีขนาดคละกันดี (Well Graded) กับแอสฟัลต์อิมัลชันและน้ำ รวมทั้งวัสดุชนิดละเอียด (Mineral Filler) เช่น ปูนซีเมนต์หรือปูนขาว และอาจใช้สารผสมเพิ่มเพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง การทำสเลอรี่ซีลมีจุดประสงค์เพื่อบำรุงรักษาผิวทางเดิมหรือเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

3.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

4. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำสเลอรี่ซีล ประกอบด้วย

4.1 วัสดุแอสฟัลต์อิมัลชันซึ่งได้แก่ CSS-1 หรือ CSS-1h ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371-2530: แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนนหรือแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดอื่นซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว

4.2 วัสดุสารผสมเพิ่ม (Additive) เพื่อทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์เคลือบมวลรวมดียิ่งขึ้น ปริมาณที่จะใช้ต้องพอเหมาะเพื่อสามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ วัสดุสารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมือง

4.3 น้ำต้องใสสะอาดและปราศจากสิ่งเจือปนที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อวัสดุผสมสเลอรี่ซีล

4.4 มวลรวม (Aggregate) ต้องเป็นหินโม่ ถ้าจำเป็นอาจใช้หินโม่ผสมทราย แต่จะใช้ทรายได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด และทรายนั้นจะต้องมีค่าดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 1.25 มวลรวมนี้ต้องแข็ง คงทนสะอาด

ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อย่างอื่น ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

4.4.1 หินโม่หรือทรายจะต้องมีค่าสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ตาม มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

4.4.2 หินโม่ ต้องมีค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง (Grade D)

4.4.3 มวลรวมที่จะนำไปผสมทำสเลอรี่ซีลต้องให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจคุณภาพและอนุมัติให้ใช้ได้ก่อน

4.4.4 มวลรวมต้องมีขนาดคละตามตารางที่ **1**

4.5 วัสดุชนิดละเอียด (Mineral Filler) เป็นส่วนหนึ่งของส่วนผสมมวลรวมต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น และจะใช้เมื่อต้องการปรับปรุงความข้นเหลว(Workability) ของสเลอรี่ซีลหรือขนาดคละ (Gradation) ของมวลรวม เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว

5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ขนาดคละของมวลรวม โดยทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบต้องเป็นไปตามตารางที่ **1**

6. การกองหินหรือทราย

การกองหินหรือทราย ให้กองไว้อย่างเป็นระเบียบ ต้องไม่เป็นบริเวณที่มีน้ำขัง ถ้าหากมีการผสมต้องทำการผสมกันให้ได้ส่วนคละอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอก่อนนำไปใช้ผสมเป็นสเลอรี่ซีล

ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ชนิดของสเลอรี่ซีล	**1**	**2**	**3**	**4**
ขนาดของตะแกรงร่อน ; มม.	**ผ่านตะแกรงร่อน ; ร้อยละ**			
12.5 (1/2 นิ้ว)	-	-	-	100
9.5 (3/8 นิ้ว)	-	100	100	85-100
4.75 (เบอร์ 4)	100	90-100	70-90	60-87
2.36 (เบอร์ 8)	90-100	65-90	45-70	40-60
1.18 (เบอร์ 16)	65-90	45-70	28-50	28-45
0.600 (เบอร์ 30)	40-60	30-50	19-34	19-34
0.300 (เบอร์ 50)	25-42	18-30	12-25	14-25
0.150 (เบอร์ 100)	15-30	10-21	7-18	8-17
0.075 (เบอร์ 200)	10-20	5-15	5-15	4-8
ปริมาณคงค้าง (Residue) ของแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของหินแห้ง	10.0-16.0	7.5-13.5	6.5-12.0	5.5-7.5
อัตราการปู/ฉาบเป็นน้ำหนักของหินแห้ง (กก./ตร.ม.)	3.0-5.5	5.5-10.0	10.0-16.0	16.0-25.0

7. ชนิดของสเลอรี่ซีล

7.1 มาตรฐานนี้ครอบคลุมสเลอรี่ซีล 4 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ **1** ซึ่งแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ขนาดของมวลรวม และอัตราการใช้วัสดุ การจะกำหนดให้ฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม สิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งจะระบุในแบบก่อสร้าง

7.2 การฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีลจะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับความต้องการซึ่งแบ่งได้ ดังนี้

7.2.1 ชนิดที่ 1 เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีความสามารถในการแทรกซึมรอยแตกได้ดี มีความยืดหยุ่นสูงเหมาะที่จะใช้งาน ดังต่อไปนี้

(1) ยารอยแตก

(2) ปูเป็นผิวทางชั่วคราวเพื่อรอการก่อสร้างชั้นอื่นต่อไป

(3) ปูเป็นผิวทางที่รับปริมาณการจราจรน้อย ความเร็วต่ำ และพื้นทางระบายน้ำได้ดี

7.2.2 ชนิดที่ 2 เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีส่วนละเอียดมากพอที่จะซึมลงไปในรอยแตกได้ เหมาะที่จะใช้งาน ดังต่อไปนี้

(1) ฉาบผิวทางเดิมที่ขรุขระปานกลาง เช่น ผิวเซอร์เฟสทรีตเมนต์ หรือเพนนิเตรชั่นแมคคาดัม

(2) ปูเป็นผิวทาง เพื่อฉาบป้องกันน้ำซึมลงในพื้นทาง

(3) ใช้แทนผิวทางชนิดเซอร์เฟสทรีตเมนต์ ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

7.2.3 ชนิดที่ 3 เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีผิวค่อนข้างหยาบ สามารถอุดรอยที่หินผิวเดิมหลุดได้ดี ปรับระดับผิวเดิมได้เล็กน้อย เหมาะสำหรับใช้งาน ดังต่อไปนี้

(1) ฉาบผิวเดิมที่มีความขรุขระมาก

(2) ฉาบเป็นชั้นแรก หรือชั้นที่สอง ในการฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีล หลายชั้น

(3) ใช้ฉาบผิวเพื่อแก้ ความลาดชันด้านตัดขวาง (Crown Slope) ที่ผิดไปเล็กน้อย

(4) ฉาบผิวทางที่ผิวทางเดิมหลุด (Raveling)

7.2.4 ชนิดที่ 4 เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีผิวหน้าหยาบ สามารถอุดรอยที่หินผิวเดิมหลุดได้ดี ปรับระดับผิวเดิมได้ดี เหมาะสำหรับใช้งาน ดังต่อไปนี้

(1) ฉาบบนผิวทางเดิมที่เป็นแอสฟัลต์คอนกรีต

(2) ใช้แทนผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ สองชั้น (Double Surface Treatment)

8. การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล

8.1 ก่อนจะเริ่มงาน ให้ผู้รับจ้างเสนอรายการผลการออกแบบส่วนผสมของผู้รับจ้าง และวัสดุที่ใช้จะต้องเป็นวัสดุชนิดและแหล่งเดียวกันกับที่เสนอขอใช้งาน ซึ่งจะต้องมอบให้ผู้ควบคุมงานนำส่งให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง การออกแบบส่วนผสมนี้ ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีของ The Asphalt Institute Manual Series No. 19 โดยวิธีหาค่า C.K.E. (Centrifuge Kerosene Equivalent Test) และตามมาตรฐาน ASTM Designation: D 3910 - 80 a. Volume 0403 “Standard Practices for Design, Testing, and construction of Slurry Seal” ฉบับปัจจุบันหรือวิธีอื่นใดที่ได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมือง

8.2 คุณภาพของวัสดุที่จะใช้ผสม จะต้องผ่านการทดสอบและรับรองคุณภาพให้ใช้ได้ ในการออกแบบส่วนผสมนั้นจะต้องให้เหมาะสมกับสภาพและปริมาณการจราจร สภาวะอากาศ การบ่ม และการใช้งาน

8.3 คุณสมบัติของสเลอรี่ซีลต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

8.3.1 ต้องไม่ข้นหรือเหลวมากเกินไป มีค่าการไหล (Flow) อยู่ระหว่าง 20-30 มม.

8.3.2 ต้องมีระยะเริ่มก่อตัว (Initial Set) ไม่เกิน 12 ชั่วโมง

8.3.3 เวลาในการใช้บ่ม (Cure Time) ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

8.3.4 ค่าเว็ตแทรคอะเบรชั่นลอส (Wet Track Abrasion Loss) ไม่มากกว่า 800 กรัมต่อ ตร.ม.

8.3.5 เวลาที่เปิดให้การจราจรผ่านได้ (Traffic Time) กำหนดให้เหมาะสมกับสภาพความจำเป็นในสนาม (รายละเอียดเพิ่มเติมข้อ **12**)

8.4 ระหว่างทำการฉาบหรือปูสเลอรี่ซีล ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าส่วนผสมสเลอรี่ซีลที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม ให้ออกแบบส่วนผสมใหม่โดยดำเนินการตามข้อ **8.1**, **8.2** และ **8.3**

9. เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องมือและเครื่องจักรต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลและรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์ เครื่องมือหรือเครื่องจักรใดชำรุด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขก่อนนำไปใช้งาน

9.1 เครื่องจักรผสมสเลอรี่ซีล (Slurry Seal Machine) ต้องเป็นเครื่องที่ขับเคลื่อนด้วยตนเอง ติดตั้งบนรถบรรทุก ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

9.1.1 ถังใส่มวลรวม (Aggregate Bin)

9.1.2 ถังใส่วัสดุผสมแทรก (Filler Bin)

9.1.3 ถังใส่น้ำและยางแอสฟัลต์อิมัลชัน

9.1.4 ถังใส่สารผสมเพิ่ม

9.1.5 สายพานลำเลียงมวลรวมและสารผสมแทรกไปยังเครื่องผสม

9.1.6 เครื่องปั๊มแอสฟัลต์อิมัลชันและน้ำ

9.1.7 เครื่องผสม

9.1.8 เครื่องฉาบ

สำหรับเครื่องปั๊มแอสฟัลต์และเครื่องลำเลียงมวลรวมจะต้องมีมาตรแสดงปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำสเลอรี่ซีล

9.2 เครื่องผสม เครื่องผสมจะต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของสเลอรี่ซีลได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอนและต้องสามารถลำเลียงหิน น้ำและแอสฟัลต์อิมัลชันลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องและสามารถถ่ายวัสดุผสมที่เข้ากันอย่างดีแล้วลงสู่เครื่องฉาบได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน ทันทีที่จะลำเลียงหินลงสู่เครื่องผสม ต้องทำให้หินเปียกเสียก่อน เครื่องผสมจะต้องมีเครื่องลำเลียงวัสดุชนิดละเอียด และอุปกรณ์วัดปริมาณที่สามารถลำเลียงวัสดุชนิดละเอียดในอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ลงในถังผสมในตำแหน่งเดียวกับหินที่กำลังถูกลำเลียงลงสู่ถังผสม เครื่องผสมจะต้องติดตั้งเครื่องฉีดน้ำให้เป็นฝอยหรือละออง อยู่นำหน้าเครื่องฉาบที่สามารถฉีดน้ำทำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

9.3 เครื่องฉาบ (Spreader) เครื่องฉาบติดตั้งอยู่ด้านท้ายของเครื่องผสม จะต้องสามารถปรับอัตราการปูได้ตามที่กำหนดในมาตรฐาน ปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาบได้เรียบและสม่ำเสมอ

9.4 เครื่องกวาดฝุ่น ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่น และไม้กวาดมือ ซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทาง และรอยแตกได้

9.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาบด้วยมือ พลั่ว

9.6 เครื่องจักรที่ใช้บดทับ ต้องเป็นรถบดล้อยางหนักประมาณ 5 ตัน ยางเรียบ ความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสกาล (3.5 กก. ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

10. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

ก่อนทำการก่อสร้างให้เจ้าหน้าที่ ที่รับผิดชอบดำเนินการ ดังนี้

10.1 พิจารณาตรวจสอบพื้นที่ที่จะก่อสร้าง และแก้ไขความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมมีความเสียหายไม่แข็งแรงพอ เป็นแห่งๆ ให้ทำดีพแพตชิ่ง (Deep Patching) ถ้าระดับไม่ดี ให้ทำสกินแพตชิ่ง (Skin Patching)

10.2 ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่ใช้ทางช่องที่จะทำการฉาบผิวทราบ และขอความร่วมมือ ถ้าปริมาณการจราจรสูงอาจต้องติดต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ไปคอยช่วยควบคุมการจราจรในบริเวณที่จะทำการฉาบผิว

10.3 ตรวจสอบเครื่องวัดปริมาณวัสดุต่าง ๆ (Calibrate) ก่อนเริ่มทำงานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวัสดุที่เปิดลงในถังผสม โดยอ่านจากเครื่องหรือคู่มือการใช้เครื่อง กับวัสดุที่ปล่อยลงไปจริง

10.4 ตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องจักร ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำออกใช้งาน และผลิตส่วนผสมสเลอรี่ซีลได้ตามที่ออกแบบไว้

10.5 ดำเนินการให้ผู้รับจ้างใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดวัสดุ เช่น หินที่หลุด ดินที่เกาะติดผิวออกให้หมด จนผิวทางสะอาด อาจจะใช้การล้าง ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่า เครื่องกวาดกวาดออกไม่หมด ในกรณีที่ผิวเดิมมีรอยแตกขนาดกว้างที่เห็นว่าถ้าใช้น้ำล้างแล้ว น้ำจะแทรกในรอยแตก ห้ามใช้น้ำล้าง

10.6 จะต้องพิจารณาสภาพของดินฟ้าอากาศให้เหมาะสม ห้ามทำการฉาบผิวในระหว่างฝนตก และอุณหภูมิบรรยากาศต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

11. การก่อสร้าง

11.1 วัสดุต่างๆ ที่จะนำมาผสมเป็นสเลอรี่ซีล ต้องเป็นวัสดุที่ผ่านการทดสอบ และคุณภาพใช้ได้แล้ว

11.2 ข้อกำหนดในการก่อสร้างทั่วไป

11.2.1 ในกรณีที่ผิวทางเดิมเป็นผิวแห้ง มีหินโผล่โดยไม่มีแอสฟัลต์เหลืออยู่หรือทางเดิมเป็นผิวคอนกรีตต้องทำให้ผิวทางเปียกอย่างสม่ำเสมอด้วยเครื่องฉีดน้ำเป็นฝอยหรือละอองทันทีก่อนฉาบผิว

11.2.2 ส่วนผสมของสเลอรี่ซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามต้องการ

11.2.3 วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบ และต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้การฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ

11.2.4 วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน หรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างแอสฟัลต์อิมัลชันและส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง

11.2.5 ผิวสเลอรี่ซีลต้องไม่มีรอยขีด ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวมก่อนนำมาผสม

11.3 ข้อกำหนดของรอยต่อ รอยต่อตามยาวหรือตามขวาง ต้องไม่เป็นสันนูนสูงเกินไปหรือมองเห็นชัดเจน ดูไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

11.4 ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้ เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

12. รายละเอียดเพิ่มเติม

12.1 การบ่ม

12.1.1 ให้บ่มสเลอรี่ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน ถ้ามีความจำเป็นอาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดเพื่อให้รถยนต์ผ่านได้ เช่น ทางแยก ทางเชื่อม

12.1.2 ให้ตรวจสอบการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชันในสเลอรี่ซีล โดยดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนผิวสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏ ให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง ระยะเวลาในการบ่มจะกำหนดโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง

12.2 การบดทับ

12.2.1 การก่อสร้างสเลอรี่ซีล ช**นิดที่ 1 ชนิดที่ 2** และ**ชนิดที่ 3** ไม่จำเป็นต้องบดทับ สำหรับลานจอดรถและทางวิ่ง ทางขับของสนามบินต้องทำการบดทับ

12.2.2 การฉาบผิวชนิดที่ 4 ต้องบดทับ ขณะที่แอสฟัลต์กำลังแข็งตัว (ขณะบ่ม) โดยใช้รถบดล้อยาง หนักประมาณ 5 ตันความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสกาลบดทับเต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เที่ยวด้วยความเร็ว 5-8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

13. ข้อควรระวัง

13.1 การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชัน ในกรณีเป็นถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นและลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรงมาก เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

13.2 ก่อนใช้แอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถัง ตั้งเก็บรอไว้นานๆ ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสมสเลอรี่ซีล ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันทั่วถึง

13.3 ทุกครั้งที่ทำการผสมสเลอรี่ซีลเสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดแน่นในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานวันต่อไป

13.4 เมื่อเปิดถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นน้ำในถังจะระเหยได้ ซึ่งจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันหมดสภาพเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้

14. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล

14.1 ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมกับเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

14.2 เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสม และกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

14.3 การทำสเลอรี่ซีลในสนาม ถ้าวัสดุมวลรวมหรือวัสดุผสมแอสฟัลต์ ผิดพลาดจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงหรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

14.4 หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากวัสดุมวลรวมก็ดี หรือเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

14.5 การทดสอบและตรวจสอบการออกแบบ การฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล ทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

15. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 232 - 2539: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

มยผ. 2136 - 57

มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

2. นิยาม

"งานผิวจราจรแบบเคพซีล" หมายถึง การก่อสร้างผิวทางสองชั้น ประกอบด้วยผิวทางชั้นแรกเป็นผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) แล้วปูทับด้วยสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) ลงบนผิวทาง หรือผิวไหล่ทางดังกล่าวอีกหนึ่งหรือสองชั้น ผิวทางชนิดนี้ใช้ทำเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2107 – 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2132 – 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 – 57 : มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

4.1 วัสดุ

4.1.1 แอสฟัลต์ให้เป็นไปตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) ข้อ **4.1.3** และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนนหรือแอสฟัลต์อิมัลชั่นชนิดอื่น ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว

4.1.2 หินย่อย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2107 - 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.2 การกองวัสดุ

4.2.1 ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้ โดยไม่ปะปนกัน

4.2.2 ถ้าบริเวณที่กองหินย่อยไม่เรียบร้อย อันอาจจะทำให้มีวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์มาปะปน ผู้ควบคุมงานอาจไม่อนุญาตให้ใช้หินย่อยที่มีวัสดุอื่นปะปนนั้นได้

4.2.3 บริเวณที่กองหินย่อย ต้องมีการระบายน้ำที่ดี อันเป็นการป้องกันมิให้น้ำท่วมกองหินย่อยได้

4.3 ขนาดของหินย่อย

ขนาดของหินย่อยของผิวทางชั้นแรก โดยทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

ตารางที่ 1 ขนาดของหินย่อย

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร	น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ						
	25.0 มม.	**19.0 มม.**	**12.5 มม.**	**9.5 มม.**	**4.75 มม.**	**2.36 มม.**	**1.18 มม.**
19.0 (3/4 นิ้ว)	100	90-100	0-30	0-8	-	0-2	0-0.5
12.5 (1/2 นิ้ว)	-	100	90-100	0-30	0-4	0-2	0-0.5

4.4 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อย สำหรับผิวทางชั้นแรกให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2นิ้ว) และต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มยผ. 2107 – 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.5 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ หินย่อย และแอสฟัลต์โดยประมาณให้ใช้ตามตารางที่ **2** ส่วนปริมาณวัสดุที่ใช้จริงให้เป็นไปตามการออกแบบตามวิธีการของกรมโยธาธิการและผังเมือง

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ออกแบบในชั้นนี้ได้จากค่า **A.L.D. (Average Least Dimension)** ของหินย่อย

ตารางที่ 2 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร	19.0 (3/4 นิ้ว)	12.5 (1/2 นิ้ว)
หินย่อยกิโลกรัมต่อตารางเมตร	16-22	12-18
แอสฟัลต์อิมัลชั่นลิตรต่อตารางเมตร	1.1-2.3	0.8-1.6

4.6 การล้างหินย่อย

การล้างหินย่อย หินย่อยไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างให้สะอาดแล้วรีบนำไปใช้โดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้จนแห้งหรือสกปรกต้องล้างใหม่

4.7 การใช้สารผสมแอสฟัลต์

สารผสมแอสฟัลต์ อาจใช้ผสมกับสารเคลือบหินย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสม โดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ถ้าผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในแอสฟัลต์โดยตรง ควรผสมก่อนใช้งานเล็กน้อย แล้วทำให้แอสฟัลต์ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไหลเวียนให้ผสมเข้ากันดีเสียก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วจึงนำไปใช้งานทันที ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้ เพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นที่จะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์ และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อเสนอแนะนำของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

4.8 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) เครื่องโรยหินจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

4.9 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

การเตรียมการก่อนการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.10 วิธีการก่อสร้าง

วิธีการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.11 รายละเอียดเพิ่มเติม

รายละเอียดเพิ่มเติมให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.12 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

5. ผิวทางชั้นที่สอง สเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.2 ขนาดของหินย่อย ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ขนาดของหินย่อย โดยทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบให้เป็นไปตาม ตารางที่ **3**

ตารางที่ 3 ขนาดของหิน ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ชนิดของสเลอรีซีล	**2**	**3**
ขนาดของตะแกรงร่อน ; มม.	**ผ่านตะแกรงร่อน ; ร้อยละ**	
9.5 (3/8 นิ้ว)	100	100
4.75 (เบอร์ 4)	90-100	70-90
2.36 (เบอร์ 8)	65-90	45-70
1.18 (เบอร์ 16)	45-70	28-50
0.600 (เบอร์ 30)	30-50	19-34
0.300 (เบอร์ 50)	18-30	12-25
0.150 (เบอร์ 100)	10-21	7-18
0.075 (เบอร์ 200)	5-15	5-15
Residue ของแอสฟัลต์ ; ร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง	7.5-13.5	6.5-12.0
อัตราการปู/ฉาบเป็นน้ำหนักของส่วนผสมสเลอรี่ ; กก./ตร.ม.	6.1-9.3	9.3-14.6

5.3 การกองหินย่อย หรือทราย

การกองหินย่อย หรือทราย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.4 ชนิดของสเลอรี่ซีล

สำหรับงานผิวจราจรแบบเคพซีล ให้ใช้สเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 2** หรือ **ชนิดที่ 3** เท่านั้น

5.4.1 สเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 2** ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยฉาบครั้งเดียวให้มีปริมาณส่วนผสมสเลอรี่ซีลตามตารางที่ **3**

5.4.2 สเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4นิ้ว) ตามตารางที่ **1** โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง ให้มีปริมาณส่วนผสมสเลอรี่ซีลรวมทั้งหมด ตามตารางที่ **3**

5.5 การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล

การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.6 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

5.6.1 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.6.2 เครื่องจักรที่ใช้บดทับต้องเป็นรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 10 ตัน แบบล้อยางผิวหน้าเรียบความดันลมยางประมาณ 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

5.7 การเตรียมการก่อสร้าง

การเตรียมการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.8 วิธีการก่อสร้าง

5.8.1 ลาดยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ลงบนผิวทางชั้นแรกด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 0.6 ลิตรต่อตารางเมตร โดยวิธีฟ็อกสเปรย์ (Fog Spray) หลังจากนั้นจึงดำเนินการฉาบผิวสเลอรี่ซีลต่อไป

5.8.2 ดำเนินการฉาบผิวสเลอรีซีลทับบนผิวทางชั้นแรก สำหรับผิวทางชั้นแรกที่ก่อสร้างใหม่ การฉาบสเลอรี่ซีลทับควรดำเนินการภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน และไม่มากกว่า 4 สัปดาห์ ฉะนั้นการลาดแอสฟัลต์อิมัลชันตามข้อ **5.8.1** ควรดำเนินการภายในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนฉาบผิวสเลอรี่ซีล

5.8.3 ก่อนที่จะฉาบผิวสเลอรี่ซีล ให้ทำความสะอาดผิวทางที่จะฉาบสเลอรี่ซีลทับ ด้วยเครื่องกวาดฝุ่นและถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้าง เพื่อกำจัดวัสดุที่หลุดหลวม สิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด

5.8.4 ก่อนฉาบผิวสเลอรี่ซีล ถ้าผิวทางที่จะฉาบทับนั้นแห้ง ให้พ่นน้ำลงไปเพียงบางๆ พอเปียกชื้นเท่านั้น อย่าให้มีน้ำขังบนผิวทางที่จะฉาบทับ

5.8.5 ส่วนผสมสเลอรี่ซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามที่ต้องการ

5.8.6 วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบและต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้ฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ

5.8.7 วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน หรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างแอสฟัลต์อิมัลชันกับส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง

5.8.8 ต้องไม่มีรอยขีดปรากฏให้เห็นบนผิวที่ฉาบสเลอรี่ซีลเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวม ก่อนนำมาผสม

5.8.9 ข้อกำหนดของรอยต่อ รอยต่อตามยาวควรจัดให้อยู่ตรงแนวเส้นแบ่งช่องจราจรและรอยต่อต้องไม่เป็นสันนูนเกินไป หรือมองเห็นชัดเจนดูไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

5.8.10 ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

5.8.11 ในการฉาบผิวสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 2** ตามข้อ **5.4.1** หรือการฉาบผิวสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 1 ตามข้อ **5.4.2** ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ตามข้อ **5.6.2** เต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เที่ยวโดยเริ่มบดได้เมื่อไม่มีส่วนผสมสเลอรี่ซีลติดล้อรถบด แต่ต้องไม่ข้ามวันสำหรับการฉาบผิวสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 2 นั้นให้ดำเนินการฉาบผิวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องไม่นานเกิน 4 สัปดาห์หลังจากฉาบผิวครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว การฉาบผิวครั้งที่ 2 นี้ปกติไม่ต้องบดทับ

5.9 รายละเอียดเพิ่มเติม

การบ่มให้บ่มผิวสเลอรี่ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน จนกว่าผิวสเลอรี่ซีลจะแตกตัวโดยสมบูรณ์แล้ว จึงเปิดให้การจราจรผ่านบริเวณที่มีความจำเป็นต้องให้การจราจรผ่านได้ก่อน เช่น ทางแยกทางเชื่อม ก็อาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดทับไว้

ให้ตรวจสอบการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชั่นในสเลอรี่ซีล โดยการดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง ระยะเวลาการบ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

5.10 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 – 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) และมยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบเคพซีล

6.1 ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานการออกแบบส่วนผสมผิวแบบเคพซีลของผู้รับจ้างเองที่ใช้วัสดุชนิดและแหล่งเดียวกันกับที่เสนอขอใช้งานแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

6.2 เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสมและกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

6.3 ในการทำผิวแบบเคพซีลในสนาม ถ้าวัสดุที่ใช้ผิดพลาดไปจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง หรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

6.4 หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

6.5 การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบผิวแบบเคพซีลทุกครั้ง หรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 233 - 2539: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล(Cape Seal)

มยพ. 2142 - 57

มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

2. นิยาม

"พาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)" หมายถึง การฉาบผิวทางชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่น (Para Asphalt Emulsion) มวลรวม (Aggregate) วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) และสารผสมเพิ่ม (Additive) มีลักษณะแข็งแรง ช่วยให้ผิวทางมีความคงทนสูง ลักษณะผิวหน้าไม่ลื่น ทนต่อการแปรเปลี่ยนของดินฟ้าอากาศและป้องกันน้ำซึม ในการก่อสร้างสามารถเปิดการจราจรได้รวดเร็ว จึงเหมาะสำหรับพื้นที่ก่อสร้างทั่วไปและย่านชุมชน โดยใช้สำหรับฉาบผิวทางและผิวไหล่ทาง แบ่งออกเป็น 3 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันตามที่กำหนดในตารางที่ **1** ซึ่งจะแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณเนื้อยางที่ใช้และอัตราการใช้วัสดุ การที่กำหนดให้ฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม ปริมาณการจราจรและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน การฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลจะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามความต้องการ

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57 : ทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอสำหรับงานทาง (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบค่าสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

3.5 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards: ASTM D 3910 - 11: Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal

4. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำชั้นพาราสเลอรี่ซีลประกอบด้วย

4.1 แอสฟัลต์ คือพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นที่เป็น Polymer Modified Asphalt Emulsion ผลิตขึ้นมาจากแอสฟัลต์อิมัลชั่นชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ผสมกับยางธรรมชาติ (Nature Rubber) โดยมีคุณภาพตาม มอก. 2157: มอดิฟายด์แอสฟัลต์อิมิชัลสำหรับงานทาง

4.2 สารผสมเพิ่ม (Additives) ใช้เพื่อทำให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นเคลือบมวลรวมได้ดียิ่งขึ้น ปริมาณที่ใช้ต้องพอเหมาะเพื่อให้สามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ

สารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

4.3 น้ำ ต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสารที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

4.4 มวลรวม (Aggregate) ต้องเป็นหินโม่ซึ่งแข็ง คงทน สะอาด ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นใด อาจมีวัสดุผสมแทรกด้วยก็ได้

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.4.1 มีค่า Sand Equivalent เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

4.4.2 มีค่าความสึกหรอ เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) ไม่มากกว่าร้อยละ 35

4.4.3 มีค่าส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2225 - 57: วิธีการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ไม่มากกว่าร้อยละ 9

4.5 วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) วัสดุผสมแทรก เช่นปูนซีเมนต์ ปูนขาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของมวลรวมต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น จะใช้เมื่อต้องการปรับปรุงความสะดวกในการทำงาน (Workability) หรือปรับปรุงขนาดคละ (Gradation)

5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบ

ขนาดคละของมวลรวม เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: ทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบต้องเป็นไปตามตารางที่ **1**

ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณเนื้อยางแอสฟัลต์ และอัตราการฉาบพาราสเลอรี่ซีล

ผ่านตะแกรงขนาด	ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล		
	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3
	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล		
9.5 มม. (3/8 นิ้ว)	-	100	100
4.75 มม. (เบอร์ 4)	100	90 - 100	70 - 90
2.36 มม. (เบอร์ 8)	90 - 100	65 - 90	45 - 70
1.18 มม. (เบอร์ 16)	65 - 90	45 - 70	28 - 50
0.600 มม. (เบอร์ 30)	40 - 65	30 - 50	19 - 34
0.300 มม. (เบอร์ 50)	25 - 42	18 - 30	12 - 25
0.150 มม. (เบอร์ 100)	15 - 30	10 - 21	7 - 18
0.075 มม. (เบอร์ 200)	10 - 20	5 - 15	5 - 15
Residue ของแอสฟัลต์ ร้อยละโดยมวลรวมแห้ง	10.0 - 16.0	7.5 - 13.5	6.5 - 12.0
อัตราการฉาบ เป็นน้ำหนักของหินแห้ง กก./ตร.ม.	3.0 - 5.5	5.5 - 10.0	10.0 - 16.0

6. การกองหินหรือทราย

การกองหินหรือทราย ให้กองไว้อย่างเป็นระเบียบ ต้องไม่เป็นบริเวณที่มีน้ำขัง ถ้าหากมีการผสมต้องทำการผสมกันให้ได้ส่วนคละอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอก่อนนำไปใช้ผสมเป็นพาราสเลอรี่ซีล

7. ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล

7.1 มาตรฐานนี้ครอบคลุมพาราสเลอรี่ซีล 3 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ **1** ซึ่งแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานขนาดของมวลรวมและอัตราการใช้วัสดุ การจะกำหนดให้ฉาบผิวแบบพาราสเลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม สิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์ของการใช้งานซึ่งจะระบุในแบบก่อสร้าง

7.2 การฉาบผิวแบบพาราสเลอรี่ซีล จะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

7.2.1 พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 1 เป็นชนิดที่สามารถแทรกซึมรอยแตกได้ดี ใช้สำหรับฉาบผิวทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

(1) ยารอยแตก

(2) ฉาบเป็นผิวทาง กรณีต้องการปรับปรุง Texture ของผิวทางเดิมเล็กน้อย

(3) ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

7.2.2 พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 2 เป็นชนิดที่มีผิวหน้าหยาบกว่า**ชนิดที่ 1** ใช้สำหรับฉาบผิวทาง หรือผิวไหล่ทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

(1) เพิ่ม Skid Resistance ของผิวทางเดิม

(2) ให้ผิวทางระบายน้ำออกไปได้รวดเร็ว

(3) ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

7.2.3 พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 3 เป็นชนิดที่มีผิวหน้าหยาบที่สุด ใช้สำหรับฉาบผิวทาง หรือผิวไหล่ทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

(1) เพิ่ม Skid Resistance ของผิวทางเดิม

(2) ให้ผิวทางระบายน้ำออกไปได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

(3) ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

(4) ฉาบปรับระดับได้เล็กน้อย

(5) ปรับแก้ Crown Slope ได้เล็กน้อย

(6) ฉาบปิดผิวทางเดิมที่หลุด (Raveling)

8. ข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล

8.1 การออกแบบส่วนผสมนี้ ให้ใช้วิธีตามThe Asphalt Institute Manual Series No.19 โดยวิธีหาค่า C.K.E.และตามมาตรฐาน ASTM D 3910 (Standard Practice for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal) หรือใช้มาตรฐานและวิธีทดสอบของ International Slurry Association (ISSA) หรือวิธีอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบ ซึ่งก่อนเริ่มงานให้ผู้รับจ้างทำการออกแบบส่วนผสม แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุพร้อมเอกสารการออกแบบจากผู้รับจ้าง ส่งให้กรมโยธาธิการและผังเมืองทำการตรวจสอบ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

8.2 คุณภาพของวัสดุที่จะใช้ออกแบบจะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพให้ใช้ได้แล้ว การออกแบบส่วนผสมจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน

8.3 ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

8.3.1 เวลาในการผสม (Mixing Time) ที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 120 วินาที

8.3.2 ค่า Flow อยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิเมตร

8.3.3 Initial Setting Time ไม่มากกว่า 30 นาที

8.3.4 เวลาในการบ่ม (Curing Time) ไม่มากกว่า 2 ชั่วโมง

8.3.5 ค่า Wet track Abrasion Loss ไม่มากกว่า 500 กรัมต่อตารางเมตร

8.3.6 ค่า Hubbard Field Stability ที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 11.8 กิโลนิวตันหรือ 1,200 กิโลกรัมแรง)

8.4 กรมโยธาธิการและผังเมืองอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวมปริมาณเนื้อยางแอสฟัลต์และอัตราการฉาบแตกต่างไปจากตารางที่ **1** ก็ได้ตามความเหมาะสม แต่คุณสมบัติของส่วนผสมต้องถูกต้องตามข้อ **8.3**

8.5 หากวัสดุผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมวลรวมหรือเหตุอื่นใด ผู้รับจ้างต้องออกแบบส่วนผสมใหม่ ตามข้อ **8.1**

8.6 ระหว่างการฉาบพาราสเลอรี่ซีล ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าส่วนผสมของพาราสเลอรี่ซีลที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม มวลรวมหรือวัสดุผสมแอสฟัลต์ผิดพลาดจากข้อกำหนด ให้ถือว่าส่วนผสมที่ออกแบบไว้ไม่ได้ตามคุณภาพที่ต้องการ ผู้รับจ้างต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วทำการออกแบบส่วนผสมใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

8.7 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ Tolerant Limit สำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้เป็นไปตามตารางที่ **2**

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ Tolerant Limit สำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

ผ่านตะแกรงขนาด	ร้อยละ
2.36 มม. (เบอร์ 8) และใหญ่กว่า	±5
1.18 มม. (เบอร์ 16) 0.600 มม. (เบอร์ 30) และ 0.300 มม. (เบอร์ 50)	±4
0.150 มม. (เบอร์ 100)	±3
0.075 มม. (เบอร์ 200)	±2
Residue ของแอสฟัลต์ โดยมวลของมวลรวมแห้ง	±0.5

หมายเหตุ กรณีที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นควรให้กำหนดขอบเขตของสูตรส่วนผสมเฉพาะงานแตกต่างไปจากตารางที่ **2** ก็สามารถดำเนินการได้ตามความเหมาะสม

8.8 การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบการฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีลทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

9. เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี ตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์เครื่องจักรหรือเครื่องมือนั้นไม่สามารถทำงานได้ผลตามต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ดีก่อนนำไปใช้งาน

9.1 เครื่องจักรพาราสเลอรี่ซีล

เครื่องจักรพาราสเลอรี่ซีลต้องเป็นเครื่องจักรที่ขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ประกอบด้วย

- เครื่องผสม (Mixer)
- เครื่องฉีดน้ำ
- เครื่องฉาบ (Spreader)
- เครื่องปั๊มพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม
- สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม
- ถังใส่มวลรวม (Aggregate Bin)
- ถังใส่วัสดุผสมแทรก (Filler Bin)
- ถังใส่น้ำและใส่พาราแอสฟัลต์อิมัลชัน
- ถังใส่สารผสมเพิ่ม (AdditiveTank)
- อุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนผสมของวัสดุ

ส่วนประกอบของเครื่องจักรดังกล่าวข้างต้นสำหรับรายงานซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้

9.1.1 เครื่องผสม ต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของพาราสเลอรี่ซีลได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน มีเครื่องลำเลียงวัสดุต่างๆ พร้อมมาตรวัดปริมาณ สามารถลำเลียงมวลรวม วัสดุผสมแทรก น้ำ พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่น และสารผสมเพิ่ม ลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง มวลรวมและวัสดุผสมแทรกถูกลำเลียงลงสู่ถังผสมในตำแหน่งเดียวกัน เครื่องผสมสามารถลำเลียงวัสดุที่ผสมเข้ากันอย่างดีแล้วลงเครื่องฉาบได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน

9.1.2 เครื่องฉีดน้ำ ติดตั้งอยู่หน้าเครื่องฉาบ เช่น Fog Spray Bar สามารถฉีดน้ำให้เป็นฝอยหรือละอองใช้สำหรับฉีดน้ำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

9.1.3 เครื่องฉาบติดอยู่ทางด้านท้ายของเครื่องผสม ต้องสามารถปรับอัตราการฉาบได้ตามที่กำหนดปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาบได้เรียบและสม่ำเสมอ

9.1.4 เครื่องปั๊มแอสฟัลต์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรี่ซีล

9.1.5 สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรี่ซีล

9.2 เครื่องกวาดฝุ่นเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบลากที่ติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใด ซึ่งเป็นชนิดไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ไนล่อน หวาย หรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างสะอาด อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่นและไม้กวาดมือซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทางและรอยแตกได้

9.3 เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนาหรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ให้กำลังลมแรง และมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

9.4 เครื่องจักรบดทับ ต้องเป็นรถบดล้อยางแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 5 ตัน ล้อยางต้องเป็นชนิดผิวหน้ายางเรียบ มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ ความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาลคาล (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

9.5 อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาบด้วยมือ พลั่ว

10. การเตรียมการก่อสร้าง

ก่อนการทำการก่อสร้างให้ดำเนินการดังนี้

10.1 ให้กองมวลรวมให้เป็นระเบียบ โดยกองในบริเวณที่น้ำไม่ขังหรือบริเวณที่จะไม่ทำให้มวลรวมมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป ก่อนนำมวลรวมไปใช้งานจะต้องได้รับการตรวจสอบและได้รับการอนุญาตจากผู้ควบคุมงานก่อน

10.2 กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางแอสฟัลต์ ให้ทำการตรวจสอบพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างและแก้ไข ความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมบางจุดมีความเสียหายหรือระดับไม่ดี ให้ทำ Deep Patching หรือ Skin Patching แล้วแต่กรณี

10.3 กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางคอนกรีต ให้ทำการตรวจสอบรอยต่อและรอยแตกต่างๆ แล้วทำการแก้ไขซ่อมแซมตามความเหมาะสม ทำความสะอาดให้เรียบร้อยแล้วทำการ Tack Coat ก่อนทำการฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล

10.4 ตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องจักรและเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำออกใช้งานและผลิตส่วนผสมพาราสเลอรี่ได้ตามที่ออกแบบไว้

10.5 ให้ทำการตรวจสอบและตรวจปรับมาตรวัดต่าง ๆ เพื่อให้ใช้วัสดุได้ตามอัตราส่วนที่ต้องการ

10.6 ในกรณีที่จำเป็นต้องกวาดฝุ่น ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกจากผิวทางจนสะอาดถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้างด้วย

10.7 ต้องพิจารณาสภาวะอากาศให้เหมาะสม ห้ามทำการฉาบผิวในระหว่างฝนตกและอุณหภูมิของอากาศขณะฉาบต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

11. การก่อสร้าง

วัสดุต่างๆ ที่จะนำมาผสมเป็นพาราสเลอรี่ซีลต้องเป็นวัสดุที่ผ่านการทดสอบและมีคุณภาพใช้ได้แล้ว

11.1 ข้อกำหนดทั่วไปในการก่อสร้าง

11.1.1 กรณีที่ผิวทางเดิมเป็นผิวทางแอสฟัลต์ที่มีผิวแห้ง ต้องทำให้เปียกสม่ำเสมอด้วยเครื่องฉีดน้ำเป็นฝอยหรือเป็นละอองทันทีก่อนทำการฉาบผิว

11.1.2 กรณีที่ผิวทางเดิมเป็นผิวคอนกรีต ให้ทำการ tack coat ด้วยแอสฟัลต์อิมัลชันชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ในอัตรา 0.1 – 0.3 ลิตรต่อตารางเมตรหรือจะผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 แล้ว tack coat ในอัตรา 0.2-0.6 ลิตรต่อตารางเมตร ก่อนทำการฉาบผิว

11.1.3 พาราแอสฟัลต์อิมัลชันในส่วนผสมต้องไม่แตกตัวในเครื่องฉาบก่อนที่จะฉาบ

11.1.4 พาราสเลอรี่ซีลที่ผสมแล้วต้องสามารถกระจายได้อย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบ ต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้การฉาบ ฉาบได้เต็มความกว้างตามต้องการ

11.2 การฉาบ

11.2.1 ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลเมื่อฉาบบนผิวทางแล้วต้องมีส่วนผสมคงที่ถูกต้องตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

11.2.2 ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลต้องไม่จับกันเป็นก้อนหรือแตกตัวในเครื่องฉาบ ไม่มีมวลรวมใดที่ไม่ถูกเคลือบด้วยพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน ไม่เกิดการแยกตัวระหว่างพาราแอสฟัลต์อิมัลชันและมวลรวมละเอียดออกจากมวลหยาบหรือมีมวลหยาบตกลงสู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกไปจากผิวทาง

11.2.3 ต้องไม่มีรอยครูดซึ่งอาจเกิดจากหินก้อนใหญ่เกินไปปรากฏให้เห็นบนผิวทางที่ฉาบเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวมก่อนนำมาผสม

11.2.4 กรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องฉาบทำการฉาบได้เนื่องจากสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

11.3 รอยต่อตามยาวหรือตามขวาง ต้องไม่เป็นสันนูนหรือมองเห็นชัดเจนว่าไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อยโดยวิธีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

11.4 การบดทับ

11.4.1 **พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 1** และ**ชนิดที่ 2** ไม่ต้องทำการบดทับ

11.4.2 **พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 3** อาจจะทำการบดทับหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน หากต้องทำการบดทับ ให้บดทับขณะที่ส่วนผสมกำลังแข็งตัว (ขณะบ่ม) โดยใช้รถบดล้อยางตามข้อ **9.4** บดทับด้วยความเร็วประมาณ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จำนวนไม่น้อยกว่า 5 เที่ยว

11.5 การบ่ม เมื่อฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลเสร็จแล้ว ต้องปล่อยให้บ่มตัวระยะเวลาหนึ่งก่อนเปิดการจราจร การบ่มตัวจะนานเท่าไรให้ตรวจสอบการแตกตัวของพาราแอสฟัลต์อิมัลชันในส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล โดยดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำและปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถจะทำการตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนผิวพาราสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำปรากฏบนผิวและผิวนั้นเป็นสีดำแล้วก็สามารถเปิดการจราจรได้ โดยปกติจะใช้เวลาบ่มไม่เกิน 2 ชั่วโมง ระหว่างการบ่มตัวถ้าจำเป็นต้องเปิดให้การจราจรผ่าน อาจใช้หินฝุ่นหรือทรายสาดปิดเพื่อให้รถยนต์ผ่านก็ได้

12. การอำนวยการและการเปิดการจราจร

ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในระหว่างการก่อสร้าง โดยจัดหาติดตั้งอุปกรณ์ป้ายเครื่องหมายและสัญญาณจราจรเตือนล่วงหน้าเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ระยะเวลาที่จะเปิดการจราจรควรพิจารณาตามความจำเป็นในสนาม ควรเปิดการจราจรได้เมื่อบ่มตัวครบ 2 ชั่วโมงแล้ว ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดระยะเวลาในการเปิดการจราจรตามความเหมาะสม

13. ข้อควรระวัง

13.1 การขนส่งพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นในกรณีที่เป็นถังบรรจุ (drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นหรือลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง เพราะอาจทำให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวได้

13.2 ก่อนใช้พาราแอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถังเก็บไว้เป็นเวลานาน ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสมพาราสเลอรี่ซีล ทั้งนี้เพื่อให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นมีลักษณะเดียวกันอย่างทั่วถึง

13.3 ทุกครั้งที่ทำการผสมพาราสเลอรี่ซีลเสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานในครั้งต่อไป

13.4 เมื่อเปิดถังบรรจุพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นจะทำให้น้ำในถังระเหยได้ ซึ่งจะทำให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นเสื่อมสภาพ

14. เอกสารอ้างอิง

14.1 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ม. 415/2546: วิธีการฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

14.2 มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มทช. 243 – 2555: งานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

มยผ. 2143 - 57

มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal)

2. นิยาม

"พาราเคพซีล (Para Cape Seal)" หมายถึง การก่อสร้างผิวทางสองชั้น ประกอบด้วยผิวทางชั้นแรกเป็นผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) แล้วปูทับด้วยพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal) ลงบนผิวทางหรือผิวไหล่ทางดังกล่าวอีกหนึ่งหรือสองชั้น ผิวทางชนิดนี้ใช้ทำเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2107 - 57 : มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2132 - 57 : มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2136 - 57 มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2142 - 57 : มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57 : มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

3.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

4.1 วัสดุ

4.1.1 แอสฟัลต์ ให้เป็นไปตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) ตามข้อ **4.1.3** และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน หรือแอสฟัลต์อิมัลชั่นชนิดอื่น ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว

4.1.2 หินย่อย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2107 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.2 การกองวัสดุ

(1) ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้ โดยไม่ปะปนกัน

(2) ถ้าบริเวณที่กองหินย่อยไม่เรียบร้อย อันอาจจะทำให้มีวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์มาปะปน ผู้ควบคุมงานอาจไม่อนุญาตให้ใช้หินย่อยที่มีวัสดุอื่นปะปนนั้นได้

(3) บริเวณที่กองหินย่อย ต้องมีการระบายน้ำที่ดี อันเป็นการป้องกันมิให้น้ำท่วมกองหินย่อยได้

4.3 ขนาดของหินย่อย

ขนาดของหินย่อยของผิวทางชั้นแรก เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

ตารางที่ 1 ขนาดของหินย่อย

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร	น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ						
	25.0 มม.	19.0 มม.	12.5 มม.	9.5 มม.	4.75 มม.	2.36 มม.	1.18 มม.
19.0 (3/4 นิ้ว)	100	90-100	0-30	0-8	-	0-2	0-0.5
12.5 (1/2 นิ้ว)	-	100	90-100	0-30	0-4	0-2	0-0.5

4.4 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อย สำหรับผิวทางชั้นแรกให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) และต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มยผ. 2107 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.5 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ หินย่อย และแอสฟัลต์โดยประมาณให้ใช้ตามตารางที่ **2** ส่วนปริมาณวัสดุที่ใช้จริงให้เป็นไปตามการออกแบบตามวิธีการของกรมโยธาธิการและผังเมือง

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ออกแบบในชั้นนี้ได้จากค่า **A.L.D. (Average Least Dimension)** ของหินย่อย

ตารางที่ 2 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร	19.0 (3/4 นิ้ว)	12.5 (1/2 นิ้ว)
หินย่อย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	16-22	12-18
แอสฟัลต์อิมัลชั่น (ลิตรต่อตารางเมตร)	1.1-2.3	0.8-1.6

4.6 การล้างหินย่อย

การล้างหินย่อย หินย่อยไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างให้สะอาดแล้วรีบนำไปใช้โดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้จนแห้งหรือสกปรกต้องล้างใหม่

4.7 การใช้สารผสมแอสฟัลต์

สารผสมแอสฟัลต์ อาจใช้ผสมกับสารเคลือบหินย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสม โดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ถ้าผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในแอสฟัลต์โดยตรง ควรผสมก่อนใช้งานเล็กน้อย แล้วทำให้แอสฟัลต์ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไหลเวียนให้ผสมเข้ากันดีเสียก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วจึงนำไปใช้งานทันที ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้ เพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นที่จะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อเสนอแนะนำของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

4.8 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) เครื่องโรยหินจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

4.9 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

การเตรียมการก่อนการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.10 วิธีการก่อสร้าง

วิธีการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.11 รายละเอียดเพิ่มเติม

รายละเอียดเพิ่มเติมให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.12 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

5. ผิวทางชั้นที่สอง พาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

5.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

5.2 ขนาดของหินย่อย ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ขนาดของหินย่อย เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบให้เป็นไปตาม ตารางที่ **3**

ตารางที่ 3 ขนาดของหิน ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล	**2**	**3**
ขนาดของตะแกรงร่อน ; มม.	**ผ่านตะแกรงร่อน ; ร้อยละ**	
9.5 (3/8 นิ้ว)	100	100
4.75 (เบอร์ 4)	90-100	70-90
2.36 (เบอร์ 8)	65-90	45-70
1.18 (เบอร์ 16)	45-70	28-50
0.600 (เบอร์ 30)	30-50	19-34
0.300 (เบอร์ 50)	18-30	12-25
0.150 (เบอร์ 100)	10-21	7-18
0.075 (เบอร์ 200)	5-15	5-15
Residue ของแอสฟัลต์ ; ร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง	7.5-13.5	6.5-12.0
อัตราการปู/ฉาบเป็นน้ำหนักของส่วนผสมสเลอรี่ ; กก./ตร.ม.	6.1-9.3	9.3-14.6

5.3 การกองหินย่อย หรือทราย

การกองหินย่อย หรือทราย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

5.4 ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล

สำหรับงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล ให้ใช้พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 2 หรือ ชนิดที่ 3 เท่านั้น

5.4.1 พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 2 ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยฉาบครั้งเดียวให้มีปริมาณส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล ตามตารางที่ **3**

5.4.2 พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 3 ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามตารางที่ **1** โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง ให้มีปริมาณส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลรวมทั้งหมดตามตารางที่ **3**

5.5 การออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล

การออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

5.6 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

5.6.1 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

5.6.2 เครื่องจักรที่ใช้ในบดทับ ต้องเป็นรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 10 ตัน แบบล้อยางผิวหน้าเรียบ ความดันลมยางประมาณ 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

5.7 การเตรียมการก่อสร้าง

การเตรียมการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

5.8 วิธีการก่อสร้าง

5.8.1 ลาดยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ลงบนผิวทางชั้นแรกด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 0.6 ลิตรต่อตารางเมตร โดยวิธีฟ็อกสเปรย์ (Fog Spray) หลังจากนั้นจึงดำเนินการฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลต่อไป

5.8.2 ดำเนินการฉาบผิวพาราสเลอรีซีลทับบนผิวทางชั้นแรก สำหรับผิวทางชั้นแรกที่ก่อสร้างใหม่ การฉาบพาราสเลอรี่ซีลทับควรดำเนินการภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน และไม่มากกว่า 4 สัปดาห์ ฉะนั้นการลาดแอสฟัลต์อิมัลชันตามข้อ **5.8.1** ควรดำเนินการภายในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล

5.8.3 ก่อนที่จะฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล ให้ทำความสะอาดผิวทางที่จะฉาบพาราสเลอรี่ซีลทับ ด้วยเครื่องกวาดฝุ่นและถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้าง เพื่อกำจัดวัสดุที่หลุดหลวม สิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด

5.8.4 ก่อนฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล ถ้าผิวทางที่จะฉาบทับนั้นแห้ง ให้พ่นน้ำลงไปเพียงบางๆ พอเปียกชื้นเท่านั้น อย่าให้มีน้ำขังบนผิวทางที่จะฉาบทับ

5.8.5 ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามที่ต้องการ

5.8.6 วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบและต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้ฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ

5.8.7 วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน หรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างพาราแอสฟัลต์อิมัลชันกับส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง

5.8.8 ต้องไม่มีรอยขีดปรากฏให้เห็นบนผิวที่ฉาบพาราสเลอรี่ซีลเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวม ก่อนนำมาผสม

5.8.9 ข้อกำหนดของรอยต่อ รอยต่อตามยาวควรจัดให้อยู่ตรงแนวเส้นแบ่งช่องจราจรและรอยต่อต้องไม่เป็นสันนูนเกินไป หรือมองเห็นชัดเจนดูไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

5.8.10 ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

5.8.11 ในการฉาบผิว**พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 2** ตามข้อ **5.4.1** หรือการฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 1 ตามข้อ **5.4.2** ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองตามข้อ **5.6.2** เต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เที่ยว โดยเริ่มบดได้เมื่อไม่มีส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลติดล้อรถบด แต่ต้องไม่ข้ามวัน สำหรับการฉาบผิว**พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 2 นั้น ให้ดำเนินการฉาบผิวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องไม่นานเกิน 4 สัปดาห์ หลังจากฉาบผิวครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว การฉาบผิวครั้งที่ 2 นี้ปกติไม่ต้องบดทับ

5.9 รายละเอียดเพิ่มเติม

การบ่มให้บ่มผิวพาราสเลอรี่ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน จนกว่าผิวพาราสเลอรี่ซีลจะแตกตัวโดยสมบูรณ์แล้ว จึงเปิดให้การจราจรผ่านบริเวณที่มีความจำเป็นต้องให้การจราจรผ่านได้ก่อน เช่น ทางแยก ทางเชื่อม ก็อาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดทับไว้

ให้ตรวจสอบการแตกตัวของพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นในพาราสเลอรี่ซีล โดยการดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนพาราสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง ระยะเวลาการบ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

5.10 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 – 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) และ มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบพาราเคพซีล

6.1 ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานการออกแบบส่วนผสมผิวแบบพาราเคพซีลของผู้รับจ้างเองที่ใช้วัสดุชนิดและแหล่งเดียวกันกับที่เสนอขอใช้งานแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

6.2 เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสมและกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

6.3 ในการทำผิวแบบพาราเคพซีลในสนาม ถ้าวัสดุที่ใช้ผิดพลาดไปจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง หรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

6.4 หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

6.5 การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบผิวแบบพาราเคพซีลทุกครั้ง หรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 233 - 2539: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

มยพ. 2201 - 57

มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดินกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัดในแบบที่กำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 2.5 กก. (5.5 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 305 มม. (12 นิ้ว)

วิธีทดสอบมี 4 วิธี ต่างๆ กันดังนี้

วิธี ก. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

วิธี ข. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีแอสโต ที 99 (AASHTO T 99)

วิธี ค. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

วิธี ง. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีแอสโต ที 99 (AASHTO T 99)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใด ให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้ใช้**วิธี ก.**

2. นิยาม

“ความแน่นของดิน” หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของดินกับปริมาตรของดิน

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 แบบ (Mold) ทำด้วยโลหะแข็งและเหนียว มีลักษณะทรงกระบอกกลวง ผนังแข็งแรงมี 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 102 มม. และ 152 มม. มีปลอกที่สามารถถอดได้สูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว) เพื่อให้สามารถบดอัดดินให้สูงและมีปริมาตรตามต้องการ แบบและปลอกต้องยึดกันได้อย่างมั่นคงกับฐานแบบซึ่งสามารถถอดได้ ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ดูรูปที่ **1** และ **2**

3.1.1 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 101.6±0.406 มม. (4.000±0.016 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.000943±0.000008 ลบ.ม. (0.0333±0.0003 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.1.2 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 152.4±0.6604 มม. (6.000±0.026 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.002124±0.000021 ลบ.ม.(0.07500±0.00075 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.2 ตุ้ม (Rammer) ทำด้วยโลหะทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8±0.127 มม. (2.000±0.005 นิ้ว) น้ำหนักรวมทั้งด้ามถือ 2.495±0.009 กก. (5.50±0.02 ปอนด์) มีปลอกบังคับให้ยกได้สูง 304.8±1.524 มม.(12.000±0.06 นิ้ว) เหนือระดับดินที่บดอัดโดยตุ้มตกลงกระทบได้อย่างอิสระ ปลอกบังคับต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) ทำมุมกัน 90 องศา และห่างจากปลายปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19 มม. (3/4 นิ้ว)

3.3 เครื่องดันตัวอย่างออกจากแบบ (Sample Extruder) ประกอบด้วยแม่แรง (Jack) ก้านโยกแม่แรง โครงเหล็กจับแบบขณะดันตัวอย่างออกจากแบบ ใช้ดันตัวอย่างที่บดอัดในแบบแล้วออกจากแบบ หรืออาจใช้เครื่องมืออย่างอื่น ที่สามารถขุดแคะตัวอย่างดินออกจากแบบก็ได้

3.4 เครื่องชั่ง (Balance and Scale) สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 11.5 กก.และอ่านละเอียดได้ถึง 5 กรัม 1 เครื่อง และสามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 1,000 กรัม อ่านละเอียดได้ถึง 0.01 กรัม อีก 1 เครื่อง

3.5 ตู้อบ (Oven) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) สำหรับอบดินชื้นให้แห้ง

3.6 เหล็กปาดดิน (Straight Edge) ทำด้วยเหล็กชุบแข็ง มีขอบเรียบยาวไม่น้อยกว่า 254 มม.(10 นิ้ว) มีขอบที่ลบมุมด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเรียบตรงตลอดความยาวของเหล็กปาดดิน โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.1 (0.01 นิ้วต่อความยาว 10 นิ้ว) ในช่วงที่ใช้ปาดแต่งผิวดินในแบบ

3.7 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มี 2 ขนาด คือ 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) และ 4.75 มม. (เบอร์ 4)

3.8 เครื่องผสมดิน (Mixing Tool) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคลุกผสมดินให้เข้ากัน ได้แก่ ถาดใส่ดิน ช้อนตักดิน พลั่ว เกรียง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นเครื่องผสมดินที่ทำงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่างดินทีละน้อยๆ ได้

3.9 ตลับบรรจุดิน (Container) ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่างการชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบชื้น ให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

4.2 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้ใช้ตะแกรงขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้ออก แล้วแทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) จำนวนน้ำหนักเท่ากัน ใส่ลงแทนแล้วคลุกเคล้ากันให้ทั่วทำการแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

4.3 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2

4.4 ในกรณีที่จะทำการทดสอบตาม**วิธี ค.** หรือ **ง.** ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้น ส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป

4.5 ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดสอบ**วิธี ข.**และ **ง.**ต่อการทดสอบ 1 ครั้งและหนักประมาณ 3,000 กรัม สำหรับการทดสอบ**วิธี ก.** และ **ค.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง การเตรียมตัวอย่างต้องเตรียมให้พอทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

5. การทดสอบ

5.1 การทดสอบวิธี ก.

5.1.1 นำดินตัวอย่างมาพรมน้ำให้ทั่วเพื่อให้ดินชื้น โดยเมื่อคลุกผสมกันแล้วจะมีความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ประมาณร้อยละ 4

5.1.2 ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้ว ลงในแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) ซึ่งมีปลอก (Collar) สวมอยู่เรียบร้อยแล้ว โดยประมาณว่าเมื่อบดอัดแล้วจะเหลือดินสูง 1/3 ของความสูงของแบบ แล้วบดอัดโดยตุ้มยกสูง 305 มม. (12 นิ้ว) จำนวน 25 ครั้ง ให้ทั่วผิวของดินในแบบ

5.1.3 ทำตามวิธีในข้อ **5.1.2** ซ้ำอีก 2 ครั้ง จนดินที่ถูกบดอัดแน่นในแบบมีความสูงกว่าแบบประมาณ 10 มม.

5.1.4 ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดดินปาดแต่งหน้าดินในแบบให้เรียบเท่ากับระดับขอบบนของแบบ ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออก ให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควร แต่งจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินชื้น ต้องอ่านเครื่องชั่งละเอียดถึง 5 กรัม

5.1.5 แกะดินออกจากแบบแล้วผ่าตามแนวตั้งผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างดิน เก็บดินจากที่ผ่าประมาณ 300 กรัม ใส่ตลับบรรจุดินชั่งน้ำหนักทันที อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.6 นำดินในตลับบรรจุดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.7 บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วน แล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2

5.1.8 ดำเนินการตามข้อ **5.1.2** ถึง **5.1.7** โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งจนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่าการเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง

5.2 การทดสอบวิธี ข. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

5.3 การทดสอบวิธี ค. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง

5.4 การทดสอบวิธี ง. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ค.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

6. การคำนวณ

6.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

$W1$ = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

$W2$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

6.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (Wet Density)

$$\gamma_W = \frac{A}{V}$$

เมื่อ γ_W = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

A = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม

V = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

6.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_W}{1+\frac{W}{100}}$$

เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

γ_W = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

7. การรายงานผล

7.1 นำค่าความชื้นในดิน (W) และค่าความแน่นแห้งของดิน (γ_d) ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง

7.2 เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้งรูประฆังคว่ำ (ParabolaCurve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้ง คือค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดินนั้น ตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้

7.3 ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด

7.4 ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด เป็นร้อยละ

7.5 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2201-57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

8. ข้อควรระวัง

8.1 การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเผื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุดคือ เริ่มจากดินผึ่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.2 ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง ราบเรียบขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา

8.3 ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบพอทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

8.4 ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยางหรือใช้เครื่องบดจนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.5 ปริมาตรของแบบให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป

8.6 แบบที่ใช้งานแล้ว ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

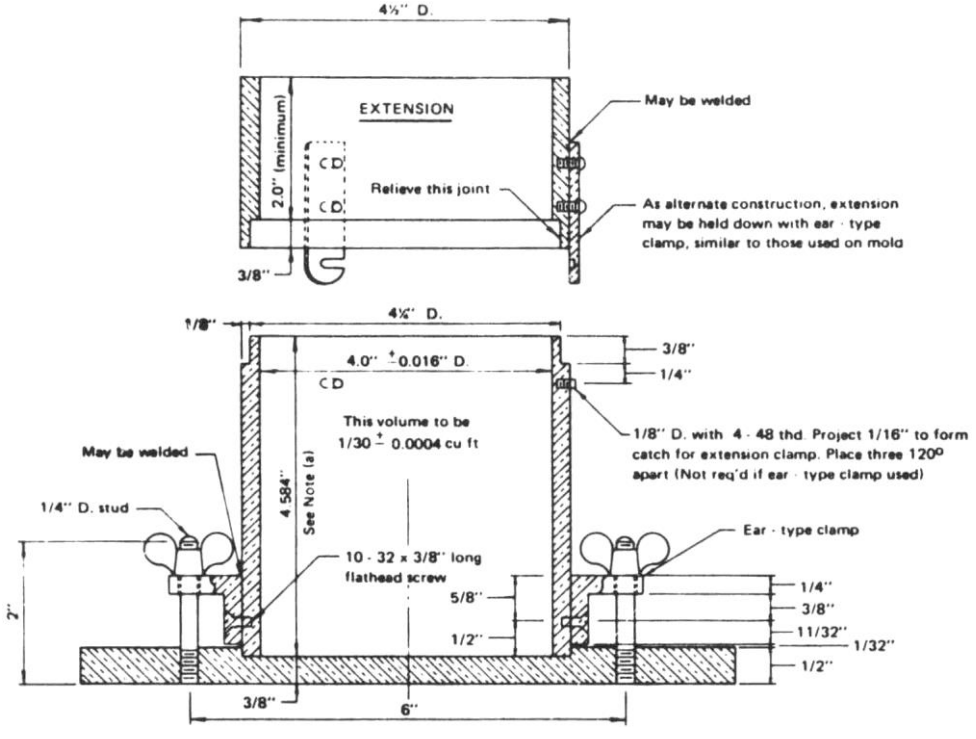
9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.1-2532: วิธีการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

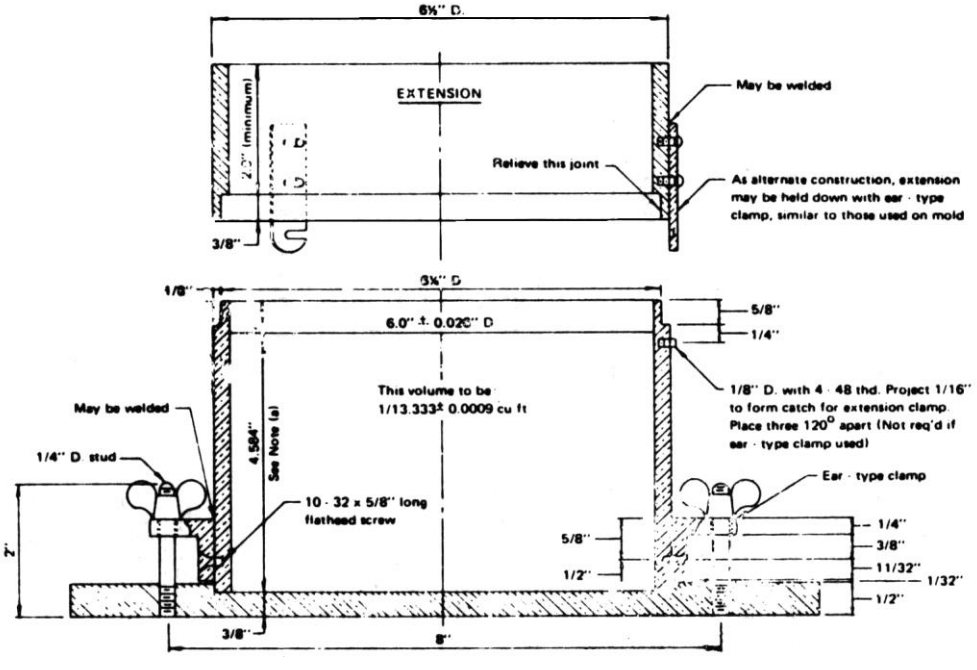
9.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 107/2517: วิธีการทดลอง Compaction Test แบบมาตรฐาน

9.3 Standard Method of Test for The Moisture-Density Relations of SoilUsing A 5.5 lb = (2.5 kg) Rammer And A 12 - in. (305 mm.) Drop; AASHTO Designation: T 99-74

9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 698 - 00: Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft^3 or 600 kN-m/m^3)



รูปที่ 1 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว



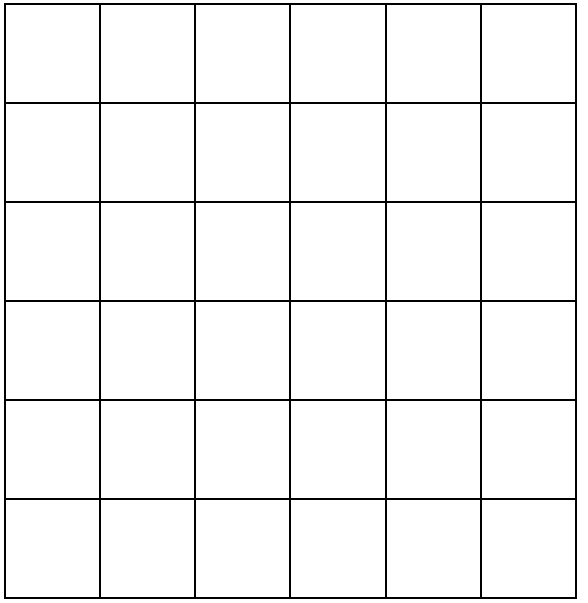
รูปที่ 2 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว

โครงการ.....	บฟ.มยผ. 2201 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....	
.....		ผู้ทดสอบ	
สถานที่ก่อสร้าง.....	(หน่วยที่ทำการทดสอบ)		
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....	การทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน	ผู้ตรวจสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Std. AASHTO		
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Std. Proctor	อนุมัติ	

ความแน่น						
ครั้งที่		1	2	3	4	5
น.น.แบบ + ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
น.น.แบบ	(กรัม)					
น.น.ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
ความแน่นชื้น	(กรัม/ซม.^{3})					
ความแน่นแห้ง	(กรัม/ซม.					
ปริมาณความชื้น						
ตลับบรรจุหมายเลข						
น.น.ตลับ + ดินชื้น	(กรัม)					
น.น.ตลับ + ดินอบแห้ง	(กรัม)					
น.น.น้ำ	(กรัม)					
น.น.ตลับ	(กรัม)					
น.น.ดินอบแห้ง	(กรัม)					
ความชื้นในดิน	(ร้อยละ)					
หมายเหตุ						

ความแน่นแห้งสูงสุด ..... (กรัม/ซม.^{3})

ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด ..... (ร้อยละ)



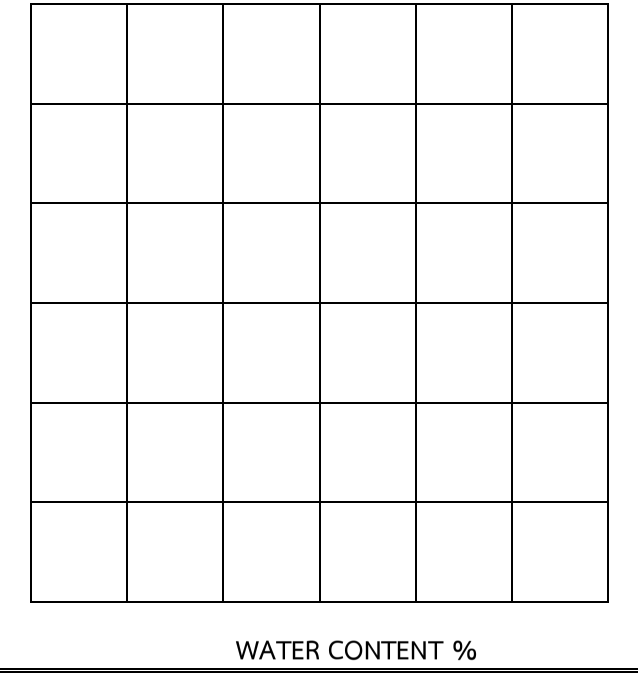
โครงการ.....	บฟ.มยผ. 2201 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....	
.....		ผู้ทดสอบ	
สถานที่ก่อสร้าง.....	(หน่วยที่ทำการทดสอบ)		
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....	การทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน	ผู้ตรวจสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Std. AASHTO		
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Std. Proctor	อนุมัติ	

DENSITY						
DETERMINATION No.		1	2	3	4	5
WT. MOLD+COMPACTEDSOIL	gm.					
WT. MOLD	gm.					
WT. SOIL	gm.					
WETDENSITY	gm./cc.					
DRYDENSITY	gm./cc.					
WATERCONTENT						
CONTAINER No.						
WT. CONTAINER + WETSOIL	gm.					
WT. CONTAINER + DRYSOIL	gm.					
WT. WATER	gm.					
WT. CONTAINER	gm.					
WT. DRYSOIL	gm.					
WATERCONTENT	%					

REMARKS:

MAXIMUM DRY DENSITY = ... gm./cc.

OPT. MOISTURE CONTENT = ... %



มยพ. 2202 - 57

มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดิน กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัดในแบบที่กำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 4.54 กก.(10 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 457 มม. (18 นิ้ว) วิธีทดสอบมี 4 วิธี ต่างๆ กันดังนี้

วิธี ก. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

วิธี ข. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีแอสโต ที 180 (AASHTO T 180)

วิธี ค. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

วิธี ง. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีแอสโต ที 180 (AASHTO T 180)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใดให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้**ใช้วิธี ก.**

2. นิยาม

“ความแน่นของดิน” หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของดินกับปริมาตรของดิน

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 แบบ (Mold) ทำด้วยโลหะมีลักษณะทรงกระบอกกลวง ผนังแข็งแรงมี 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 102 มม. และ 152 มม. มีปลอกที่สามารถถอดได้สูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว) เพื่อให้สามารถบดอัดดินให้สูงและมีปริมาตรตามต้องการ แบบและปลอกต้องยึดกันได้อย่างมั่นคงกับฐานแบบซึ่งสามารถถอดได้ ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกันดูรูปที่ 1 และ 2

3.1.1 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม.(4 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 101.6±0.406 มม. (4.000±0.016 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.000943±0.000008 ลบ.ม. (0.0333±0.0003 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.1.2 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 152.4±0.6604 มม. (6.000±0.026 นิ้ว) โดยมีความจุ 0.002124±0.000021 ลบ.ม. (0.07500±0.00075 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.2 ตุ้ม (Rammer) ทำด้วยโลหะทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8±0.127 มม. (2.000±0.005 นิ้ว) น้ำหนักรวมทั้งด้ามถือ 4.5359±0.0081 กก. (10.00±0.02 ปอนด์) มีปลอกบังคับให้ยกได้สูง 457.2±1.524 มม. (18.00±0.06 นิ้ว) เหนือระดับดินที่บดอัดโดยตุ้มตกลงกระทบได้อย่างอิสระ ปลอกบังคับต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) ทำมุมกัน 90 องศา และห่างจากปลายปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19 มม. (3/4 นิ้ว)

3.3 เครื่องดันตัวอย่างออกจากแบบ (Sample Extruder) ประกอบด้วยแม่แรง (Jack) ก้านโยกแม่แรง โครงเหล็กจับแบบขณะดันตัวอย่างออกจากแบบ ใช้ดันตัวอย่างที่บดอัดในแบบแล้วออกจากแบบ หรืออาจใช้เครื่องมืออย่างอื่น ที่สามารถขุดแคะตัวอย่างดินออกจากแบบก็ได้

3.4 เครื่องชั่ง (Balance and Scale) สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 11.5 กก.และอ่านละเอียดได้ถึง 5 กรัม 1 เครื่อง และสามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 1,000 กรัม อ่านละเอียดได้ถึง 0.01 กรัม อีก 1 เครื่อง

3.5 ตู้อบ (Oven) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) สำหรับอบดินชื้นให้แห้ง

3.6 เหล็กปาดดิน (Straight Edge) ทำด้วยเหล็กชุบแข็ง (Hardened Steel) มีขอบเรียบยาวไม่น้อยกว่า 254 มม. (10 นิ้ว) มีขอบที่ลบมุมด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเรียบตรงตลอดความยาวของเหล็กปาดดิน โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.1 (0.01 นิ้วต่อความยาว 10 นิ้ว) ในช่วงที่ใช้ปาดแต่งผิวดินในแบบ

3.7 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มี 2 ขนาด คือ 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) และ 4.75 มม. (เบอร์ 4)

3.8 เครื่องผสมดิน (Mixing Tool) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคลุกผสมดินให้เข้ากัน ได้แก่ ถาดใส่ดิน ช้อนตักดิน พลั่วเกรียง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นเครื่องผสมดินที่ทำงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่างดินทีละน้อยๆ ได้

3.9 ตลับบรรจุดิน (Container) ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่างการชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบชื้นให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

4.2 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้ออกแล้วแทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) จำนวนหนักเท่ากันใส่ลงแทน แล้วคลุกเคล้ากันให้ทั่วทำการแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

4.3 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2

4.4 ในกรณีที่จะทำการทดสอบตาม **วิธี ค. หรือ ง.** ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้น ส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป

4.5 ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม (14 ปอนด์) สำหรับการทดสอบ **วิธี ข.** และ **ง.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง และหนักประมาณ 3,000 กรัม (7 ปอนด์) สำหรับการทดสอบ **วิธี ก.** และ **ค.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง การเตรียมตัวอย่างต้องเตรียมให้พอทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

5. การทดสอบ

5.1 การทดสอบวิธี ก.

5.1.1 นำตัวอย่างดินที่เตรียมมาพรมน้ำให้ทั่วเพื่อให้ดินชื้นโดยเมื่อคลุกผสมกันแล้ว จะมีความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ประมาณร้อยละ 4

5.1.2 ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้ว ลงในแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) ซึ่งมีปลอก (Collar) สวมอยู่เรียบร้อยแล้ว โดยประมาณว่าเมื่อบดอัดแล้วจะเหลือดินสูง 1/5 ของความสูงของแบบ แล้วบดอัดโดยตุ้มยกสูง 457 มม. (18 นิ้ว) จำนวน 25 ครั้ง ให้ทั่วผิวของดินในแบบ

5.1.3 ทำตามวิธีในข้อ **5.1.2** ซ้ำอีก 4 ครั้ง จนดินที่ถูกบดอัดแน่นในแบบมีความสูงกว่าแบบประมาณ 10 มม.

5.1.4 ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดดินปาดแต่งหน้าดินในแบบให้เรียบเท่ากับระดับขอบบนของแบบ ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออกให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควรจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินชื้น ต้องอ่านเครื่องชั่งละเอียดถึง 5 กรัม

5.1.5 แกะดินออกจากแบบ แล้วผ่าตามแนวตั้งผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างดิน เก็บดินจากที่ผ่าประมาณ 300 กรัม ใส่ตลับบรรจุดินชั่งน้ำหนักทันที อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.6 นำดินในตลับบรรจุดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.7 บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วนแล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2

5.1.8 ดำเนินการตามข้อ **5.1.2** ถึง **5.1.7** โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งจนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่าการเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบกลับลดลง

5.2 การทดสอบวิธี ข. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

5.3 การทดสอบวิธี ค. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง

5.4 การทดสอบวิธี ง. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ค.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

6. การคำนวณ

6.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

W_1 = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

6.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (WET DENSITY)

$$\gamma_w = \frac{A}{V}$$

เมื่อ γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
A = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม
V = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

6.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (DRY DENSITY)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1+\frac{W}{100}}$$

เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

7. การรายงานผล

7.1 นำค่าความชื้นในดิน **(W)** และค่าความแน่นแห้งของดิน **(γ_d)** ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง

7.2 เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้ง รูประฆังคว่ำ (Parabola Curve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้งคือค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ของดินนั้นตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้

7.3 ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด

7.4 ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) เป็นร้อยละ

7.5 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2202–57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

8. ข้อควรระวัง

8.1 การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดกันเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเผื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุด คือเริ่มจากดินผึ่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.2 ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง ราบเรียบ ขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา

8.3 ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบพอทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

8.4 ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยาง หรือใช้เครื่องบด จนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.5 ปริมาตรของแบบ ให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบ ห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป

8.6 แบบที่ใช้งานแล้ว ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

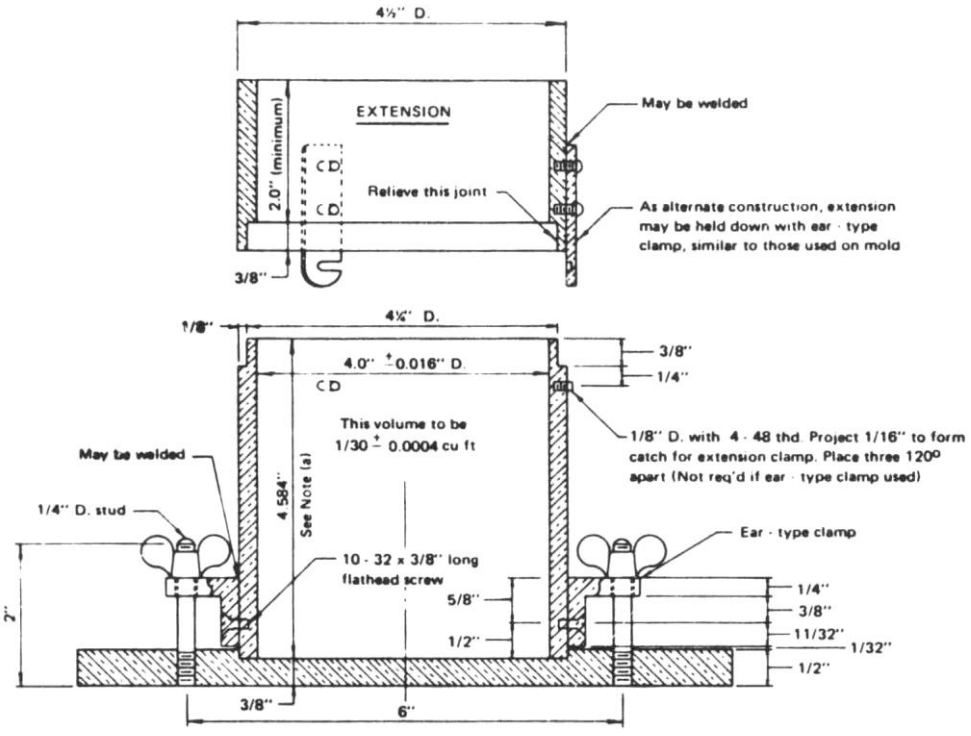
9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.2 -2532: วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

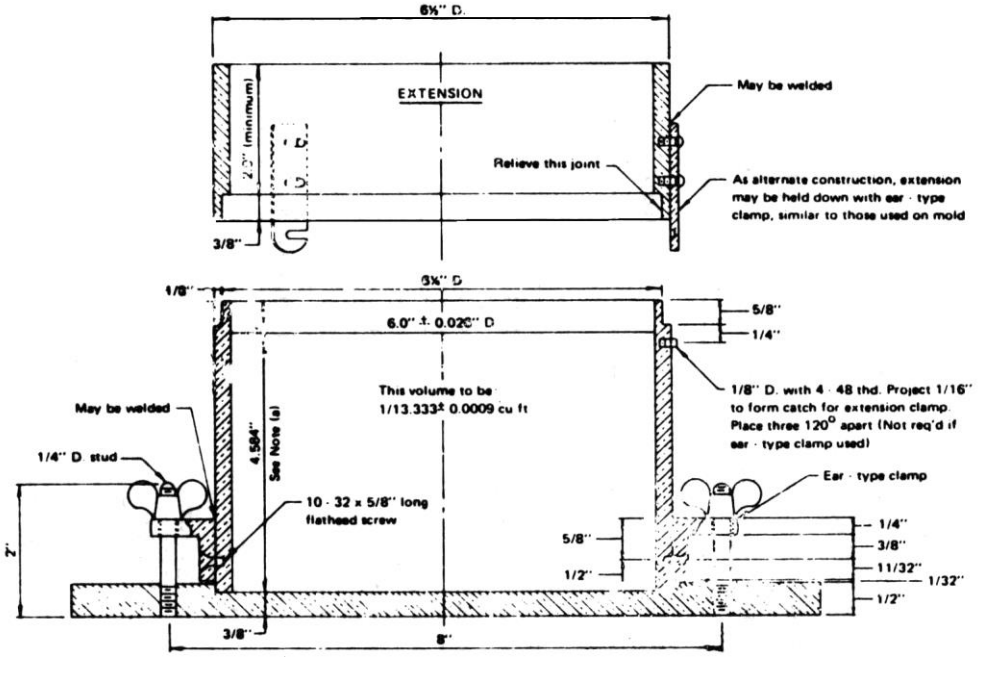
9.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 108/2517: วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน

9.3 Standard Method of Test for The Moisture–Density Relations of Soil Using A 10 lb = (4.54 kg) Rammer And A 18 in. (457 mm.) Drop; AASHTO Designation: T 180-74

9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1557 - 02: Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft^3 or 2,700 kN-m/m3)



รูปที่ 1 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว



รูปที่ 2 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว

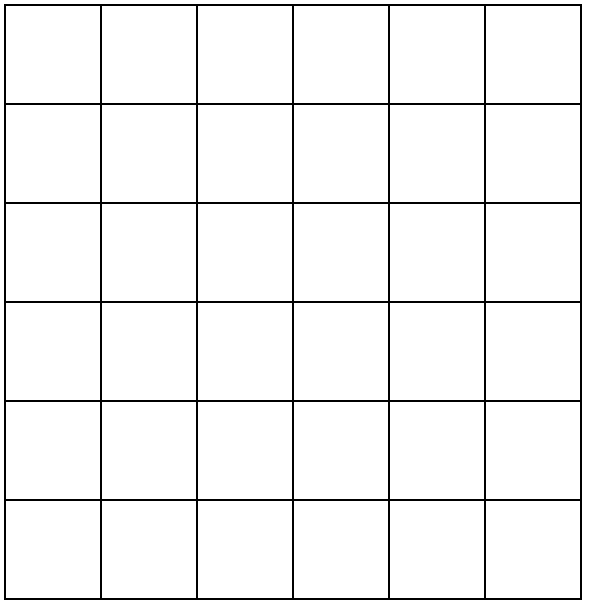
โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	บฟ.มยผ. 2202 - 57 (หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Mod. AASHTO น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Mod. Proctor	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ

ความแน่น						
ครั้งที่		1	2	3	4	5
น.น.แบบ + ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
น.น.แบบ	(กรัม)					
น.น.ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
ความแน่นชื้น	(กรัม/ซม.^{3})					
ความแน่นแห้ง	(กรัม/ซม.^{3})					
ปริมาณความชื้น						
ตลับบรรจุหมายเลข						
น.น.ตลับ + ดินชื้น	(กรัม)					
น.น.ตลับ + ดินอบแห้ง	(กรัม)					
น.น.น้ำ	(กรัม)					
น.น.ตลับ	(กรัม)					
น.น.ดินอบแห้ง	(กรัม)					
ความชื้นในดิน	(ร้อยละ)					

หมายเหตุ

ความแน่นแห้งสูงสุด ..... (กรัม/ซม.^{3})

ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด ..... (ร้อยละ)



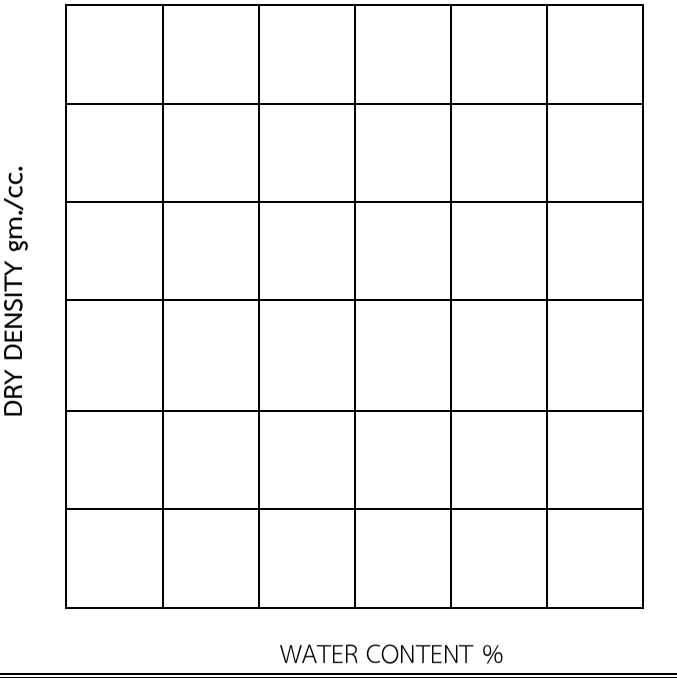
โครงการ.....	บฟ.มยผ. 2202 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....	
.....		ผู้ทดสอบ	
สถานที่ก่อสร้าง.....	(หน่วยที่ทำการทดสอบ)		
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....	การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน	ผู้ตรวจสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Mod. AASHTO		
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Mod. Proctor	อนุมัติ	

DENSITY						
DETERMINATION No.		1	2	3	4	5
WT. MOLD+COMPACTED SOIL	gm.					
WT. MOLD	gm.					
WT. SOIL	gm.					
WET DENSITY	gm./cc.					
DRY DENSITY	gm./cc.					
WATER CONTENT						
CONTAINER No.						
WT. CONTAINER + WET SOIL	gm.					
WT. CONTAINER + DRY SOIL	gm.					
WT. WATER	gm.					
WT. CONTAINER	gm.					
WT. DRY SOIL	gm.					
WATER CONTENT	%					

REMARKS:

MAXIMUM DRY DENSITY = ... gm./cc.

OPT. MOISTURE CONTENT = ... %



มยผ. 2203 - 57

มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าเปรียบเทียบค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก (Bearing Value) กับวัสดุหินมาตรฐานเพื่อทดสอบวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) หินคลุกหรือวัสดุอื่นใด เมื่อทำการบดอัดวัสดุนั้นโดยใช้ตุ้มบดอัดในแบบ (Mold) เมื่อมีความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุด (Optimum Moisture Content) หรือปริมาณอื่นใด เพื่อนำมาใช้ออกแบบโครงสร้างของถนน และเพื่อใช้ควบคุมงาน เมื่อบดอัดให้ได้ความแน่นและความชื้นตามต้องการ

การทดสอบ ซี.บี.อาร์. อาจทำได้ 2 วิธี คือ

วิธี ก. การทดสอบแบบแช่น้ำ (Soaked)

วิธี ข. การทดสอบแบบไม่แช่น้ำ (Unsoaked)

ถ้าไม่ระบุวิธีใดให้ใช้**วิธี ก.**

2. นิยาม

"มวลรวมดิน หินคลุก หรือวัสดุอื่นใด" หมายถึง วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร

"วัสดุหินมาตรฐาน" หมายถึง วัสดุหินคลุกบดอัดแน่นที่นำมาทดสอบหากำลังรับน้ำหนัก เพื่อกำหนดเป็นค่าหน่วยน้ำหนักมาตรฐาน สำหรับเปรียบเทียบค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

4.1 Loading Device แบบ Hydraulic Jack หรือ Screw Jack มีอุปกรณ์วัดแรงได้ไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลกรัม (ประมาณ 10,000 ปอนด์)

4.2 แบบ สำหรับเตรียมตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 152.4±0.66 มม. (6.0±0.026 นิ้ว) สูง 177.8±0.66 มม. (7.0±0.016 นิ้ว) พร้อมปลอก (Collar) สูงโดยประมาณ 50.8 มม. (2.0 นิ้ว) และฐานแบบ (Base Plate) สำหรับยึดแบบและปลอก

4.3 แท่งโลหะรอง (Spacer Disc) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 134.9 (5 5/16 นิ้ว) มีความสูงขนาดต่างๆ

4.4 ตุ้ม หนัก 4,537กรัม (10 ปอนด์) และ 2,495 กรัม (5.5 ปอนด์)

4.5 เครื่องวัดการพองตัว ประกอบด้วย
- แผ่นวัดการพองตัว (Swell Plate)
- สามขา (Tripod) สำหรับติดมาตรวัด (Dial Gauge) วัดได้ 25 มม. ซึ่งวัดได้ละเอียด 0.01 มม. เพื่อวัดอัตราการพองตัวของดินเมื่อแช่น้ำ

4.6 โลหะถ่วงน้ำหนัก (Surcharge Weight) เป็นเหล็กทรงกระบอกแบนเส้นผ่านศูนย์กลาง 149.2 มม. (5 7/8 นิ้ว) มีรูกลวง เพื่อให้ท่อนกด (Piston) ลอดไปได้ หนักแผ่นละ 2,268 กรัม (5 ปอนด์)

4.7 ท่อนกด ทำด้วยโลหะทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 49.5 มม. (1.95 นิ้ว) มีเนื้อที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ยาวไม่น้อยกว่า 102 มม. (4 นิ้ว)

4.8 เครื่องดันตัวอย่าง เป็นเครื่องดันดินออกจากแบบภายหลัง เมื่อทดสอบเสร็จแล้ว

4.9 เครื่องชั่งแบบบาล๊านซ์ (Balance) มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 20 กก. ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กิโลกรัม

4.10 เครื่องชั่งแบบสเกล (Scale) หรือแบบบาล๊านซ์ มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 1,000 กรัม ชั่งได้ ละเอียดถึง 0.01 กรัม

4.11 ตู้อบ (Oven) ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียส

4.12 เหล็กปาด มีความยาวไม่น้อยกว่า 300 มม. และไม่ยาวเกินไปหนาประมาณ 3.0 มม.(0.12 นิ้ว)

4.13 เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง

4.14 ตะแกรงร่อนดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มีขนาด ดังนี้
1. ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว)
2. ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4)

4.15 เครื่องผสม เป็นเครื่องมือจำเป็นต่างๆ ที่ใช้ผสมตัวอย่างกับน้ำ เช่น ถาด ช้อน พลั่ว เกรียง ค้อนยาง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ

4.16 ตลับบรรจุดิน สำหรับใส่ตัวอย่างดินเพื่ออบหาจำนวนน้ำในดิน

4.17 นาฬิกาจับเวลา

4.18 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ กระดาษกรองอย่างหยาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว)

5. การเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างได้แก่ ดิน หินคลุก หรือวัสดุมวลรวมดินหรือวัสดุอื่นใดที่ต้องการทดสอบ ให้เตรียมตัวอย่าง ดังนี้

5.1 วัสดุตัวอย่าง ก่อนจะนำมาทดสอบจะต้องปล่อยทิ้งให้แห้ง (Air Dry) ในห้องปฏิบัติการ ทำการแบ่งสี่ (Quartering) แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้ว ส่วนที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้วให้ทิ้งไปและชดเชยด้วยดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4นิ้ว แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ด้วยจำนวนน้ำหนักเท่ากัน

5.2 หาปริมาณความชื้นที่ความแน่นสูงสุด โดยวิธีการทดสอบความแน่นสูงสุดตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือ มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.3 ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้จากข้อ **5.1** ประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดสอบ 1 ตัวอย่าง

5.4 ปริมาณตัวอย่างตามข้อ **5.3** ให้เตรียมไว้ 3 ตัวอย่าง ในการทดสอบแต่ละครั้ง

6. การทดสอบ

สำหรับตัวอย่างดินที่ไม่ต้องมีการแช่น้ำ (Unsoaked C.B.R. Test)

6.1 ชั่งดินที่เตรียมไว้ประมาณ 6 กก. (12 ปอนด์) และนำดินตัวอย่างประมาณ 100 กรัม เพื่อนำไปหาความชื้นในดินตัวอย่าง (Initial Water Content)

6.2 เตรียมแบบไว้ 3 ชุด ชั่งหาน้ำหนักแบบ (ไม่รวมฐานแบบ)

6.3 เติมน้ำเข้าไปในตัวอย่างที่เตรียมไว้ จนได้ปริมาณน้ำในดินที่ความแน่นสูงสุดตาม มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) แล้วคลุกเคล้าตัวอย่างจนเข้ากันดี

6.4 ประกอบแบบเข้ากับฐานแบบและแท่งโลหะรอง ใช้กระดาษกรองปูทับบนแท่งโลหะรอง เพื่อป้องกันไม่ให้เกาะติดกับแผ่นเหล็ก

6.5 กระทุ้งดินอัดแน่นในแบบ จำนวน 3 ชั้น หรือ 5 ชั้น ตามวิธีการทดสอบความแน่นที่ปริมาณความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) (เตรียมตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง โดยทำการบดอัดแต่ละชั้นด้วยตุ้ม จำนวน 12 ครั้งต่อชั้น สำหรับตัวอย่างที่ 1, จำนวน 25 ครั้งต่อชั้น สำหรับตัวอย่างที่ 2 และจำนวน 56 ครั้งต่อชั้นสำหรับตัวอย่างที่ 3)

6.6 หลังจากบดอัดจนครบจำนวนชั้น และจำนวนครั้งแล้ว ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดปาดดินส่วนที่สูงเกินขอบแบบพร้อมกับซ่อมแต่งผิวบนของดินตัวอย่างให้เรียบเสมอกับปากแบบ

6.7 ถอดฐานแบบและแท่งโลหะรองออก นำแบบและดินไปชั่งหาน้ำหนัก เพื่อจะนำไปหาความแน่นชื้น (Wet Density)

6.8 เอากระดาษกรองวางบนฐานแบบ เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเกาะแบบ ติดแผ่นเหล็กประกอบแบบที่มีดินอัดแน่นนี้เข้ากับฐานแบบ โดยให้ปากแบบด้านที่มีดินเสมอปากวางบนฐานแบบ และส่วนที่มีช่องว่างอยู่ด้านบน สำหรับการทดสอบแบบไม่แช่น้ำ ให้ทดสอบตาม ข้อ **6.9** ถึง **6.12**

6.9 วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge) จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุพื้นทาง, วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชิ้น สำหรับวัสดุคันทางทับบนดินตัวอย่างในแบบ

6.10 นำแบบเข้าเครื่องกดทดสอบ ซึ่งมีท่อนกดขนาดพื้นที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ประกอบติดอยู่ จัดให้ผิวหน้าของดินในแบบ แตะสัมผัสกับท่อนกดดังกล่าว จัดเข็มของมาตรวัด ที่จะใช้วัดค่าการจมตัว (Penetration) ให้อยู่ที่จุดศูนย์

6.11 กดท่อนกดในอัตรา 0.05 นิ้วต่อนาที พร้อมกับอ่านค่าน้ำหนักที่ตรงกับค่าการจมตัว 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.125, 0.150, 0.175, 0.200, 0.250, 0.300, 0.350, 0.400, 0.450 และ 0.500 นิ้ว

6.12 เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องกดทดสอบ เก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 4.75 มม.หรือประมาณ 300 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 19.0 มม. แล้วนำไปหาความชื้น สำหรับการทดสอบแบบแช่น้ำให้ทำการทดสอบตาม ข้อ **6.13** ถึง **6.19** เพิ่มเติม

6.13 วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุพื้นทาง.วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชิ้น สำหรับวัสดุคันทางลงบนดินตัวอย่าง ใส่แผ่นวัดการพองตัว สำหรับวัดอัตราการบวมของดิน ซึ่งมีด้ามขัดเกลียวขึ้นลงได้ติดอยู่กลางแผ่น ก่อนวางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักลงบนดินตัวอย่าง จะต้องเอากระดาษรองวางคั่นใต้แผ่นนี้เสียก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ดินติดแน่นกับแผ่นเหล็กหลังจากแช่น้ำแล้ว

6.14 แช่แบบที่เตรียมไว้ในข้อ **6.13** ในภาชนะที่เตรียมไว้ ให้น้ำท่วมแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักประมาณ 1 นิ้ว ใช้มาตรวัดอ่านได้ละเอียด 0.001 นิ้ว ยึดติดกับสามขา แล้ววางบนปากแบบ จัดให้ปลายของมาตรวัดแตะสัมผัสกับก้านของแผ่น วัดการพองตัว เพื่อวัดหาค่าการพองตัวของดินต่อไป

6.15 จดค่าการขยายตัวจากมาตรวัดทุกวัน จนครบ 4 วัน (ถ้าหากค่าการพองตัวคงที่ อาจหยุดอ่านได้ หลังจากแช่น้ำแล้ว 48 ชั่วโมง)

6.16 ยกแบบออกจากน้ำและตะแคงแบบ เพื่อรินน้ำทิ้งและปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 15 นาที เพื่อให้น้ำไหลออกจากแบบ

6.17 นำแบบพร้อมดินไปชั่งหาน้ำหนัก

6.18 ทำการทดสอบตามวิธี ข้อ **6.10** ถึง **6.11**

6.19 เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องกดทดสอบ เก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 4.75 มม.หรือประมาณ 300 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 19.0 มม. แล้วนำไปหาความชื้น

6.20 เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว (Stress VS Penetration) เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์.ต่อไป สำหรับในการเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. จำเป็นจะต้องทำการแก้เส้นกราฟโดยเลื่อนจุดศูนย์ของค่าการจมตัว ในกรณีที่เส้นกราฟหงายเพื่อให้ได้ค่า ซี.บี.อาร์. ที่แท้จริง

6.21 เมื่อได้ค่า ซี.บี.อาร์.ของแต่ละตัวอย่างแล้วเขียนเส้นกราฟ ระหว่างค่า ซี.บี.อาร์. และค่าความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. เป็นร้อยละของการบดอัดที่ต้องการต่อไป

7. การคำนวณ

7.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

W_1 = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

7.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (Wet Density)

$$\gamma_w = \frac{A}{V}$$

เมื่อ γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

A = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม

V = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

7.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + \frac{W}{100}}$$

เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

7.4 คำนวณหาค่าการพองตัว (Swelling)

$$\text{ค่าการพองตัวร้อยละ} = \frac{\text{ค่าการพองตัว (มม.)}}{\text{ความสูงของแท่งตัวอย่าง}}$$

ค่าการพองตัว (มม.) = ผลต่างระหว่างการอ่านค่าที่มาตรวัดครั้งแรกและครั้งสุดท้าย

7.5 คำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์.

ในการคำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์. ให้ถือน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) ดังนี้

ค่าการจมตัว มิลลิเมตร	น้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) กิโลกรัม	ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
2.54 (0.1")	1,360.8 (3,000 lb)	70.3 (1,000 lb/in^2)
5.08 (0.2")	2,041.2 (4,500 lb)	105.46 (1,500 lb/in^2)
7.62 (0.3")	2,585.5 (5,700 lb)	133.59 (1,900 lb/in^2)
10.16 (0.4")	3,129.8 (6,900 lb)	161.71 (2,300 lb/in^2)
12.70 (0.5")	3,538.0 (7,800 lb)	182.81 (2,600 lb/in^2)

หมายเหตุ พื้นที่หน้าตัดของท่อนกด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) คำนวณค่า ซี.บี.อาร์.จากสูตร

$$\text{ซี.บี.อาร์. ร้อยละ} = 100 \times \frac{x}{y}$$

เมื่อ x = ค่าน้ำหนักที่อ่านได้ต่อหน่วยพื้นที่ของท่อนกด (สำหรับค่าการจมตัวที่ 2.54 มม. หรือ 0.1 นิ้ว และที่เพิ่มขึ้นอีกทุกๆ 2.54 มม.)

y = ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กก./ตร.ซม.(จากตารางข้างต้น)

8. การรายงานผล

ในการทำการทดสอบ ซี.บี.อาร์. ให้รายงาน ดังนี้

8.1 ค่า ซี.บี.อาร์.ที่ความแน่นร้อยละ ของความแน่นแห้งสูงสุด (แบบสูงกว่ามาตรฐานหรือแบบมาตรฐาน) ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

8.2 ค่าความแน่นแห้ง ที่ให้ค่า ซี.บี.อาร์.ตามข้อ **8.1** ใช้ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

8.3 ค่าการพองตัว ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

8.4 ค่าอื่นๆ

8.5 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2203 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

เกณฑ์การตัดสินให้เป็นไปตามมาตรฐานงานทาง และไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

10. ข้อควรระวัง

10.1 สำหรับดินจำพวกดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากตากแห้งแล้วให้ทุบด้วยค้อนยาง จนได้ตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

10.2 ในการใช้ตุ้มทำการบดอัด ให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคง แข็งแรง ราบเรียบ เช่น พื้นคอนกรีต ไม่ให้แบบกระดกหรือกระดอนขึ้นขณะทำการบดอัด

10.3 ในการทดสอบหาค่าการจมตัวโดยใช้เครื่องกดทดสอบแบบวงแหวน (Proving Ring) เป็นตัวอ่านน้ำหนัก และใช้มาตรวัดค่าการจมตัวติดที่โครง (Frame) ของเครื่องกดทดสอบ ต้องทำการแก้ค่าการจมตัว เนื่องจากการ

หดตัวของวงแหวน (Proving Ring) โดยหักค่าการหดตัวของวงแหวนออกจากค่าการจมตัว กรณีที่ติดมาตรวัดค่าการจมตัว (Penetration Dial) ที่ท่อนกดไม่ต้องปฏิบัติตามความในข้อนี้

10.4 ในการเขียนกราฟระหว่างค่าน้ำหนักมาตรฐานและค่าการจมตัว จำเป็นจะต้องแก้จุดศูนย์ สำหรับเส้นกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งหงายขึ้น เนื่องจากความไม่ราบเรียบหรือเกิดจากการอ่อนยุ่ยที่ผิวหน้าของตัวอย่างเนื่องจากการแช่น้ำ ให้ทำการแก้โดยลากเส้นตรงให้สัมผัสกับเส้นที่ชันที่สุดของส่วนโค้งของเส้นกราฟไปตัดกับแกนตามแนวราบ คือเส้นที่ลากผ่านค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับศูนย์ ต่อจากนั้นให้เลื่อนค่าศูนย์ของค่าการจมตัวไปที่จุดที่ตัด แล้วจึงหาค่า ซี.บี.อาร์. ที่ปรับค่า (Corrected C.B.R. Value) ต่อไป

10.5 ค่า ซี.บี.อาร์.ที่ได้จากการปรับค่าหรือที่ได้จริงจากการอ่านค่าน้ำหนักมาตรฐาน (True Load Value) ซึ่งคำนวณจากค่าการจมตัวที่ 2.54 มม. (0.1 นิ้ว) และที่ค่าการจมตัว 5.08 มม. (0.2 นิ้ว) เป็นค่า ซี.บี.อาร์.ที่ใช้รายงาน โดยปกติค่าซี.บี.อาร์. ที่มีค่าการจมตัว 2.54 มม. จะต้องมีค่าสูงกว่าค่า ซี.บี.อาร์. ที่มีค่าการจมตัว 5.08 มม. ถ้าหากไม่เป็นดังนั้น คือค่า ซี.บี.อาร์. ที่ 5.08 มม. สูงกว่าที่ 2.54 มม. ให้ทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบใหม่ทั้งหมด แต่ถ้าค่า ซี.บี.อาร์. ที่ได้ยังคงสูงกว่าอีก ให้ใช้ค่า ซี.บี.อาร์. ที่ 5.08 มม.

10.6 ในการทำตัวอย่างเพื่อทดสอบ ในกรณีที่ต้องการบดอัดมากหรือน้อยกว่าที่ต้องการตามวิธีการทดสอบนี้ อาจจะเพิ่มการบดอัดเป็นชั้นละ 75 ครั้ง หรือลดการบดอัดเป็นชั้นละ 8 ครั้ง เพื่อให้ได้ตัวอย่างมากขึ้นในการนำมาเขียนเส้นกราฟ ตามข้อ **6.21** ก็ได้ (หรือตามตัวอย่างการเขียนเส้นกราฟ (มยผ. 2203-57) ก็ได้)

10.7 ตุ้มที่ใช้ทำการบดอัดเพื่อเตรียมตัวอย่างเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. มี 2 ขนาด (ตามข้อ **4.4**) ในการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. โดยวิธีการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐานให้ใช้ตุ้มขนาดเล็ก ส่วนการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. ตามวิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐานให้ใช้ตุ้มขนาดใหญ่

11. เอกสารอ้างอิง

11.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.3 - 2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

11.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 109/2517: วิธีการทดลองเพื่อหาค่า C.B.R.

11.3 Standard Method of Test for Thee California Bearing Ratio; AASHTO Designation: T 193-72

11.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1883 - 99: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory - Compacted Soil

โครงการ .... สถานที่ก่อสร้าง ..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง ..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	**บฟ.มยผ. 2203 - 57** **(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)** **การทดสอบหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)** แบบหมายเลข..... น้ำหนักแบบ..... กก. ปริมาตรแบบ..... ลบ.ซม.	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ

ความแน่นของวัสดุ		ก่อนแช่น้ำ	หลังแช่น้ำ
น้ำหนักแบบ + วัสดุ	กรัม		
น้ำหนักแบบ	กรัม		
น้ำหนักวัสดุ	กรัม		
ความแน่นชื้น	กรัม/ลบ.ซม.		
ความแน่นแห้ง	กรัม/ลบ.ซม.		

ปริมาณความชื้น		บน	กลาง	ล่าง	
ตลับหมายเลข					
น้ำหนักตลับ + วัสดุชื้น	กรัม				
น้ำหนักตลับ + วัสดุแห้ง	กรัม				
น้ำหนักน้ำ	กรัม				
น้ำหนักตลับ	กรัม				
น้ำหนักวัสดุแห้ง	กรัม				
ความชื้นในวัสดุ	%				
ความชื้นในวัสดุเฉลี่ย	%				

การทดสอบหาค่าการจมตัว (PENETRATION TEST) แผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge).....แผ่น.....กก. Proving Ring Us..... พื้นที่หน้าตัดท่อนกด = 19.355 ซม.^{2} กดด้วยความเร็ว 1.27 มม./นาที

วันที่	เวลา	ค่าที่อ่าน (มม.)	การพองตัว (มม.)	การพองตัว (%)	จำนวนวัน	(1) Pene. (มม.)	(2) Dial Reading (มม.)	(3)=(1)-(2) Corr.Pene. (กก.)	Load Reading From (กก.)	Bearing Value (กก./ซม.^{2})	C.B.R. (%)
						0.63					
						1.27					
						1.90					
						2.54					
						3.17					
						3.81					
						4.44					
						5.08					
						6.35					
						7.62					
						8.89					
						10.16					
						11.43					
						12.70					

ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด	%
ความชื้นของวัสดุ	%
ปริมาณน้ำที่เพิ่มเข้าไป	ลบ.ซม.
น้ำหนักวัสดุที่ร่อนผ่านตะแกรง	กรัม
น้ำหนักวัสดุที่ค้างบนตะแกรง	กรัม
ผลรวมของน้ำหนักวัสดุแห้ง	กรัม
ผลรวมของน้ำหนักที่เพิ่มเข้าไป	กรัม

CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) TEST

MATERIAL SOURCE

MOLD NO. WT. gm. NO. OF LAYERS FACTOR

NO. OF BLOWS VOL cc. WT. OF HAMMER gm. DROP cm.

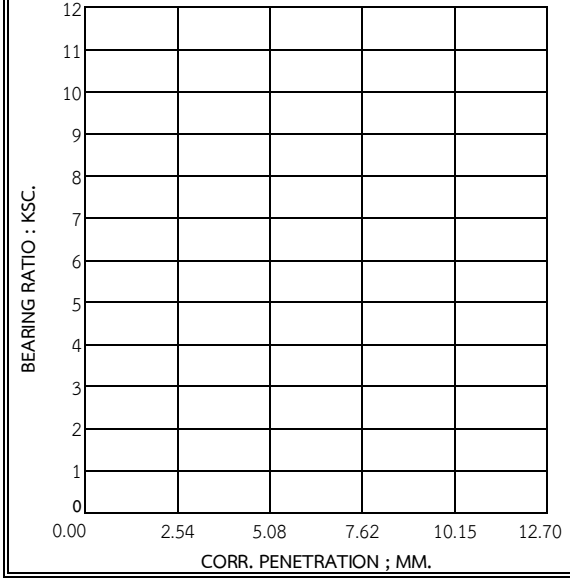
DENSITY		SOAKING BEFORE	SOAKING AFTER
WT. OF MOLD + SOIL	gm.		
WT. OF MOLD	gm.		
WT. OF SOIL	gm.		
WET DENSITY	gm./cc.		
DRY DENSITY	gm./cc.		

WATERCONTENT		TOP	MIDDLE	BOTTOM	
CAN No.					
WT. OF CAN + WET SOIL	gm.				
WT. OF CAN + DRY SOIL	gm.				
WT. OF WATER	gm.				
WT. OF CAN	gm.				
WT. OF DRY SOIL	gm.				
WATER CONTENT	%				
AVERAGE WATER CONTENT	%				

PENETRATION TEST SURCHARGE pcs. = Kg. PROVING RING No.

PISTOLAREA = $cm.^2$ FACTOR =

DATE	TIME	RDG. (mm.)	SWELL (mm.)	SWELL (%)	DAYS	PENE. (mm.)	DIAL RDG. (mm.)	LOAD RDG. (Kg.)	BEARING VALUE (Ksc.)	C.B.R. (%)
						0.63				
						1.27				
						1.90				
						2.54				
						3.17				
						3.81				
						4.44				
						5.08				
						6.35				
						7.62				
						8.89				
						10.16				
						11.43				
						12.70				



OPTIMUM MOISTURE CONTENT = %

ORIGINAL MOISTURE CONTENT = %

REMARKS :

ตัวอย่างการเขียนเส้นกราฟ (บฟ. มยผ. 2203 – 57)

SUMMARY OF RESULTS

Type and No. of test .....C-443.....(G-22).....

Type of material .....Weathering Rock..... To be used for .Subbase Layer.....

Source .....บ่อสุรวิทย์ อ.พุแค จ.สระบุรี..... Stock pile No. .....

Location of sampling .....km. 43+150-43+295 Frontage Rd., RT.....

Tested by .....อวยพร, ขันฤทธิ์..... Dated ....3/5/43.....

Materials		Passing							L.L.	P.L.
		50.0	25.0	19.0	9.5	# 10	# 40	# 200		
A	A-2-4	100.0	91.5	86.7	60.9	30.0	20.8	16.9	28.8	8.3
B	Grade "B"			#4 =	41.0					
Mixed A : B =										

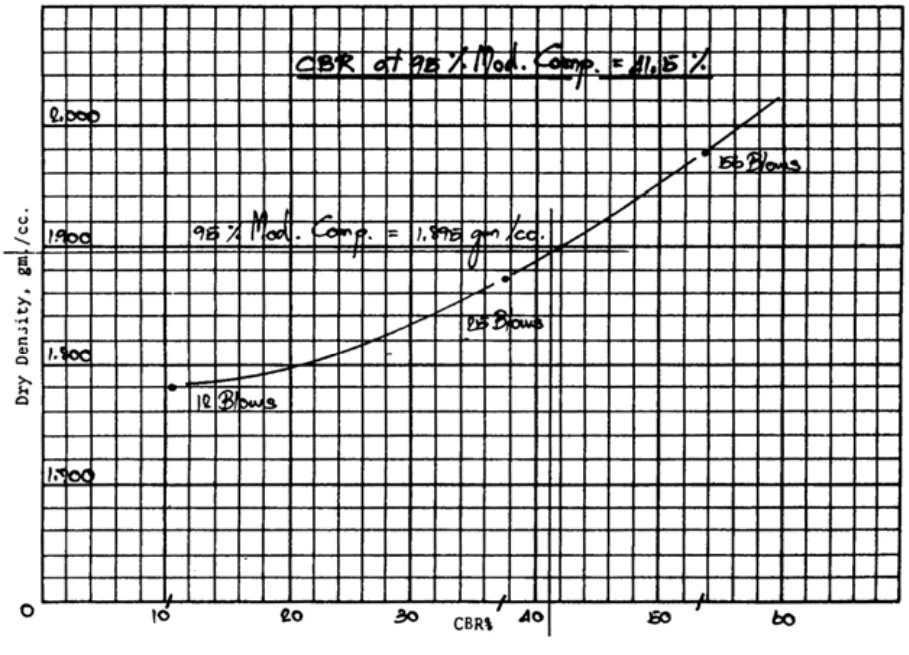
Blow	Density gm/cc.	CBR%	Swell%
8	-	-	-
12	1.780	10.6	0.17
25	1.874	37.5	0.14
56	1.979	53.6	0.10
75	-	-	-

100%.....Mod.....Comp. (มยผ. 2202 – 57) = 1.995..... gm./cc.

95%.....Mod.....Comp. (มยผ. 2202 – 57) = 1.895..... gm./cc.

O.M.C. = ...7.5.....% water content of (molding) CBR = ...7.2.....%

Required CBR .....≥25.0.....% Raise percent compaction .....-.....%



มยพ. 2204 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางที่บดอัดในสนาม (In Place Density) ของวัสดุที่มีเม็ดไม่โตกว่า 50.8 มม. (2 นิ้ว) โดยใช้ทรายแทนที่เพื่อหาปริมาตร

2. นิยาม

"ทราย" หมายถึง ทรายออตตาวาที่เม็ดมีรูปร่างกลมขนาดเท่ากัน ทำให้มวลทรายที่ทดสอบมีความหนาแน่นเท่ากันโดยตลอด และปราศจากการแยกตัวของเม็ดทรายที่มีสาเหตุมาจากขนาดเม็ดทรายแตกต่างกัน

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 ชุดเครื่องมือทดสอบความแน่น (Density Apparatus) แสดงในรูปที่ **1** ประกอบด้วย

3.1.1 ขวด (Jar) ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกโปร่งใส ปริมาตรจุประมาณ 4 ลิตร ตัวขวดมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 160 มม. ปากขวดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม. และมีเกลียวสำหรับต่อกับกรวย

3.1.2 กรวย (Metal Funnel) ทำด้วยโลหะสูงประมาณ 210 มม. ตรงกลางมีลิ้น (Valve) สำหรับปิดเปิดรูทรงกระบอก (Orifice) เส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) ยาว 28.6 มม.(1 1/8 นิ้ว) ปากกรวยบานออก มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 165.1 มม. (6 1/2 นิ้ว) เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 171.5 มม. (6 3/4 นิ้ว) สูง 136.5 มม. (5 3/8 นิ้ว) ปลายอีกข้างหนึ่งมีเกลียว สำหรับต่อกับขวด ขณะทำการทดสอบ รอยต่อระหว่างขวดและกรวยต้องสนิท ในกรณีที่มีช่องว่างหรือเคลื่อนตัวได้ ต้องใส่แหวนยางหรือปะเก็น (Gasket) รองลิ้นจะต้องมีที่บังคับให้หยุดเมื่อเปิด หรือ ปิดจนสุดรูทรงกระบอกแล้ว

3.1.3 แผ่นฐาน (Base Plate) ทำด้วยโลหะขนาด 305 มม. x 305 มม. (12 นิ้ว x 12 นิ้ว) ตรงกลางมีรูกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 165.1 มม. (เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของปากกรวย) มีช่องกว้างประมาณ 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) สำหรับวางปากกรวยให้สนิท ขอบของแผ่นฐานยกสูงขึ้น เพื่อความสะดวกในการเก็บดินตัวอย่าง

หมายเหตุ ชุดเครื่องทดสอบความแน่นนี้ ใช้กับดินตัวอย่างประมาณ 2,800 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร (0.01 ลบ.ฟ.) อาจดัดแปลงชุดเครื่องมือให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นได้แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งานแต่ละชนิด

3.2 ทราย ใช้ทรายออตตาวา (Ottawa Sand) หรือเตรียมจากทรายที่มีในท้องที่หรือวัสดุอื่นใดที่คล้ายทราย ต้องสะอาด แห้ง ไหลได้อย่างอิสระ (Free Flowing) ปราศจากเชื้อประสาน แข็ง กลม ไม่มีรอยแตก ไม่มีเหลี่ยมมุม ขนาดผ่านตะแกรงขนาด 0.85 มม. (เบอร์ 20) และค้างบนตะแกรงขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40) และมีความแน่นแบบบัลค์ (Bulk Density) เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินร้อยละ 1

3.3 เครื่องชั่ง ที่สามารถชั่งได้หนักถึง 10 กก. อ่านได้ละเอียดถึง 1.0 กรัม

3.4 เครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้หนักถึง 500 กรัม อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

3.5 อุปกรณ์ทำให้ดินแห้ง ได้แก่ เตาน้ำมันก๊าด เตาแก๊ส กระทะคั่วดิน เป็นต้น หรืออาจใช้ตู้อบไฟฟ้า ตู้อบน้ำมันก๊าด ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้ดินตัวอย่างแห้ง สำหรับหาปริมาณความชื้นในดินได้

3.6 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น ช้อนตักดิน ตลับบรรจุดิน พร้อมฝาปิด ภาชนะสำหรับใส่ดิน เกรียง สิ่วค้อน อีเตอร์ จอบ พลั่ว แปรงขน แปรงลวด เหล็กปาด ตะแกรงขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ขนาด 2.00 มม. (เบอร์ 10) และขนาด 0.075 มม. (เบอร์ 200) และเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำ เป็นต้น

4. การทดสอบ

4.1 วิธีหาปริมาตรขวด พร้อมกรวย จนถึงรูลิ้นที่ปิด ดำเนินการ ดังนี้

4.1.1 ชั่งน้ำหนักขวดเปล่าพร้อมกรวย

4.1.2 ตั้งขวดเปล่าพร้อมกรวยบนพื้นที่มั่นคง เมื่อได้ระดับแล้วเปิดลิ้นไว้

4.1.3 ใส่น้ำกลั่นลงในกรวย จนกระทั่งระดับน้ำขึ้นท่วมกรวย และไม่มีฟองอากาศค้างอยู่ในขวด แล้วจึงปิดลิ้นให้สนิท และเทน้ำที่ล้นข้างบนออกให้หมด

4.1.4 ถ้าน้ำซึมออกตามบริเวณเกลียวปากขวด ให้ใช้ขี้ผึ้งหรือเทปป้องกันน้ำซึม

4.1.5 เช็ดน้ำที่ติดกรวย หรือข้างขวดให้แห้งแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักเมื่อน้ำเต็มขวด เมื่อนำน้ำหนักในข้อ **4.1.1** มาหักออกจะได้น้ำหนักน้ำเมื่อเต็มขวด ในกรณีที่ทำข้อ **4.1.4** ด้วยให้นำน้ำหนักวัสดุในข้อ **4.1.4** มาหักออกด้วย

4.1.6 วัดอุณหภูมิของน้ำในขวด

4.1.7 ให้ทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของน้ำเต็มขวด โดยแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 3 กรัม และอุณหภูมิของน้ำ เพื่อนำไปหาค่าความแน่นของน้ำตามตารางที่ **1**

4.1.8 คำนวณหาปริมาตรของขวด

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความแน่นของน้ำ

อุณหภูมิ		ปริมาตรของน้ำ ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก
องศาเซลเซียส	องศาฟาเรนไฮต์	ลบ.ซม./กรัม (T)
12	53.6	1.00048
14	57.2	1.00073
16	60.8	1.00103
18	64.4	1.00138
20	68.0	1.00177
22	71.6	1.00221
24	75.2	1.00268
26	78.8	1.00320
28	82.4	1.00375
30	86.0	1.00435
32	89.6	1.00497

หมายเหตุ ให้ทำเครื่องหมายไว้ด้วยว่าเกลียวของขวดและกรวยเคลื่อนตัวหรือไม่ เกลียวต้องไม่ขยับในขณะทดสอบ เพื่อให้ปริมาตรของขวดมีค่าคงที่ตลอดเวลาที่ทดสอบ

4.2 วิธีตรวจสอบความแน่นแบบบัลค์ของทราย (Bulk Densityof Sand) ดำเนินการดังนี้

4.2.1 วางขวดเปล่าที่ประกอบเข้ากับกรวย ซึ่งได้ทำความสะอาดและชั่งเรียบร้อยแล้ว หงายลงบนพื้นที่ราบมั่นคงและได้ระดับ ปิดลิ้นให้สนิทแล้วเททรายใส่ในกรวยจนเต็ม

4.2.2 เปิดลิ้นให้ทรายไหลลงในขวด คอยเติมทรายในกรวย ไม่ให้น้อยกว่าครึ่งของกรวยอยู่ตลอดเวลา ต้องระวังไม่ให้ขวดและกรวยกระเทือน ซึ่งจะทำให้ค่าความแน่นของทรายผิดได้ เมื่อทรายเต็มขวดโดยหยุดไหลแล้ว ให้ปิดลิ้นเททรายที่เหลือในกรวยทิ้ง

4.2.3 ชั่งน้ำหนักขวดพร้อมกรวยและทรายที่บรรจุอยู่เต็มขวด หักออกด้วยน้ำหนักในข้อ **4.1.1** จะได้น้ำหนักของทรายเต็มขวด

4.2.4 ให้ทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของทรายเต็มขวด

4.3 วิธีหาน้ำหนักของทรายที่บรรจุเต็มกรวย ดำเนินการ ดังนี้

4.3.1 ดำเนินการตามข้อ **4.2.1** และข้อ **4.2.2** แล้วชั่งน้ำหนักขวด พร้อมกรวยและทรายที่บรรจุอยู่เต็มขวด

4.3.2 คว่ำกรวยลงบนแผ่นฐาน ให้ปากกรวยตรงกับร่องของแผ่นฐาน โดยแผ่นฐานต้องวางอยู่บนพื้นที่ราบเรียบ สะอาดและตรึงสนิทกับพื้น

4.3.3 เปิดลิ้นให้ทรายไหลจนเต็มกรวยโดยไม่ให้ขวดทรายกระเทือน เมื่อทรายหยุดไหลแล้วจึงปิดลิ้น

4.3.4 นำขวดทรายที่เหลือไปชั่งน้ำหนัก นำมาหักออกจากน้ำหนักที่หาได้ในข้อ **4.3.1** จะได้น้ำหนักของทรายที่บรรจุเต็มกรวย

4.3.5 ให้ทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของทรายที่บรรจุเต็มกรวย

4.4 วิธีหาค่าความแน่นของดินในสนาม ดำเนินการดังนี้

4.4.1 ปรับแต่งพื้นผิวบริเวณที่จะทดสอบให้ราบเรียบ สะอาด

4.4.2 วางแผ่นฐานลงบนพื้นที่จะทดสอบแล้วตรึงแผ่นฐานให้แน่น

4.4.3 เจาะดินตรงรูกลางแผ่นฐานเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ารูกลางของแผ่นฐาน โดยเจาะเป็นแนวดิ่ง ตลอดชั้นวัสดุที่ทดสอบหรือลึกประมาณ 10-15 ซม. แล้วแต่ชนิดของงาน แต่งหลุมให้เรียบร้อย เพื่อให้ทรายไหลลงแทนที่ได้สะดวก

4.4.4 นำดินที่เจาะขึ้นมาทั้งหมดไปชั่งหาน้ำหนัก จะได้น้ำหนักของดินชื้น และภาชนะใส่ดิน เมื่อหักน้ำหนักภาชนะที่ใส่ดินออกแล้ว จะเหลือน้ำหนักรวมของดินชื้น

4.4.5 คลุกดินที่เก็บจากหลุมในภาชนะใส่ดินให้ทั่ว แล้วเก็บใส่ตลับบรรจุดินอย่างน้อย 100 กรัม ปิดฝาตลับแล้วนำไปชั่งและอบให้แห้ง คำนวณหาปริมาณน้ำที่ผสมอยู่ในดินเป็นร้อยละของน้ำหนักดินที่อบแห้ง

4.4.6 คว่ำขวดที่บรรจุทรายอยู่เต็มพร้อมกรวยตามวิธีข้อ **4.3.1** และ **4.3.2** ซึ่งชั่งน้ำหนักไว้แล้วลงบนร่องของแผ่นฐาน เปิดลิ้นให้ทรายไหลลงจนเต็มหลุม โดยไม่ให้ขวดทรายกระเทือน เมื่อทรายหยุดไหลแล้วจึงปิดลิ้น นำขวดทรายที่เหลือไปชั่งน้ำหนัก เก็บทรายสะอาดเพื่อใช้งานต่อไป ส่วนทรายที่ชื้นหรือสกปรกให้นำไปทำความสะอาด นำน้ำหนักในตอนหลังหักออกจากน้ำหนักที่ชั่งได้ก่อนคว่ำกรวย จะได้น้ำหนักของทรายที่ไหลออกไปจากขวด

4.4.7 นำน้ำหนักที่ได้ในข้อ **4.3** ไปหักออกจากน้ำหนักของทรายที่ไหลออกไปจากขวดในข้อ **4.4.6** แล้ว จะได้น้ำหนักทรายที่แทนที่ดินในหลุม

5. การคำนวณ

5.1 ความแน่นแบบบัลค์ของทราย

5.1.1 หาปริมาตรของขวด

$$L = MT$$

เมื่อ L = ปริมาตรของขวด (ลบ.ซม.)

M = น้ำหนักของน้ำเต็มขวด (กรัม)

T = ปริมาตรของน้ำซึ่งหนัก 1 กรัม ที่อุณหภูมิทดสอบ (ตารางที่ 1) (ลบ.ซม./กรัม)

5.1.2 ความแน่นแบบบัลค์ของทราย

$$\gamma_s = \frac{M_1}{L}$$

เมื่อ γ_S = ความแน่นแบบบัลค์ของทราย (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

M_1 = น้ำหนักของทรายเต็มขวด (กรัม)

L = ปริมาตรของขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

5.2 ความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

W_1 = น้ำหนักของดินชื้น (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของดินอบแห้ง (กรัม)

5.3 หาปริมาตรของหลุม

$$V = \frac{M_2}{\gamma_s}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของหลุม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

M_2 = น้ำหนักทรายที่แทนที่ดินในหลุม (กรัม)

γ_S = ความแน่นแบบบัลค์ของทราย (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

5.4 ความแน่นชื้นของดินที่ขุดออกจากหลุม

$$\gamma_w = \frac{P}{V}$$

เมื่อ γ_w = ความแน่นชื้นของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

P = น้ำหนักรวมของดินชื้นที่ขุดออกจากหลุม (กรัม)

V = ปริมาตรของหลุม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

5.5 ความแน่นแห้งของดินที่ขุดออกจากหลุม

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + \frac{W}{100}}$$

เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

γ_w = ความแน่นชื้นของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

5.6 ร้อยละของการบดอัด

$$P_C = \frac{\gamma_d}{\gamma_m} \times 100$$

เมื่อ P_C = ร้อยละของการบดอัด

γ_d = ความแน่นแห้งของดินที่จุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

γ_m = ความแน่นแห้งสูงสุดของดินตัวอย่างชนิดเดียวกับดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) ตามวิธีทดสอบ มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือ มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

6. การรายงานผล

6.1 ให้รายงานชื่อโครงการ สายทาง ชั้นของวัสดุ ชนิดของวัสดุ รายนามเจ้าหน้าที่ที่ทดสอบ วันเวลาที่ทดสอบความแน่นของทรายที่หาได้ ตำแหน่งที่ทดสอบ ความหนาของชั้นต่างๆ ตามสัญญา และความหนาจริงในการก่อสร้างและรายละเอียดอื่นๆ

6.2 ค่าความแน่นของดินให้ใส่ทศนิยม 3 ตำแหน่ง และร้อยละของการบดอัดให้ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

6.3 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2204 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

7. ข้อควรระวัง

7.1 แผ่นฐานที่วางบนพื้นทดสอบต้องตรึงให้แน่น

7.2 พื้นผิวที่ทดสอบควรราบเรียบได้ระดับ สะอาด

7.3 ขณะทดสอบต้องไม่ให้ขวดทรายกระเทือน

7.4 หาค่าความแน่นแบบบัลค์ของทราย อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

7.5 ทรายที่ใช้ทดสอบต้องสะอาดและแห้ง

7.6 ต้องปิดลิ้นก่อนคว่ำขวดทรายทุกครั้ง

7.7 ในขณะขนย้ายเครื่องมือให้อุ้มตัวขวดโดยตรง ห้ามหิ้วที่กรวยเพราะตรงบริเวณลิ้นไม่แข็งแรงอาจขาดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีทรายบรรจุอยู่เต็มขวด

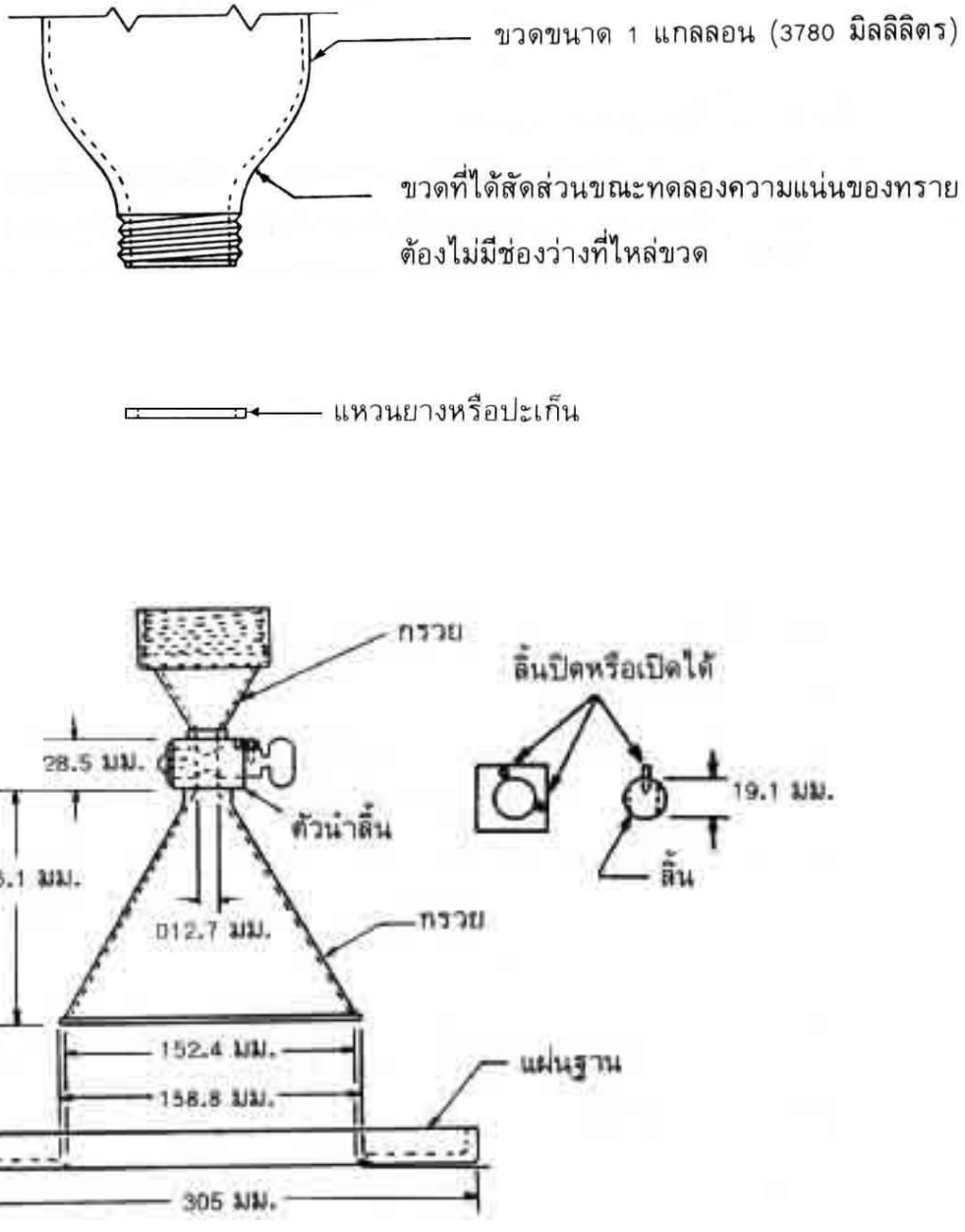
8. เอกสารอ้างอิง

8.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.4-2532: วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

8.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล-ท. 603/2517 วิธีทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนาม โดยใช้ทราย (Sand Cone)

8.3 Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by The Sand-Cone Method; AASHTO Designation: T 191-61 (1974)

8.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1556 - 00: Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method



รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบความแน่น (Density Apparatus)

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อร้าง..... ผู้รับจ้าง ..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	บฟ.มยผ. 2204 - 57 (หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม ความแน่นของทราย ..... กรัม/ซม.^{3} ☐ Std. น้ำหนักทรายในกรวย ..... กรัม ☐ Mod. ความแน่นที่ต้องการ..... ร้อยละ	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ / ผู้ตรวจสอบ / อนุมัติ

ตำแหน่ง	ตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8
	จุดทดสอบ								
	ความหนา ซม.								
น.น.ขวดแก้ว + กรวย + ทราย (กรัม)									
น.น.ขวดแก้ว + กรวย + ทรายที่เหลือ (กรัม)									
น.น.ทรายในหลุม+กรวย (กรัม)									
น.น.ทรายในหลุม (กรัม)									
ปริมาตรหลุมที่ขุด (ซม.^{3})									
น.น.ภาชนะ + วัสดุชื้น (กรัม)									
น.น.ภาชนะ (กรัม)									
น.น.วัสดุชื้น (กรัม)									
ความแน่นของวัสดุชื้น (กรัม/ซม.^{3})									
ตลับหมายเลข									
น.น.วัสดุชื้น + ตลับ (กรัม)									
น.น.วัสดุแห้ง + ตลับ (กรัม)									
น.น.น้ำ (กรัม)									
น.น.ตลับ (กรัม)									
น.น.วัสดุแห้ง (กรัม)									
ความชื้นในวัสดุ (ร้อยละ)									
ความแน่นของวัสดุแห้ง (กรัม/ซม.^{3})									
ความแน่นสูงสุด (กรัม/ซม.^{3})									
ค่าร้อยละของการบดอัดวัสดุ (ร้อยละ)									
ผลการทดสอบ									

โครงการ.....	บฟ.มยผ. 2204 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....	
.....		ผู้ทดสอบ	
สถานที่ก่อร้าง.....	(หน่วยที่ทำการทดสอบ)		
ผู้รับจ้าง	การทดสอบความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม	ผู้ตรวจสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ความแน่นของทราย ..... กรัม/ซม.^{3} ☐ Std.		
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	น้ำหนักทรายในกรวย ..... กรัม ☐ Mod.	อนุมัติ	
	ความแน่นที่ต้องการ..... ร้อยละ		

STATION	SAMPLE	1	2	3	4	5	6	7	8
	DISTANCE m.								
	OFFSET m.								
WT. OF CONTAINER + SAND gm.									
WT. OF CONTAINER + SAND REMAINING gm.									
WT. OFSAND IN HOLE + FUNNEL gm.									
WT. OF SAND IN HOLE gm.									
VOLUME OF SAND cc.									
WT. OF CONTAINER + WETSAMPLE gm.									
WT. OF CONTAINER gm.									
WT. OF WET SAMPLE gm.									
WET DENSITY gm./cc.									
CAN NO.									
WT. OF WET SAMPLE + CAN gm.									
WT. OF DRY SAMPLE + CAN gm.									
WT. OF WATER gm.									
WT. OF CAN gm.									
WT. OF DRY SAMPLE gm.									
WATER CONTENT %									
DRY DENSITY gm./cc.									
MAXIMUM DRY DENSITY gm./cc.									
PERCENT OF COMPACTION %									
RESULTS									
REMARKS									

มยพ. 2205 - 57

มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าขีดเหลวของดิน

2. นิยาม

"ขีดเหลวของดิน" คือ ปริมาณน้ำเป็นร้อยละที่ผสมอยู่ในดิน ซึ่งพอเหมาะที่ทำให้ดินเปลี่ยนจากภาวะพลาสติก (Plastic) มาเป็นภาวะเหลว (Liquid) โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักของเนื้อดินนั้นเมื่ออบแห้ง

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบด้วย

3.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบหรือถ้วยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 มม. (4 1/2 นิ้ว)

3.2 ใบพายกวนดิน (Spatula) ทำด้วยแผ่นโลหะบางไร้สนิม มีปลายมนขนาดยาวประมาณ 75 มม.(3 นิ้ว) กว้าง 19 มม. (3/4 นิ้ว)

3.3 เครื่องมือทดสอบ แบ่งเป็น 2 ชนิด

3.3.1 เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยมือ ประกอบด้วยถ้วยทองเหลืองและที่ยกถ้วย สร้างอย่างถูกต้องตามแบบและขนาดตาม**รูปที่ 1 (ก)**

3.3.2 เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยเครื่องกล เป็นเครื่องมือที่ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีความสูงในการยกถ้วยทองเหลืองและอัตราการตกกระทบพื้น ตามข้อกำหนดของการทดสอบนี้ ขนาดของถ้วยทองเหลืองและขนาดของส่วนที่สำคัญของเครื่อง ต้องสอดคล้องกับที่แสดงไว้ตาม**รูปที่ 1 (ก)** และผลการทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยเครื่องกลนี้ ต้องเหมือนกับผลการทดสอบที่ทดสอบโดยใช้เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยมือ

3.4 เครื่องมือปาดร่องดิน (Grooving Tool) ต้องมีขนาดในส่วนที่สำคัญตาม**รูปที่ 1 (ข)**

3.5 เครื่องวัดระยะ (Gage) ถ้าติดอยู่กับเครื่องมือปาดร่องดินต้องมีขนาดในส่วนที่สำคัญตาม**รูปที่ 1 (ข)** ถ้าแยกส่วนกับเครื่องมือปาดร่องดินจะต้องมีลักษณะเป็นแท่งทำด้วยโลหะหนา 10.00±0.02 มม. (0.394±0.001 นิ้ว) และยาวประมาณ 50.8 มม. (2 นิ้ว)

3.6 ตลับบรรจุดิน (Container) ต้องมีขนาดพอเหมาะทำด้วยโลหะมีฝาปิด เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นขณะก่อนชั่งและระหว่างชั่งหาน้ำหนัก

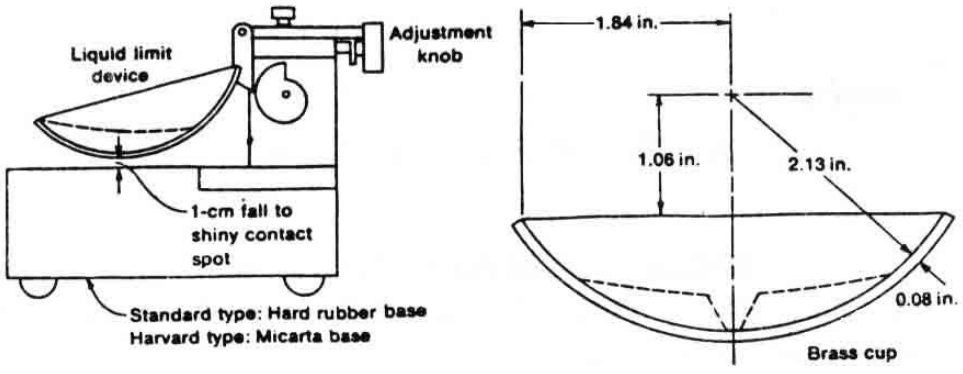
3.7 เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.8 ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลาที่ทำการอบดิน

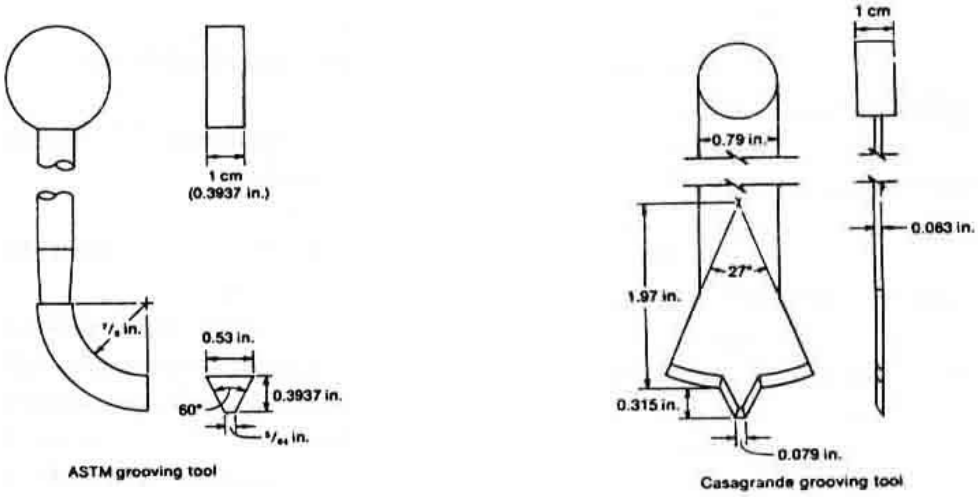
3.9 ถ้วยตวงน้ำ สำหรับตวงน้ำ เพื่อผสมลงในดิน

3.10 เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) ใช้สำหรับแบ่งตัวอย่างดินเพื่อนำมาทดสอบ

3.11 ตะแกรงร่อนขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) และขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40)



รูปที่ 1 (ก) เครื่องมือทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว



รูปที่ 1 (ข) เครื่องมือปาดร่องดิน

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ผึ่งตัวอย่างดินให้แห้งหรืออบให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส คลุกเคล้ากันให้ทั่วแล้วแบ่งออกเป็นสี่ส่วน (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างแบ่งดินให้ได้ตัวอย่าง ซึ่งสามารถร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ได้ประมาณ 300 กรัม

4.2 ถ้าตัวอย่างดินจับกันเป็นก้อน ให้ใช้ค้อนยางทุบเบาๆ พอให้เม็ดดินหลุดออกจากกัน โดยไม่ให้เม็ดดินแตก

4.3 เอาดินที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ส่วนที่ค้างบนตะแกรงให้ทิ้งไปและเอาดินส่วนที่ร่อนผ่านมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 อีกครั้งหนึ่งโดยใช้เวลาร่อนไม่น้อยกว่า 5 นาที

4.4 ดินที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 40 ให้ทิ้งไป ส่วนดินที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 คือ ดินที่จะนำไปใช้ทดสอบต่อไป

5. การทดสอบ

ก่อนทำการทดสอบทุกครั้งให้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทดสอบทั้งหมดว่าอยู่ในสภาพที่ดี มีขนาดถูกต้องตรงตามข้อกำหนด ตาม**รูปที่ 1** เสียก่อน และตรวจดูถ้วยทองเหลืองของเครื่องทดสอบขีดจำกัดเหลวว่ายกได้สูง 1 ซม. แล้วสามารถตกระทบพื้นได้อย่างอิสระหรือไม่ ถ้าไม่ได้ให้ปรับให้ถูกต้อง

5.1 เอาดินที่เตรียมไว้ประมาณ 100 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบเติมน้ำกลั่นที่ปราศจากสารใดๆ เจือปนประมาณ 15 ถึง 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงผสมและกวนให้เนื้อดินและน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้ใบพายกวนดินนวดและเคล้าไปมา เติมน้ำอีกครั้งละ 1-3 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกวนจนดินและน้ำเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที ห้ามใช้ถ้วยทองเหลืองของเครื่องทดสอบขีดเหลวเป็นที่ผสมดินกับน้ำ

5.2 เมื่อผสมน้ำ กวนดินจนเหนียวพอประมาณเคาะได้ 40 ครั้ง ให้ใช้แผ่นกระจกปิดปากถ้วยไว้ แล้วทิ้งไว้รประมาณ 50-60 นาที เพื่อให้ดินชุ่มน้ำตลอดทั่วถึงกัน

5.3 แบ่งดินส่วนหนึ่ง จำนวนพอควร ใส่ลงในถ้วยทองเหลืองของเครื่องมือทดสอบขีดเหลว บริเวณเหนือก้นถ้วยทองเหลืองที่อยู่บนฐาน ใช้พายกวนดินปาดแต่งให้ได้ระดับ และไม่ให้มีฟองอากาศในเนื้อดิน และให้เนื้อดินที่ก้นถ้วยทองเหลืองหนาประมาณ 1 ซม. พยายามปาดแต่งให้น้อยที่สุด ดินส่วนที่เหลือตักออกใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบอย่างเดิม

5.4 จับถ้วยทองเหลืองให้แน่น แล้วใช้เครื่องมือปาดร่องดิน ปาดดินให้เป็นร่องตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของถ้วยทองเหลือง โดยลากตัดไปมาจนร่องที่ได้สะอาดและเหลี่ยมมุมคม ขนาดของร่องต้องถูกต้อง เพื่อไม่ให้ร่องดินฉีกขาดหรือดินในถ้วยทองเหลืองเลื่อนไถล ให้ค่อย ๆ ลากเครื่องมือปาดร่องดินไปมาโดยเพิ่มความลึกลงในเนื้อดินทีละน้อย แต่ต้องไม่ปาดไปมาเกิน 6 ครั้ง โดยครั้งสุดท้ายเครื่องมือปาดร่องดินจะขูดผิวของก้นถ้วยทองเหลืองพอดี

5.5 หมุนเคาะถ้วยทองเหลืองด้วยอัตราเร็ว 2 ครั้งต่อวินาที จนดินสองข้างของร่องเลื่อนมาชนกันที่ก้นถ้วยทองเหลืองยาวประมาณ 12.7 มม. (0.5 นิ้ว) บันทึกจำนวนครั้งที่เคาะไว้ การทดสอบในข้อ 5.3 ถึง 5.5 นี้ต้องใช้เวลาไม่เกิน 3 นาที

5.6 ให้เก็บตัวอย่างดินตรงที่เลื่อนมาชนกันตลอดแนวความกว้างของดินที่ตั้งฉากกับร่องดิน ใส่ลงตลับบรรจุดินนำไปชั่งทันที บันทึกน้ำหนักไว้ อบดินในตลับจนแห้งด้วยอุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วนำไปชั่งบันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้ น้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของน้ำที่ระเหยออกไป การชั่งน้ำหนักดินในข้อนี้ต้องอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.7 เอาดินที่เหลือในถ้วยทองเหลืองใส่กลับลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ แล้วเติมน้ำผสมลงไปกวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนถ้วยทองเหลืองและเครื่องมือปาดร่องดิน ให้ล้างและเช็ดให้แห้ง

5.8 ทำการทดสอบตามข้อ **5.3** ถึงข้อ **5.7** ทั้งสิ้น 4 ครั้ง ด้วยการเพิ่มน้ำลงในดิน เพื่อให้เหลวมากขึ้นในการทดสอบครั้งถัดไป โดยให้การหมุนเคาะถ้วยทองเหลืองในการทดสอบแต่ละครั้งในอัตรา 35-40, 25-35, 20-30, 15-25 ครั้ง คือ ให้เคาะต่างกันประมาณ 5-7 ครั้ง ถ้าหมุนเคาะน้อยกว่า 15 ครั้ง หรือมากกว่า 40 ครั้ง ถือว่าการทดสอบนั้นใช้ไม่ได้

5.9 ในกรณีที่ผสมดินเหลวไป ให้เกลี่ยดินออกเป็นชั้นบางๆ แล้วผึ่งลมไว้ชั่วครู่จนดินแห้งตามต้องการ อย่าทิ้งไว้ให้แห้งจนแข็ง ห้ามใช้วิธีเอาดินแห้งผสมเพิ่มลงไปในดินเหลว

6. การคำนวณ

คำนวณปริมาณน้ำที่ผสมอยู่ในดินเป็นร้อยละของน้ำหนักต่อน้ำหนักดินอบแห้ง ดังนี้

$$\text{ความชื้นเป็นร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{\text{น้ำหนักของดินอบแห้ง}} \times 100$$

7. การรายงานผล

7.1 เขียนโฟลว์เคิฟ (Flow Curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในเนื้อดินและจำนวนครั้งของการหมุนเคาะในการทดสอบลงบนกระดาษกราฟกึ่งลอการิทึม (Semi-Logarithmic Graph) โดยให้แกนตั้งแสดงค่าความชื้นในเนื้อดินเป็นร้อยละและจำนวนครั้งที่เคาะอยู่บนแกนนอน ซึ่งเป็นมาตราลอการิทึม (Logarithmic) โฟลว์เคิฟควรเป็นเส้นตรงที่ลากผ่านหรือใกล้จุดที่ได้บนกระดาษกราฟ มากจุดที่สุด

7.2 ค่าขีดเหลว คือ ความชื้นเป็นร้อยละ (Percentage of Moisture) ตรงจุดที่โฟลว์เคิฟมีจำนวนครั้งที่หมุนเคาะเท่ากับ 25 ครั้ง

7.3 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2205 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.) โดยใช้ทศนิยมจำนวน 2 ตำแหน่ง

8. ข้อควรระวัง

8.1 ในดินบางชนิดที่มีค่า **“ดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index : P.I.)”** ต่ำ การเลื่อนตัวของดินมาชนกันในถ้วยทองเหลืองขณะทดสอบ อาจมีลักษณะชนกันเฉยๆ ไม่เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถใช้ใบพายกวนดินเขี่ยให้แยกออกจากกันได้ ต้องเพิ่มน้ำลงผสมในเนื้อดิน แล้วทำการทดสอบใหม่

8.2 การเตรียมตัวอย่างดิน ก่อนการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ต้องบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันให้หมดโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตกและไม่อบตัวอย่างดินเกินอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

8.3 เมื่อสิ้นสุดการเคาะดินแต่ละการทดสอบ ให้รีบเก็บตัวอย่างดินแล้วชั่งเพื่อหาความชื้นทันที เพราะน้ำในดินจะระเหยทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อนได้

8.4 ห้ามผสมดินในถ้วยทองเหลืองของเครื่องมือทดสอบขีดเหลว ให้ผสมในถ้วยกระเบื้องเคลือบเท่านั้น

8.5 ในขณะทำการทดสอบให้วางเครื่องทดสอบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง และจับยึดเครื่องมือทดสอบไม่ให้เคลื่อนที่ขณะหมุนเคาะถ้วยทองเหลือง

8.6 น้ำที่ใช้ผสมดินทดสอบ ต้องบริสุทธิ์ สะอาดปราศจากสารใดๆ ที่สามารถทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อน

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.5-2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

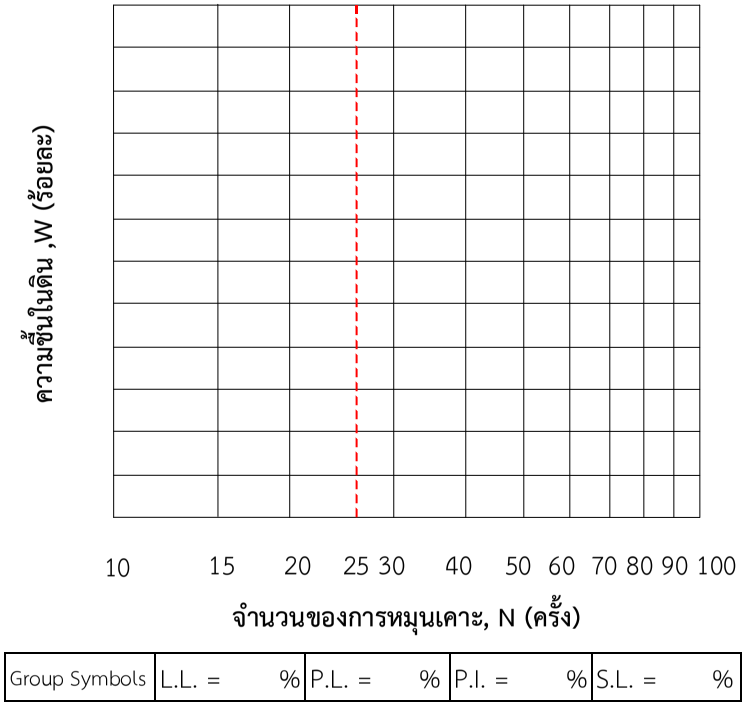
9.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 102/2515: วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน

9.3 Standard Method of Test for Determining The Liquid Limit of Soils; AASHTO Designation: T 89-76

9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 4318 - 00: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้าง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... วันที่ทดสอบ.....แผ่นที่.....	**บฟ.มยผ. 2205 - 57** (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาค่าแอตเตอร์เบิร์กและค่าขีดหดตัว ลักษณะดิน.....หลุมที่..... ความลึก.....เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ, Gs.....	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ

การทดสอบ		ค่าขีดเหลว (Liquid Limit)			ค่าขีดพลาสติค (Plastic Limit)			ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit)		
ครั้งที่		1	2	3	1	2	3	1	2	3
ตลับบรรจุดินหมายเลข										
จำนวนของการหมุนเคาะ	(ครั้ง)									
น้ำหนักดินชื้น + ตลับ	(กรัม)									
น้ำหนักอบแห้ง + ตลับ	(กรัม)									
น้ำหนักน้ำ	(กรัม)									
น้ำหนักตลับบรรจุดิน	(กรัม)									
น้ำหนักดินอบแห้ง, W_S	(กรัม)									
ความชื้นในดิน, W	ร้อยละ									
ปริมาตรของดินชื้น, V	(ซม.^{3})									
ปริมาตรดินอบแห้ง, V_O	(ซม.^{3})									
การหดตัวเชิงปริมาณ										
(Shrinkage Vol) V_O - V	(ซม.^{3})									
ค่าขีดหดตัว, SL	(ซม.^{3})									



Group Symbols	L.L. = %	P.L. = %	P.I. = %	S.L. = %

มยผ. 2206 - 57

มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าขีดพลาสติกของดิน

2. นิยาม

"ขีดพลาสติกของดิน" หมายถึง ปริมาณน้ำจำนวนน้อยที่สุด ที่วัดโดยกรรมวิธีทดสอบที่จะกล่าวต่อไป ซึ่งยังคงทำให้ดินมีสภาพเป็นพลาสติก โดยมีค่าเป็นร้อยละของน้ำต่อน้ำหนักดินอบแห้ง

"ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index : P.I.) ของดิน" หมายถึง ปริมาณน้ำในดินช่วงหนึ่ง ซึ่งดินนั้นยังคงสภาพเป็นพลาสติก มีค่าเป็นผลต่างระหว่างค่าขีดเหลวกับขีดพลาสติกของดินนั้น

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบหรือถ้วยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สำหรับใส่ดินกวนผสมกับน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 มม. (4 1/2 นิ้ว)

3.2 ใบพายกวนดิน (Spatula) ทำด้วยแผ่นโลหะบางไร้สนิม มีปลายมนขนาดยาวประมาณ 75 มม. (3 นิ้ว) กว้าง 19 มม. (3/4นิ้ว)

3.3 พื้นผิวเรียบสำหรับคลึงดิน อาจใช้แผ่นกระจกเรียบหรือแผ่นวัสดุพื้นผิวเรียบไม่ดูดซึมน้ำในขณะคลึงตัวอย่างดิน

3.4 ตลับบรรจุดินต้องมีขนาดพอเหมาะทำด้วยโลหะมีฝาปิด เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นขณะก่อนชั่งและระหว่างชั่งหาน้ำหนัก

3.5 เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.6 ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียล (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลาที่ทำการอบดิน

3.7 ตะแกรงร่อนดินขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) และขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40)

4. การเตรียมตัวอย่าง

ดำเนินการตามวิธีการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลวตาม บฟ.มยผ. 2205 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

5. การทดสอบ

5.1 เอาดินตัวอย่างที่เตรียมไว้ประมาณ 20 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบเติมน้ำกลั่นลงแล้วกวนให้ทั่วจนเป็นเนื้อเดียวกันและเหนียวพอที่จะปั้นเป็นก้อนได้ แบ่งดินนั้นมาประมาณ 8 กรัม คลึงให้เป็นรูปลักษณะแท่งกลมยาวหรือเส้นยาว (Ellipsoidal Shape)

5.2 นวดและคลึงดินรูปลักษณะแท่งกลมยาวนั้น บนผิวพื้นเรียบสำหรับคลึงดินที่วางราบอยู่ด้วยนิ้วมือ ให้กดดินด้วยแรงพอสมควรจนดินมีลักษณะเป็นเส้นยาวและมีเส้นผ่านศูนย์กลางสม่ำเสมอกันตลอดเส้นด้วยอัตราการคลึงไปมาระหว่าง 80-90 เที่ยวต่อนาที โดยถือว่าการคลึงไปและกลับเป็นหนึ่งเที่ยว

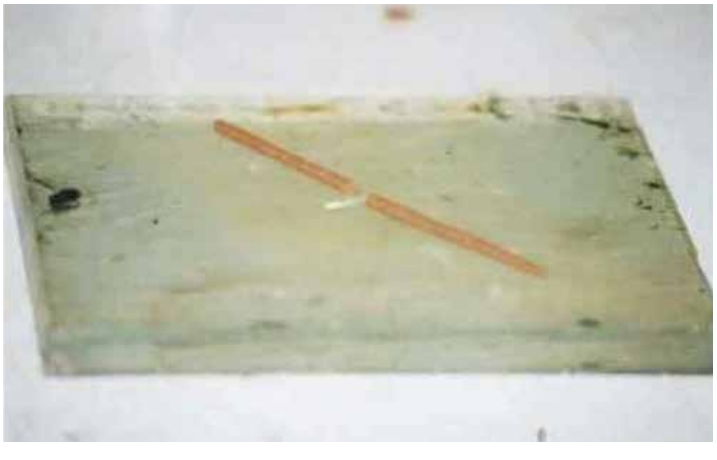
5.3 เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของดินที่คลึงมีขนาด 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) แล้วตัวอย่างดินยังไม่แตก ให้ตัดดินนี้ออกเป็น 6 ถึง 8 ส่วน บีบนวดเข้าด้วยกันด้วยนิ้วมือจนดินเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน คลึงให้เป็นรูปลักษณะแท่งกลมยาว แล้วทำตามข้อ **5.2** ซ้ำใหม่ ดูรูปที่ **1** การคลึงดินเพื่อหาขีดพลาสติก



รูปที่ 1 การคลึงดินเพื่อหาขีดพลาสติก

5.4 เมื่อคลึงจนดินมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) แล้วดินแตกร้าวออก ไม่สามารถคลึงให้เป็นเส้นต่อเนื่องกันได้ ให้รวบรวมตัวอย่างดินที่แตกทั้งหมดใส่ลงตลับบรรจุดินปิดฝาทันที แล้วนำไปชั่งบันทึกน้ำหนักไว้แล้วเอาไปอบที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนแห้ง นำไปชั่งใหม่บันทึกน้ำหนักดินแห้งไว้ น้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในดิน การชั่งน้ำหนักให้อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.5 การแตกของดินในข้อ **5.4** มีหลายลักษณะแล้วแต่ชนิดของดิน อาจแตกร่วนเป็นก้อนเล็กๆ อาจลอกออกเป็นชั้นๆ จากปลายทั้งสองข้างเข้าหาส่วนกลางจนแตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ เป็นต้น ตามรูปที่ **2** ตัวอย่างดินแท่งกลมยาว



รูปที่ 2 ตัวอย่างดินแท่งกลมยาว

5.6 สำหรับดินเหนียวมากๆ (Heavy Clay Soil) ต้องใช้แรงกดในการคลึงมาก โดยเฉพาะเมื่อใกล้จะแตก แต่เมื่อคลึงจนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) แล้วดินเหนียวยังไม่แตกให้ลดแรงกดหรืออัตราความเร็วของการคลึงลง หรือลดทั้งสองอย่าง แล้วคลึงต่อไปโดยไม่ทำให้เส้นดินชิ้นเล็กลง จนในที่สุดดินเหนียวจะขาดออกเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 6.4 มม. ถึง 9.5 มม. (1/4 นิ้ว ถึง 3/8 นิ้ว)

5.7 สำหรับดินเหนียวที่อ่อนมาก (Very Soft Clay) ให้คลึงเป็นรูปไข่ยาวในตอนเริ่มการทดสอบให้มีขนาดใกล้เคียงเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) ได้ เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดิน

5.8 ในกรณีที่คลึงดินจนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) หรือใหญ่กว่าเล็กน้อยแล้วดินนั้นแตก ถ้าดินนั้นเคยคลึงให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) ได้มาก่อน ให้ถือว่าดินนั้นแตกที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว)

5.9 ในการคลึงให้ดินเป็นเส้น ให้คลึงด้วยแรงกดและอัตราความเร็วสม่ำเสมอคงที่ ห้ามเร่งเพื่อให้ดินแตกเมื่อมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว)

5.10 ต้องทำการทดสอบอย่างน้อยตัวอย่างละ 2 ครั้ง และผลต่างของผลที่ได้จะต้องต่างกันไม่เกินร้อยละ 2

6. การคำนวณ

คำนวณค่าขีดพลาสติก เป็นร้อยละของน้ำที่ผสมอยู่ในดินที่อบแห้ง ดังนี้

$$\text{ขีดพลาสติก (ความชื้นเป็นร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{\text{น้ำหนักของดินอบแห้ง}} \times 100$$

ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก เป็นผลต่างระหว่างขีดเหลวกับขีดพลาสติกของดินนั้น คำนวณ ดังนี้

ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (P.I.) = ค่าขีดเหลว (L.L.) – ขีดพลาสติก (P.L.)

7. การรายงานผล

ให้รายงานเป็นค่าขีดพลาสติก และค่าดัชนีความเป็นพลาสติก นอกจากดินมีสภาพต่อไปนี้

7.1 ให้รายงานค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นนอน-พลาสติก (Non-Plastic) เมื่อไม่สามารถวัดค่าขีดเหลว หรือขีดพลาสติก

7.2 เมื่อค่าขีดพลาสติกเท่ากับหรือมากกว่าค่าขีดเหลว ให้รายงานค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นนอน-พลาสติก

7.3 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2206 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.) โดยใช้ทศนิยมจำนวน 2 ตำแหน่ง

8. ข้อควรระวัง

8.1 ในการคลึงให้ดินเป็นรูปลักษณะแท่งกลมยาว ให้คลึงด้วยแรงกดและอัตราเร็วสม่ำเสมอและคงที่ ห้ามเร่งเพื่อให้ดินแตก

8.2 เมื่อคลึงดินแตกแล้ว ให้รีบชั่งหาน้ำหนักทันที ก่อนที่น้ำจะระเหยหายไป

8.3 ดินที่มีค่าดัชนีความเป็นพลาสติกต่ำ ให้แต่งดินเป็นแท่งยาวก่อนคลึงและน้ำหนักนิ้วที่กดขณะคลึงต้องเบา และให้คอยซับน้ำที่เยิ้มออกจากตัวอย่างดินมาติดแผ่นผิวเรียบ

8.4 ตัวอย่างดินที่มีทรายปนมากอาจเป็นพวกนอน-พลาสติกให้ทดลองหาค่าขีดพลาสติกก่อนเพื่อประหยัดเวลา

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.6-2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาติก (Plastic Limit : P.L.)

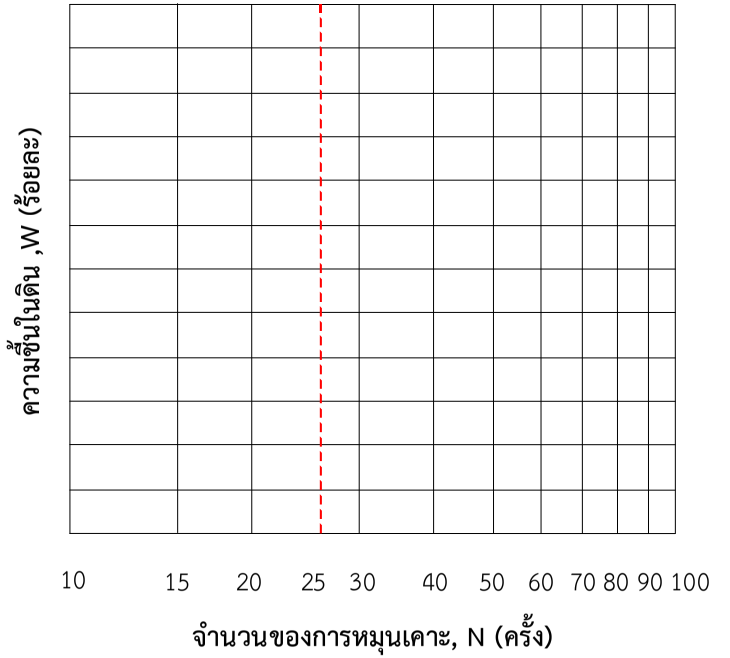
9.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 103/2515: วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (PL) ของดินและ Plastic Index (PI) ของดิน

9.3 Standard Method for Determining The Plastic Limit And Plasticity Index of Soils; AASHTO Designation: T 90-70

9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 4318 - 00: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้าง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... วันที่ทดสอบ.....แผ่นที่.....	**บฟ.มยผ. 2206 - 57** (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาค่าแอตเตอร์เบิร์กและค่าขีดหดตัว ลักษณะดิน.....หลุมที่..... ความลึก.....เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ, Gs.....	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ

การทดสอบ		ค่าขีดเหลว (Liquid Limit)			ค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit)			ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit)		
ครั้งที่		1	2	3	1	2	3	1	2	3
ตลับบรรจุดินหมายเลข										
จำนวนของการหมุนเคาะ	(ครั้ง)									
น้ำหนักดินชื้น + ตลับ	(กรัม)									
น้ำหนักอบแห้ง + ตลับ	(กรัม)									
น้ำหนักน้ำ	(กรัม)									
น้ำหนักตลับบรรจุดิน	(กรัม)									
น้ำหนักดินอบแห้ง, W_S	(กรัม)									
ความชื้นในดิน, W	ร้อยละ									
ปริมาตรของดินชื้น, V	(ซม.^{3})									
ปริมาตรดินอบแห้ง, V_O	(ซม.^{3})									
การหดตัวเชิงปริมาณ										
(Shrinkage Vol) V_O - V	(ซม.^{3})									
ค่าขีดหดตัว, SL	(ซม.^{3})									



Group Symbols	L.L. = %	P.L. = %	P.I. = %	S.L. = %

มยพ. 2207 - 57

มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆ ของดิน ดังนี้

1.1 ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit)

1.2 ค่าอัตราส่วนการหดตัว (Shrinkage Ratio)

1.3 ค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร (Volumetric Change)

1.4 ค่าการหดตัวเชิงเส้น (Linear Shrinkage)

2. นิยาม

"ค่าขีดหดตัว" หมายถึง จำนวนความชื้น (Water Content) มากที่สุดที่ผสมในดิน ซึ่งเมื่อความชื้นดังกล่าวลดลงแล้ว ไม่ทำให้ปริมาตรรวมของมวลดินลดลงตามด้วย

"ค่าอัตราส่วนการหดตัว" หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของดินที่เปลี่ยนแปลง และความชื้นในดินที่เปลี่ยนแปลง โดยค่าทั้งสองต้องสอดคล้องกันเหนือค่าขีดหดตัว

"ค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร" หมายถึง ค่าปริมาตรของมวลดินที่ลดลง เมื่อความชื้นลดลงจากร้อยละของความชื้นที่หาได้จนถึงขีดหดตัว

"ค่าการหดตัวเชิงเส้น" หมายถึง ค่าการหดตัวของมิติใดมิติหนึ่งของมวลดิน เมื่อความชื้นในดินนั้นลดลงจากร้อยละของความชื้นที่หาได้จนถึงค่าขีดหดตัว

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ

3.1.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับผสมดินหรือถ้วยในลักษณะเดียวกันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 115 มม. (4 1/2นิ้ว)

3.1.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 มม. (6 นิ้ว)

3.2 ใบพายกวนดิน (Spatula) ใบพายกวนดินหรือใบมีดบาง มีใบพายหรือใบมีดยาว 75 มม. (3 นิ้ว) กว้าง 19 มม. (3/4 นิ้ว)

3.3 ภาชนะกระเบื้องเคลือบหรือโลหะเคลือบ (Shrinkage Dish) มีฐานราบและเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 45 มม. (1 3/4 นิ้ว) สูงประมาณ 12.7 มม. (1/2 นิ้ว)

3.4 เหล็กปาด (Straight Edge) ทำด้วยเหล็กยาวประมาณ 100 มม. (4 นิ้ว)

3.5 ถ้วยแก้ว (Glass Cup) เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50.8 มม. (2 นิ้ว) สูง 25 มม. (1 นิ้ว) ขอบปากถ้วยแก้วราบเรียบและขนานกับฐาน

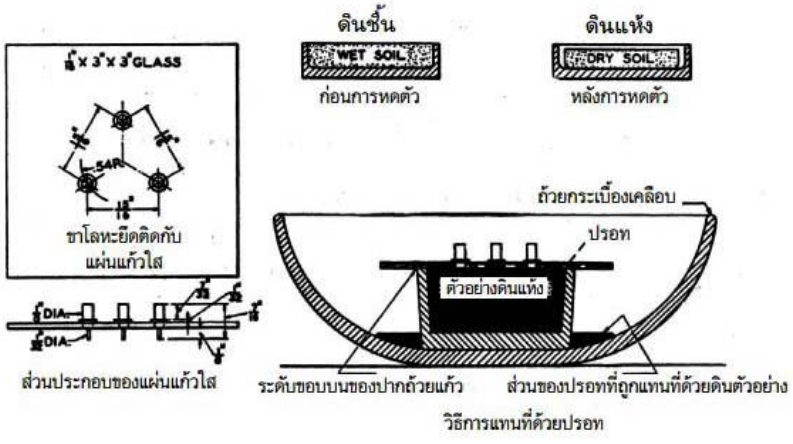
3.6 แผ่นแก้วใส (Transparent Plate) มีขาโลหะ 3 ขา สำหรับกดตัวอย่างดินให้จมลงในปรอท

3.7 กระบอกตวง (Glass Graduate) ขนาดความจุ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร และอ่านได้ละเอียดถึง 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.8 เครื่องชั่ง (Balance) สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.9 ปรอท (Mercury) จำนวนมากพอที่จะใส่ในถ้วยแก้ว (ข้อ **3.5**) ได้เต็มจนล้น

3.10 ตู้อบ (Oven) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) เพื่ออบดินให้แห้งได้



Metric Equivalents

in	1/32	1/16	1/ 8	7/ 32	7/16	15/16	3
mm.	0.8	1.6	3.2	5.6	11.1	23.8	76.2

รูปที่ 1 เครื่องมือสำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว

4. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

เตรียมโดยนำตัวอย่างดินมาร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40) คลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วแบ่งดินประมาณ 30 กรัม มาใช้ทดสอบ

5. การทดสอบ

5.1 ผสมตัวอย่างดินในถ้วยกระเบื้องเคลือบ สำหรับผสมดินด้วยน้ำให้ทั่วถึงด้วยปริมาณน้ำที่เพียงพอที่จะแทนที่ช่องว่าง (Void) ระหว่างเม็ดดินทั้งหมดได้และเหลวพอที่จะบรรจุลงในภาชนะกระเบื้องเคลือบ โดยปราศจากฟองอากาศ จำนวนน้ำที่ต้องผสมดินร่วนเพื่อให้เหลวตามต้องการนั้น จะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าขีดเหลว (Liquidl Limit) และจำนวนน้ำที่ต้องใส่ผสมกับดินเหนียว เพื่อให้เหลวตามต้องการอาจมากกว่าค่าขีดเหลวถึงร้อยละ 10

5.2 ทาด้านในของภาชนะกระเบื้องเคลือบ ด้วยขี้ผึ้งหรือน้ำมันหล่อลื่นเพียงบางๆ เพื่อป้องกันมิให้ดินติดภาชนะ ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้วประมาณ 1/3 ของปริมาตรของภาชนะลงกลางภาชนะและค่อยๆ เคาะภาชนะบนพื้นที่ราบเรียบรองด้วยกระดาษซับหลาย ๆ ชั้นหรือวัสดุที่คล้ายกันจนดินไหลไปชนด้านข้างของภาชนะ ใส่ดินจำนวนเท่าๆ กับครั้งแรกลงในภาชนะอีก และเคาะจนดินแน่นและฟองอากาศลอยขึ้นมาบนผิวจนหมดแล้วเติมดินจำนวนมากกว่าคราวก่อนเล็กน้อยลงในภาชนะและเคาะจนดินเต็ม และล้นขอบภาชนะเล็กน้อยปาดดินที่ล้นออกด้วยเหล็กปาดและเช็ดดินที่ติดอยู่ข้างๆ ภาชนะออกให้หมด

5.3 ชั่งภาชนะที่มีดินบรรจุอยู่เต็มทันทีและบันทึกไว้ เป็นค่าน้ำหนักของภาชนะและดินชื้น ปล่อยให้ตัวอย่างดินในภาชนะแห้งที่อุณหภูมิของห้องทดสอบ จนกระทั่งสีของตัวอย่างดินจางลงแล้วอบในตู้อบด้วยอุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนแห้ง แล้วชั่งและบันทึกไว้เป็นน้ำหนักของภาชนะและดินแห้ง หาน้ำหนักของภาชนะเปล่าและบันทึกไว้ สำหรับปริมาตรของภาชนะหาได้โดยใส่ปรอทลงในภาชนะจนล้น แล้วเอาปรอทส่วนที่เกินออกโดยกดแผ่นกระจกเรียบบนปากภาชนะจนสนิท วัดปริมาตรปรอทที่อยู่ในภาชนะโดยเทลงในกระบอกตวงบันทึกปริมาตรภาชนะไว้ซึ่งเป็นปริมาตรของตัวอย่างดินชื้น (V)

5.4 หาปริมาตรของดินอบแห้งได้โดยให้ดินอบแห้งแทนที่ปรอทในถ้วยแก้วที่บรรจุปรอทอยู่เต็ม (ดูรูปที่ **1**) ดังนี้ ใส่ปรอทในถ้วยแก้วจนเต็มล้น และให้เอาปรอทส่วนเกินออกโดยการกดแผ่นแก้วใสที่มีขาโลหะ 3 ขา อยู่ด้านบนปากถ้วยแก้วให้สนิท และเช็ดปรอทที่ติดข้างถ้วยแก้วออกให้หมด วางถ้วยแก้วที่บรรจุปรอทเต็มนี้ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ แล้ววางตัวอย่างดินอบแห้งบนผิวปรอท และกดให้ตัวอย่างดินจมลงในปรอทด้วยความระมัดระวังด้วยแผ่นแก้วใสที่มีขาโลหะ 3 ขา จนกระทั่งแผ่นแก้วใสกดสนิทขอบปากแก้ว ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ใต้ตัวอย่างดิน หาปริมาตรของปรอทที่ถูกแทนที่ด้วยตัวอย่างดิน โดยใช้กระบอกตวงปรอทที่ล้นออกมาแล้วบันทึกปริมาตรไว้ ซึ่งเป็นปริมาตรของดินอบแห้ง (Vo)

6. การคำนวณ

6.1 คำนวณหาจำนวนความชื้น (Water Content) ขณะใส่ดินลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นร้อยละของน้ำหนักดินอบแห้ง ได้จากสูตร

$$w = \frac{W - Wo}{Wo} \times 100$$

เมื่อ w = จำนวนความชื้นเป็นร้อยละขณะใส่ดินลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ

W = น้ำหนักของดินชื้น หาได้โดยหักน้ำหนักภาชนะกระเบื้องเคลือบออกจากน้ำหนักภาชนะและดินที่บรรจุอยู่เต็มภาชนะ หน่วยเป็นกรัม

Wo = น้ำหนักของดินแห้ง หาได้โดยหักน้ำหนักภาชนะกระเบื้องเคลือบออกจากน้ำหนักภาชนะและดินชื้นอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

6.2 คำนวณหาค่าขีดหดตัว : ได้จากสูตร

$$S = w\left\{\frac{(V - Vo)}{Wo}\gamma_{water} \times 100\right\}$$

เมื่อ S = ขีดหดตัว

w = จำนวนความชื้นเป็นร้อยละ จากข้อ **6.1**

V = ปริมาตรของดินชื้น หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

Vo = ปริมาตรของดินแห้ง หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

γ_{water} = น้ำหนักของน้ำต่อหน่วยปริมาตร หน่วยเป็นกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

Wo = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

6.3 คำนวนหาค่าอัตราส่วนการหดตัว : (R) ได้จากสูตร

$$R = \frac{Wo}{Vo \times \gamma_{water}}$$

เมื่อ R = อัตราส่วนการหดตัว
Wo = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม
Vo = ปริมาตรของดินแห้ง หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร
γ_{water} = น้ำหนักของน้ำต่อหน่วยปริมาตร หน่วยเป็นกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

6.4 คำนวนหาค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร : (Vc)

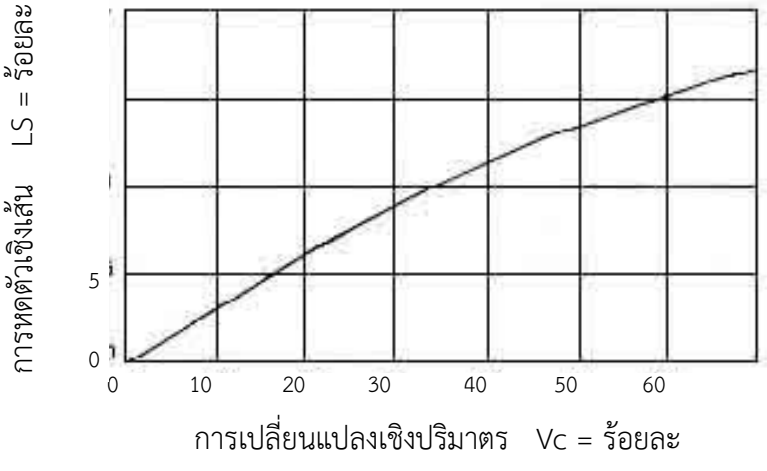
$$Vc = (w - S)R$$

เมื่อ Vc = การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร
w = จำนวนความแน่นชื้นเป็นร้อยละของดินในสภาพใดสภาพหนึ่ง
S = ค่าขีดจำกัดการหดตัว
R = อัตราส่วนการหดตัว

6.5 คำนวนหาค่าการหดตัวเชิงเส้น : (LS) ได้จากสูตร

$$LS = 100\left[1 - \sqrt[3]{\frac{100}{Vc + 100}}\right]$$

หรือหาได้จากเส้นกราฟ ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Vc และ LS

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2207 - 57 : มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)

8. เอกสารอ้างอิง

8.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.7-2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)

8.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 104/2515: วิธีการทดลองหาค่า Shrinkage Factors

8.3 Standard Method for Determining The Shrinkage Factors of Soil; AASHTO Designation: T 92-68

8.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 427 - 04: Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Mercury Method.

โครงการ.....

.....

สถานที่ก่อสร้าง.....

ผู้รับจ้าง.....

ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....

วันที่ทดสอบ.....แผ่นที่.....

บฟ.มยผ. 2207 - 57

(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)

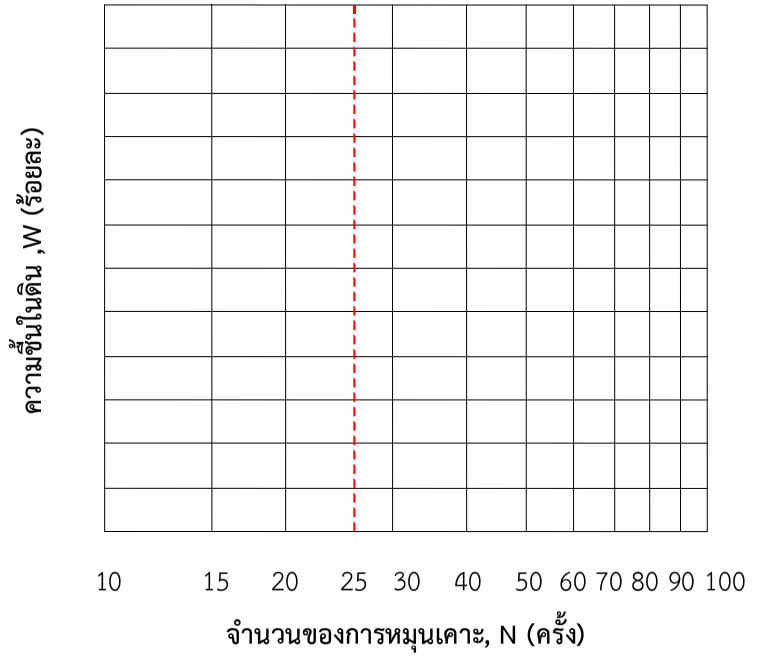
การทดสอบหาค่าแอตเตอร์เบิร์กและค่าขีดหดตัว

ลักษณะดิน..... หลุมที่.....

ความลึก.....เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ, Gs.....

ทะเบียนทดสอบ.....	
ผู้ทดสอบ	
ผู้ตรวจสอบ	
อนุมัติ	

การทดสอบ		ค่าขีดเหลว (Liquid Limit)			ค่าขีดพลาสติค (Plastic Limit)			ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit)		
ครั้งที่		1	2	3	1	2	3	1	2	3
ตลับบรรจุดินหมายเลข										
จำนวนของการหมุนเคาะ	(ครั้ง)									
น้ำหนักดินชื้น + ตลับ	(กรัม)									
น้ำหนักอบแห้ง + ตลับ	(กรัม)									
น้ำหนักน้ำ	(กรัม)									
น้ำหนักตลับบรรจุดิน	(กรัม)									
น้ำหนักดินอบแห้ง, W_S	(กรัม)									
ความชื้นในดิน, W	ร้อยละ									
ปริมาตรของดินชื้น, V	(ซม.^{3})									
ปริมาตรดินอบแห้ง, V_O	(ซม.^{3})									
การหดตัวเชิงปริมาณ (Shrinkage Vol) V_O - V	(ซม.^{3})									
ค่าขีดหดตัว, SL	(ซม.^{3})									



Group Symbols	L.L. = %	P.L. = %	P.I. = %	S.L. = %

มยพ. 2208 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาการกระจายของขนาดเม็ดดิน (Particle Size Distribution) ทั้งชนิดเม็ดละเอียดและหยาบ โดยให้ผ่านตะแกรงจากขนาดใหญ่ จนถึงขนาดเล็กที่มีขนาดช่องผ่าน 0.075 มม. (เบอร์ 200) แล้วเปรียบเทียบน้ำหนักที่ผ่านหรือค้างตะแกรงขนาดต่างๆ กับน้ำหนักทั้งหมดของตัวอย่าง

2. นิยาม

"การกระจายของขนาดเม็ดดิน" หมายถึง การที่มวลดินประกอบด้วยเม็ดดินหลายขนาดต่างๆ กัน เช่น ตั้งแต่ 10 ซม. ลงมาจนกระทั่ง 0.0002 มม. ซึ่งคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของมวลดินจะขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดดิน การกระจายของขนาดเม็ดดิน แสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเม็ดดินในลอการิทึม (Logarithm) อยู่บนแกนนอน และร้อยละโดยน้ำหนักของเม็ดที่มีขนาดเล็กกว่าที่ระบุ (Percent Finer) อยู่บนแกนตั้ง ซึ่งเรียกว่า กราฟการกระจายของขนาดเม็ดดิน (Grain Size Distribution Curve)

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ช่องผ่านต้องเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาดช่องผ่านต่างๆ ได้ขนาดตามต้องการ พร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง

3.2 เครื่องชั่งแบบบาล้านซ์ (Balance) จะต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักตัวอย่าง

3.3 ตู้อบ (Oven) ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

3.4 เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

3.5 แปรงทำความสะอาดตะแกรงชนิดลวดทองเหลือง และแปรงขน หรือแปรงพลาสติก

3.5 ภาชนะสำหรับใช้แช่ และล้างตัวอย่างดิน ด้วยมือหรือด้วยชนิดใช้เครื่องเขย่า

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 การเตรียมตัวอย่างโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง

นำตัวอย่างมาคลุกให้เข้ากัน และแยกตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างในขณะที่ตัวอย่างมีความชื้น เพื่อลดการแยกตัว ถ้าตัวอย่างไม่มีส่วนละเอียดอาจจะแบ่งขณะที่ตัวอย่างแห้งอยู่ก็ได้ ถ้ามีส่วนละเอียดจับเป็นก้อนใหญ่หรือมีส่วนละเอียดจับกันเองเป็นก้อน ต้องทำให้ส่วนละเอียดหลุดออกจากก้อนใหญ่ โดยให้ทุบแยกดินออกเป็นเม็ดอิสระด้วยค้อนยาง แต่ต้องระวังอย่าให้แรงมากจนเม็ดดินแตก

4.2 การเตรียมตัวอย่างโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง

นำตัวอย่างที่มีส่วนละเอียดจับกันเป็นก้อนไปแยกออกจากกันโดยใช้ค้อนยางทุบแล้วนำตัวอย่างไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) เพื่อหาน้ำหนักตัวอย่างแห้ง นำตัวอย่างใส่ภาชนะ

สำหรับใช้ล้างตัวอย่าง โดยใช้น้ำยาล้างส่วนละเอียด ซึ่งเตรียมได้จากการละลายผลึกโซเดียมเฮคซะเมตตาฟอสเฟต ซึ่งทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Hexameta Phosphate Buffered with Sodium Carbonate) 45.7 กรัม ละลายในน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนผสมกันให้ทั่วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 4 ชม. แล้วนำไปเขย่าประมาณ 10 นาที ขณะเขย่าระวังอย่าให้น้ำกระฉอกออกจากภาชนะ เทตัวอย่างดินในภาชนะลงบนตะแกรงเบอร์ 200 ถ้าหากมีตัวอย่างขนาดใหญ่ปนอยู่มาก ควรใช้ตะแกรงที่มีขนาดใหญ่กว่าเบอร์ 200 ซ้อนไว้ข้างบน แล้วใช้น้ำล้างจนกว่าไม่มีวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 อีก เทตัวอย่างลงในภาชนะแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

5. การทดสอบ

5.1 นำตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างตามข้อ **4.1** หรือ **4.2** แล้วแต่จะต้องการทดสอบแบบใดมาโดยประมาณให้ได้ตัวอย่างเมื่อแห้งแล้วตามตารางที่ **1**

ตารางที่ 1

ขนาดตะแกรง	น้ำหนักตัวอย่างไม่น้อยกว่า (กก.)
4.75 มม (เบอร์ 4)	0.5
9.5 มม. (3/8 นิ้ว)	1.0
12.5 มม. (1/2 นิ้ว)	2.0
19.0 มม. (3/4 นิ้ว)	5.0
25.0 มม. (1 นิ้ว)	10.0
37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว)	15.0
50.8 มม. (2 นิ้ว)	20.0
63.0 มม. (2 1/2 นิ้ว)	25.0
75.0 มม. (3 นิ้ว)	30.0
90.0 มม. (3 1/2 นิ้ว)	35.0

5.2 นำตัวอย่างไปเขย่าในตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ การเขย่านี้ต้องให้ตะแกรงเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง รวมทั้งมีแรงกระแทกขณะเขย่าด้วย เขย่านานจนกระทั่งตัวอย่างผ่านตะแกรงแต่ละชนิดใน 1 นาที ไม่เกินร้อยละ 1 ของตัวอย่างในตะแกรงนั้น หรือใช้เวลาเขย่านานทั้งหมดประมาณ 15 นาที เมื่อเขย่าเสร็จแล้ว ถ้ามีตัวอย่างก้อนใหญ่กว่าตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องไม่มีก้อนตัวอย่างซ้อนกันในตะแกรง และตัวอย่างที่มีเม็ดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องมีตัวอย่างค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดไม่เกิน 6 กรัม ต่อ 1,000 ตร.มม. หรือไม่เกิน 200 กรัม สำหรับตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8 นิ้ว) นำตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดของตะแกรงไปชั่ง

6. การคำนวณ

6.1 หาน้ำหนักที่ค้าง (Weight Retained) บนตะแกรงแต่ละขนาด โดยชั่งน้ำหนักของตัวอย่างดินที่ค้างบนแต่ละตะแกรงและน้ำหนักที่หายไป เมื่อเอาน้ำหนักของตัวอย่างในทุกตะแกรงรวมกันแล้ว หักออกจากน้ำหนัก

ตัวอย่างอบแห้งทั้งหมดซึ่งใช้ทดสอบ จะได้น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 รวมกับน้ำหนักที่ค้างบนถาดรอง (Pan)

6.2 หาน้ำหนักที่ผ่าน (Weight Passing) ตะแกรงแต่ละขนาด โดยคิดจากบรรทัดล่างของช่องน้ำหนักที่ค้างขึ้นไป (ดูแบบฟอร์ม) ให้เอาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนถาดรองเป็นน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 และให้เอาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงถัดขึ้นไปรวมกับน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เป็นน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงถัดขึ้นไป ให้ดำเนินการดังที่กล่าวมาแล้วนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงในบรรทัดบนสุด ซึ่งจะได้เท่ากับน้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

6.3 คำนวณหาร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก (Percentage Passing) ได้ดังนี้

$$\textbf{ร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก} = \frac{\textbf{น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาด}}{\textbf{น้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ}} \times 100$$

7. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ โดยน้ำหนักด้วยทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2208.1 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

8. ข้อควรระวัง

8.1 การแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่องแบ่งตัวอย่าง ต้องใช้เครื่องมือขนาดช่องกว้างประมาณ 1 1/2 เท่าของก้อนโตที่สุด

8.2 ตรวจดูตะแกรงบ่อยๆ ถ้าชำรุดต้องซ่อมก่อนใช้ โดยเฉพาะเบอร์ 200

8.3 ห้ามใส่ตัวอย่างลงในตะแกรงขณะที่ยังร้อนอยู่

8.4 การทุบตัวอย่างดินต้องไม่แรงมากจนทำให้เม็ดดินแตก

8.5 การเขย่าอย่าเขย่านานจนตัวอย่างกระแทกแตกเป็นผง

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.8-2532: วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

9.2 Standard Method of Test for Amount of Material Finer Than 0.075 mm. Sieve In Aggregate : AASHTO Designation : T 11-78

9.3 Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine And Coarse Aggregates : AASHTO Designation: T 27-78

9.4 Standard Method of Test for Sieve Analysis of Mineral Filler : AASHTO Designation : T 37-77

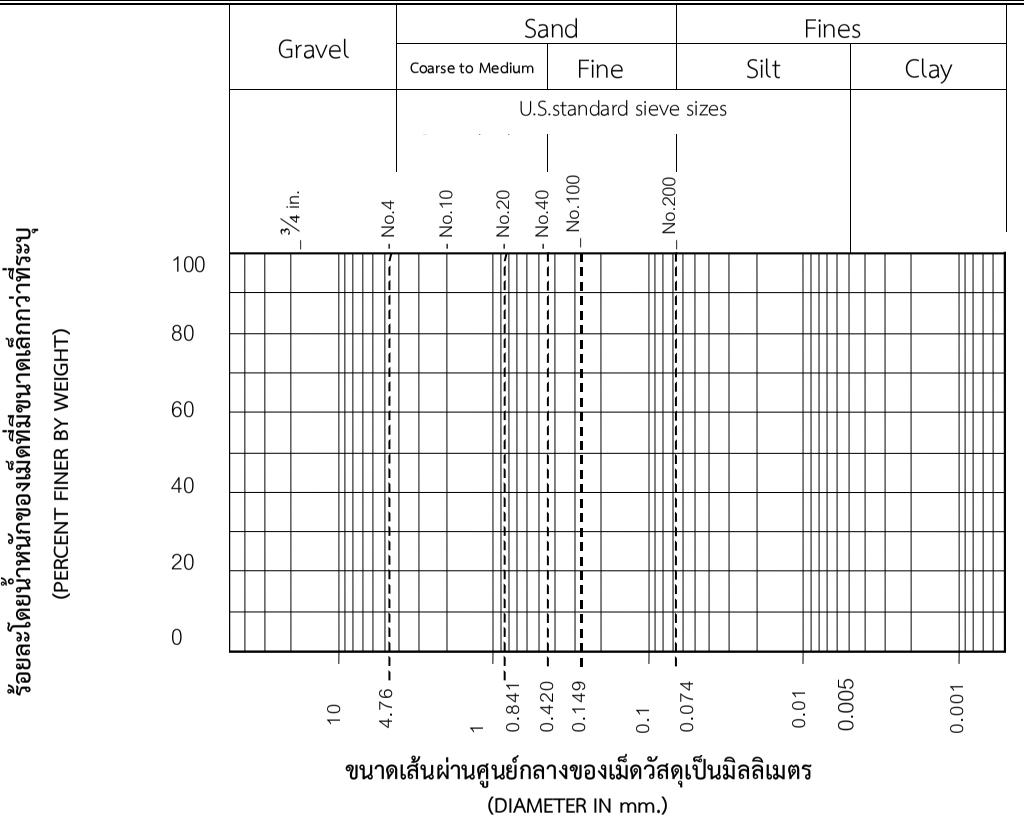
9.5 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 421 - 02: Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants.

9.6 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 422 - 02: Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	บฟ. มยผ. 2208.1 - 57 (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ หลุมเจาะหมายเลข..... ความลึก.....เมตร ปริมาตรแบบ.....ลบ.ซม.	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ

ตะแกรง หมายเลข	น้ำหนัก ตะแกรง (กรัม)	น้ำหนัก ตะแกรง + ดิน (กรัม)	น้ำหนักดิน ที่ค้างบน ตะแกรง (กรัม)	นน.ร้อยละของ ดินที่ค้างบน ตะแกรง (กรัม)	นน.ร้อยละของ ดินที่ค้าง สะสม	นน.ร้อยละของ ดินที่มีขนาด เล็กกว่า

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้าง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	**บฟ.มยผ. 2208.2 - 57** (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) **การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ** **แหล่งวัสดุ**..... **ชั้นคุณภาพ**.....	**ทะเบียนทดสอบ**.....
		ผู้ทดสอบ
		ผู้ตรวจสอบ
		อนุมัติ



การทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน

สีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ
( ) สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน
( ) สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน
( ) สีแก่กว่าสีมาตรฐาน

สรุปผลการทดสอบ
( ) เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้
( ) ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

มยพ. 2209 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าความสึกหรอของหินย่อย กรวดย่อย กรวด วัสดุลูกรัง หรือมวลรวมดิน (Soil Aggregates) และวัสดุชนิดเม็ดหยาบ

2. นิยาม

"วัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregate)" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนน ที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ มีลักษณะขนาดตามรูปที่ 1 ประกอบด้วยทรงกระบอกเหล็กปิดหัวและท้าย มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 711±5 มม. (28±0.2 นิ้ว) ความยาวภายใน 508±5 มม. (20±0.2 นิ้ว) ทรงกระบอกนี้ติดอยู่กับเพลาและหมุนรอบแกนได้ในแนวราบ มีช่องสำหรับใส่วัสดุพร้อมฝาเหล็กปิด ฝาเหล็กเมื่อปิดแล้วต้องมีลักษณะผิวเหมือนกับผิวด้านในของทรงกระบอกเหล็กและเสมอกัน ซึ่งไม่ทำให้ลูกเหล็กทรงกลม (Abrasive Charge) สะดุดเวลากลิ้งผ่านรอยต่อ มีแผ่นเหล็กขวางสูง 89±2 มม. (3.5±0.1 นิ้ว) ยาว 508±2 มม. (20±0.2 นิ้ว) ติดแน่นตามยาวด้านในทรงกระบอกเหล็ก ระยะจากแผ่นเหล็กขวางถึงช่องสำหรับใส่วัสดุไม่น้อยกว่า 1,270 มม. (50 นิ้ว) วัดตามความยาวเส้นรอบวงภายนอกทรงกระบอกเหล็ก

หมายเหตุ แผ่นเหล็กขวางควรมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ติดอยู่กับผนังของทรงกระบอกเหล็ก หรืออาจใช้เหล็กฉากแทน โดยติดที่ริมฝาเหล็กช่องใส่วัสดุ ให้ด้านนอกของเหล็กฉากหันไปตามทิศทางที่หมุน

3.2 ตะแกรง สำหรับหาขนาดของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ ใช้ตะแกรงมีช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 75.0 มม. (3 นิ้ว), 63.0 มม. (2 1/2 นิ้ว), 50.8 มม. (2 นิ้ว), 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว) 25.0 มม. (1 นิ้ว), 19.0 มม. (3/4 นิ้ว), 12.5 มม. (1/2 นิ้ว), 9.5 มม. (3/8 นิ้ว), 6.4 มม. (1/4 นิ้ว), 4.75 มม. (เบอร์ 4), 2.36 มม. (เบอร์ 8), 1.70 มม. (เบอร์ 12)

3.3 ลูกเหล็กทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 46.8 มม. (1 27/32 นิ้ว) แต่ละลูกหนักระหว่าง 390-445 กรัม จำนวนลูกเหล็กทรงกลมขึ้นอยู่กับชั้นของตัวอย่าง ซึ่งกำหนดไว้ในตารางที่ **1**

ตารางที่ 1 จำนวนลูกเหล็กทรงกลม ที่ใช้ในการทดสอบแต่ละชั้น (Grading)

ชั้น	ลูกเหล็กทรงกลม (ลูก)	น้ำหนักรวม (กรัม)
A	12	5,000±25
B	11	4,584±25
C	8	3,330±25
D	6	2,500±25
E	12	5,000±25
F	12	5,000±25
G	12	5,000±25

3.4 เครื่องชั่งต้องสามารถชั่งได้ 15 กิโลกรัม ความละเอียดอ่านได้ถึง 1 กรัม

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ถ้าตัวอย่างไม่มีดินเหนียวปน เช่น กรวดปนทราย หินโม่ ให้ตากตัวอย่างจนแห้ง หรืออบจนแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วทำตามข้อ **4.3**

4.2 ถ้าตัวอย่างมีดินเหนียวปนหรือมีส่วนละเอียดติดแน่นกับก้อนตัวอย่าง ให้นำตัวอย่างไปล้างน้ำเอาส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 8 ออกทิ้ง แล้วนำส่วนที่ค้างตะแกรงเบอร์ 8 มาอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วทำตามข้อ **4.3**

4.3 นำตัวอย่างไปแยกขนาดตามชั้นในตารางที่ **2** ถ้าเข้าได้หลายชั้น ให้เลือกใช้ตัวที่ใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการใช้งานมากที่สุด

5. การทดสอบ

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้จากข้อ **4.3** และลูกเหล็กทรงกลม ตามจำนวนลูกในข้อ **3.3** ใส่เข้าไปในเครื่องทดสอบหาความสึกหรอ หมุนเครื่องด้วยความเร็วที่ 30-33 รอบต่อนาที ให้ได้จำนวนรอบตามตารางที่ **2** เมื่อหมุนได้ครบตามกำหนดแล้วให้เอาตัวอย่างออกจากเครื่อง เทตัวอย่างลงบนตะแกรงเบอร์ 12 ล้างตัวอย่างด้วยน้ำ ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 12 ให้ทิ้งไป นำส่วนที่ค้างตะแกรงเบอร์ 12 มาอบที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนได้น้ำหนักคงที่จึงชั่งหาน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือ

ตารางที่ 2

ขนาดตะแกรง (มม.)		น้ำหนัก (กรัม) และ ชั้นของตัวอย่าง						
ผ่าน	ค้าง	A	B	C	D	E	F	G
75.0	63.0					2,500±50		
63.0	50.8					2,500±50		
50.8	37.5					5,000±50	5,000±50	
37.5	25.0	1,250±25					5,000±25	
25.0	19.0	1,250±25						5,000±25
19.0	12.5	1,250±10	2,500±10					5,000±25
12.5	9.5	1,250±10	2,500±10					
9.5	6.3			2,500±10				
6.3	4.75 (#4)			2,500±10				
4.75 (#4)	2.36 (#8)				5,000±10			
น้ำหนักตัวอย่างรวม		5,000±10	5,000±10	5,000±10	5,000±10	10,000±100	10,000±75	10,000±50
จำนวนรอบ		500				1,000		

6. การคำนวณ

$$\text{ความสึกหรอเป็นร้อยละ} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ

W_2 = น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 12

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลค่าความสึกหรอเป็นร้อยละ ด้วยทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2209 – 57:มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

8. ข้อควรระวัง

8.1 ให้ทำการชั่ง ลูกเหล็กทรงกลม แต่ละลูกอย่างน้อย 1 ครั้ง ทุกๆ 6 เดือน เพื่อตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อ **3.3**

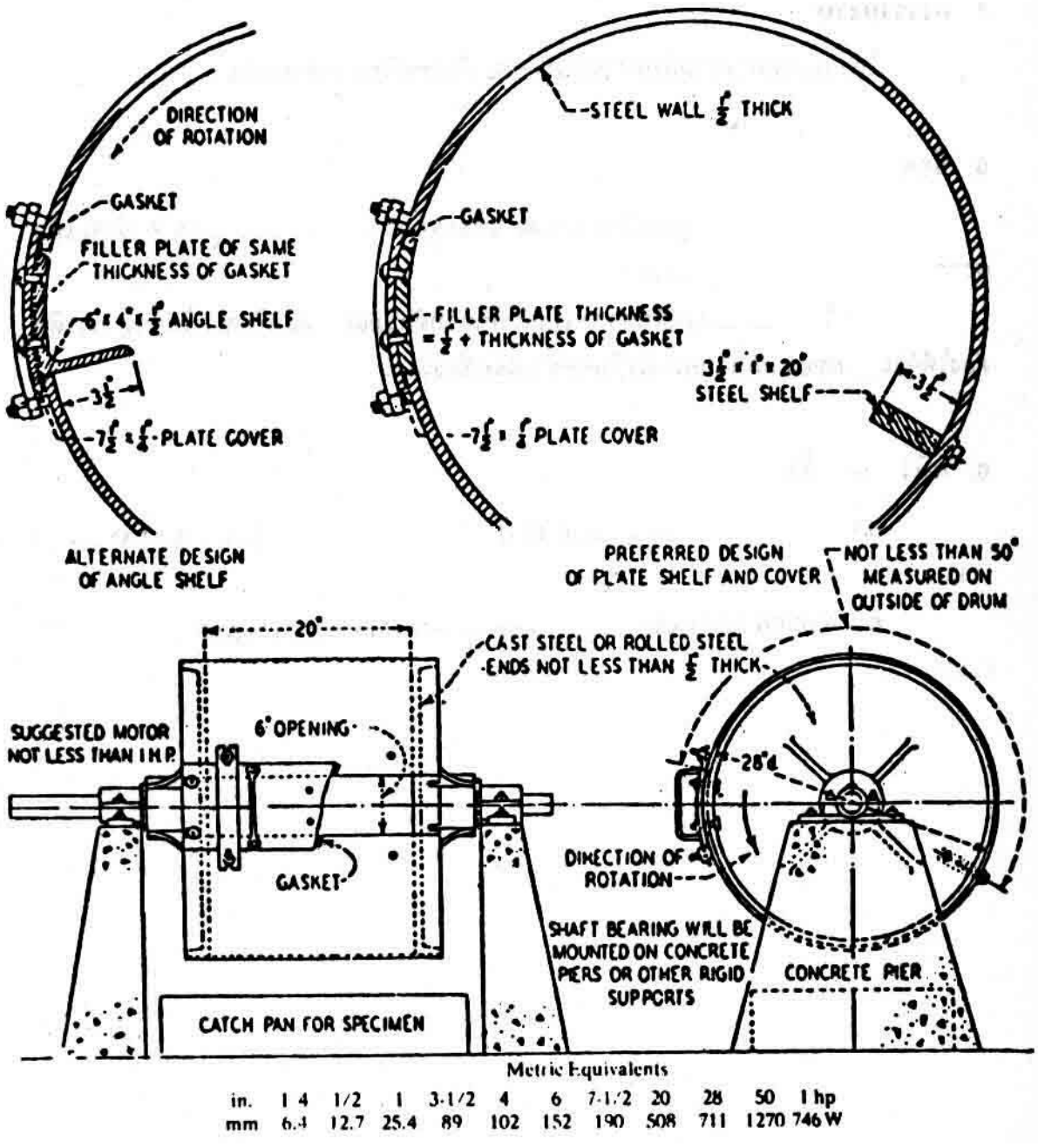
8.2 ในกรณีที่แผ่นเหล็กขวางเป็นเหล็กฉากติดริมแผ่นเหล็กปิดช่องใส่วัสดุ การติดต้องให้ด้านนอกของเหล็กฉากหันไปในทิศทางที่เครื่องหมุน

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.9 - 2532: วิธีการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion)

9.2 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM C 131 - 03: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

9.3 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM C 535 - 03: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine



รูปที่ 1 : เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (แบบลอสแองเจอลีส)

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	**บฟ. มยผ. 2209 - 57**	**ทะเบียนทดสอบ.....**	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) **การทดสอบหาค่าการสึกหรอของวัสดุเม็ดหยาบ**	**ผู้ทดสอบ**	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	

จำนวนของลูกเหล็กทรงกลม..... แหล่งวัสดุ.....
น้ำหนักของลูกเหล็กทรงกลม.....กรัม ชั้นคุณภาพ.....
ความเร็วของการหมุนเครื่อง.....รอบ/นาที

ขนาดตะแกรง (มม.)		น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)			หมายเหตุ
ผ่าน	ค้าง	1	2	3	

มยพ. 2210 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารผุพังที่ปะปนอยู่ในวัสดุชนิดเม็ดละเอียด (Fine Aggregates) โดยประมาณ เพื่อพิจารณาว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานหรือไม่

2. นิยาม

"วัสดุชนิดเม็ดละเอียด (Fine Aggregate)" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 ขวดแก้วใส (Glass Bottle) ขนาดประมาณ 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร (12 ออนซ์) มีขีดแสดงความจุเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรหรือจะใช้ขีดเครื่องหมายที่ขวดแก้วแทนก็ได้

3.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ

3.2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) เข้มข้นร้อยละ 3 เตรียมได้โดยชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 กรัม ผสมกับน้ำสะอาดจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

3.2.2 แถบสีมาตรฐาน โดยกำหนดมาตรฐาน ดังนี้

สีมาตรฐานของการ์ดเนอร์ (Gardner) หมายเลข	สีของสารอินทรีย์ หมายเลข
5	1
8	2
11	3 (มาตรฐาน)
14	4
16	5

3.2.3 ถ้าไม่มีแถบสีมาตรฐาน จะเตรียมสารละลายเพื่อทำเป็นสีมาตรฐานแทนได้ ดังนี้

ให้เตรียมสารละลายชนิดแรก คือ นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เข้มข้นร้อยละ 3 แล้วนำมาผสมกับสารละลายชนิดหลัง คือกรดเทนนิค (Tannic Acid) ที่เข้มข้นผสมในสารละลายของแอลกอฮอล์กับน้ำ (มีแอลกอฮอล์ร้อยละ10) โดยเอากรดเทนนิค 2 ส่วน ผสมกับสารละลายแอลกอฮอล์กับน้ำดังกล่าว 98 ส่วน โดยปริมาตร ซึ่งมีอัตราส่วนดังนี้ สารละลายชนิดแรกปริมาณ 97.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสารละลายชนิดหลังประมาณ 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อให้ได้ปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากันแล้วใส่ไว้ในขวดขนาด 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 12 ออนซ์) ให้เตรียมสารละลาย

มาตรฐานดังกล่าวนี้ เวลาเดียวกับที่เริ่มทำการทดสอบ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป สารละลายนี้จะแสดงสีมาตรฐานเมื่อมีอายุ 24 ± 1/2 ชั่วโมง นับจากเริ่มผสม ถ้าต่ำกว่ากำหนดนี้ห้ามใช้

4. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากันในขณะที่ตัวอย่างมีความชื้นเพื่อลดการแยกตัว และแยกตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างให้ได้ตัวอย่างที่จะนำไปไว้ทดสอบประมาณ 250 กรัม

5. การทดสอบ

5.1 เทวัสดุที่เตรียมไว้ลงในขวดแก้วทดสอบจนได้ปริมาตร 133 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 4 1/2 ออนซ์)

5.2 เติมสารละลายที่เตรียมไว้ตามข้อ **3.2.1** ลงในขวดแก้วทดลองจนได้ปริมาตรเป็น 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 7 ออนซ์)

5.3 เอาจุกอุดปากขวดแล้วเขย่าแรงๆ จนเห็นว่าไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ ตรวจดูอีกครั้ง ถ้าระดับสารละลายมีปริมาตรไม่ถึง 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เติมสารละลายเพิ่มอีก จนได้ปริมาตร 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร บันทึกวันและเวลา

5.4 ตั้งขวดทดสอบทิ้งไว้นิ่ง ๆ ห้ามจับหรือเคลื่อนย้ายจนครบ 24 ชั่วโมง

5.5 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง แล้วให้เปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐานตามข้อ **3.2.2** หรือกับสารละลายมาตรฐานตามข้อ **3.2.3**

6. การรายงานผล

6.1 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2208.2 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)

6.2 ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบอ่อนกว่าสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรืออ่อนกว่าสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่า “สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน” ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบแก่กว่าสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรือแก่กว่าสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่า “สีแก่กว่าสีมาตรฐาน”

6.3 ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบใกล้เคียงสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรือใกล้เคียงสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่า “สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน”

7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ มีสีอ่อนกว่าสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 หรือมีสีเหมือนกับสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 ถือว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้ ถ้าสีแก่กว่าสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 ถือว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

8. ข้อควรระวัง

8.1 เมื่อตั้งขวดทิ้งไว้แล้ว ห้ามกระทบกระเทือน และเมื่อเวลาเปรียบเทียบสี ห้ามกระทบกระเทือนเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้ผงละเอียดลอยตัวขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ได้สีไม่ถูกต้อง บางครั้งสีที่ได้จะใกล้เคียงมาตรฐานมาก พยายามเทียบให้ได้ว่าแก่กว่าหรืออ่อนกว่า

8.2 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นสารที่มีพิษทำให้เกิดการไหม้ที่ผิวหนังและเยื่ออ่อนต่างๆ เช่น ตา ปาก จมูก ถ้าถูกต้องให้รีบล้างบริเวณนั้นด้วยน้ำสะอาดและทาด้วยน้ำส้มสายชู

9. เอกสารอ้างอิง

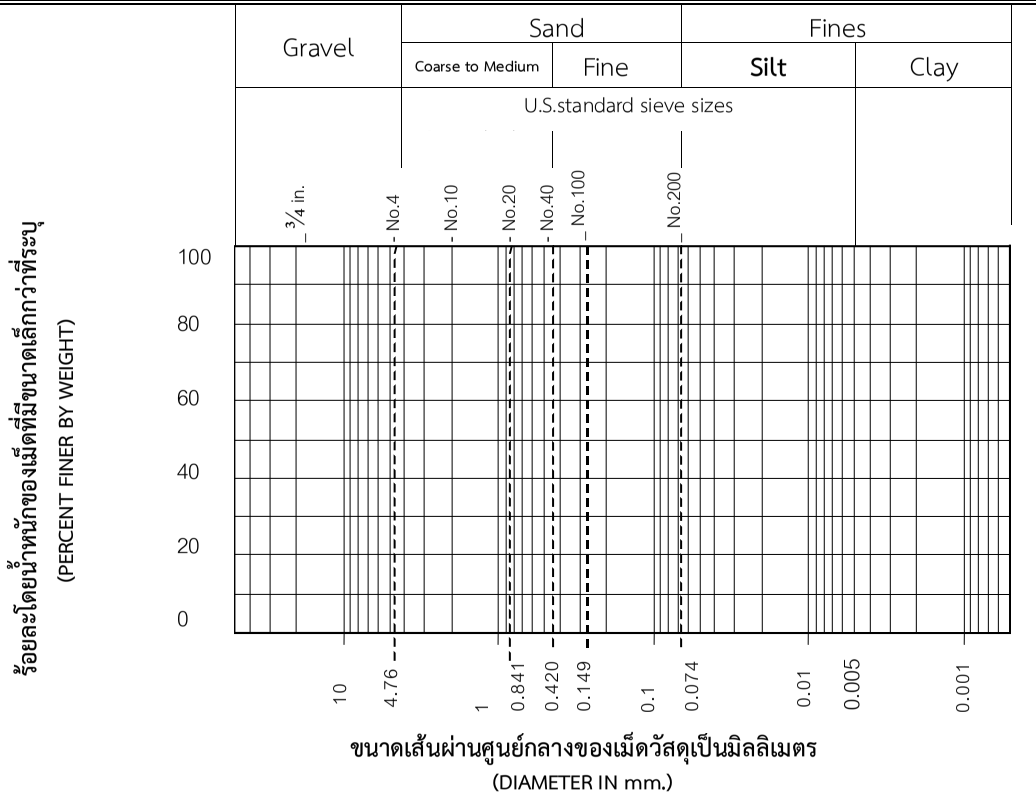
9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.10-2532: วิธีการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)

9.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล-ท. 201/2515 วิธีทดลองหา Organic Impurities ในทรายสำหรับคอนกรีต

9.3 Standard Method of Test for Organic Impurities in Sands for Concrete ; AASHTO Designation : T 21-78

9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM C 40 - 04: Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้าง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	**บฟ.มยผ. 2208.2 - 57** (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) **การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ** แหล่งวัสดุ..... ชั้นคุณภาพ.....	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ



การทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน

สีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ

( ) สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน

( ) สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน

( ) สีแก่กว่าสีมาตรฐาน

สรุปผลการทดสอบ

( ) เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้

( ) ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

มยพ. 2211 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าของก้อนดินเหนียว และวัสดุร่วน (Friable) ที่ปะปนในวัสดุชนิดเม็ด (Aggregates)

2. นิยาม

"ดินเหนียว (Clay)" หมายถึง ดินซึ่งประกอบด้วยอนุภาคขนาดละเอียด สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) และมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค

"วัสดุชนิดเม็ดละเอียด (Fine Aggregates)" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

"วัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates)" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักของตัวอย่าง

3.2 ภาชนะบรรจุ เป็นภาชนะที่ไม่เป็นสนิม และขนาดกว้าง

3.3 ตะแกรงมาตรฐาน

3.4 ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิ ที่ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ตัวอย่างต้องอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนน้ำหนักคงที่

4.2 ตัวอย่างของวัสดุชนิดเม็ดละเอียดที่มีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงขนาด 1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16) ควรหนักไม่น้อยกว่า 25 กรัม

4.3 ตัวอย่างของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ ควรมีขนาดกระจายตาม ตารางที่ **1** และมีน้ำหนักของวัสดุชนิดเม็ด ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ **1**

ตารางที่ 1

ขนาดของเม็ด (Particle) ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ	น้ำหนักของตัวอย่าง กรัม
4.75 - 9.5 มม. (เบอร์ 4 - 3/8 นิ้ว)	1,000
9.5 - 19.0 มม. (3/8 - 3/4 นิ้ว)	2,000
19.0 – 37.5 มม. (3/4 - 1 1/2 นิ้ว)	3,000
มากกว่า 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว)	5,000

4.4 ในกรณีที่ตัวอย่างมีทั้งวัสดุชนิดเม็ดละเอียดและหยาบ ให้ร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 4 ถ้าค้างตะแกรงเบอร์ 4 เป็นวัสดุชนิดเม็ดหยาบ และถ้าผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เป็นวัสดุชนิดเม็ดละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างไปทำตามข้อ **5.1** และ **5.2** ต่อไป

5. การทดสอบ

5.1 นำตัวอย่างมาแผ่กระจายในภาชนะให้บาง เทน้ำให้ท่วมตัวอย่างแช่ไว้เป็นเวลา 24 ชม.จากนั้นใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ค่อยๆ บีบหรือกลิ้งบนนิ้วมือเพื่อทำให้เม็ดของตัวอย่างหลุดออกจากกัน อย่าใช้เล็บหรือวัสดุแข็งอื่นๆ จากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรง ดังตารางที่ **2** โดยวิธีล้าง

ตารางที่ 2

ขนาดของเม็ดตัวอย่างที่นำมาทดสอบ	ขนาดของตะแกรง สำหรับส่วนแยกเป็นเม็ดดินเหนียว และเม็ดวัสดุร่วน
1.18 มม. (เบอร์ 16)	0.85 มม. (เบอร์ 20)
4.75 - 9.5 มม. (เบอร์ 4 - 3/8 นิ้ว)	2.36 มม. (เบอร์ 8)
9.5 - 19.0 มม. (3/8 - 3/4 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)
19.0 - 37.5 มม. (3/4 – 1 1/2 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)
มากกว่า 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)

5.2 นำตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงแต่ละตะแกรงไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องฟาเรนไฮต์) แล้วนำไปชั่งน้ำหนักให้ละเอียดร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักตัวอย่าง (ก่อนนำไปอบควรนำวัสดุชนิดเม็ดออกจากตะแกรงให้หมดเสียก่อน โดยการล้าง แล้วจึงไปอบให้แห้ง)

6. การคำนวณ

6.1 ในการหาค่าร้อยละของก้อนดินเหนียวและ วัสดุร่วนที่อยู่ในวัสดุเม็ดละเอียดหรือในวัสดุชนิดเม็ดหยาบ หาได้ดังต่อไปนี้ โดยใช้สูตรของ ก้อนดินเหนียว และวัสดุร่วน ในวัสดุชนิดเม็ดละเอียดหรือในวัสดุชนิดเม็ดหยาบ คือ

$$P = \frac{(W - R)}{W} \times 100$$

เมื่อ P = ค่าร้อยละของก้อนดินเหนียวและวัสดุร่วนของวัสดุชนิดเม็ด

R = น้ำหนักของวัสดุชนิดเม็ดที่เหลือค้างจากข้อ **5.2**

W = น้ำหนักของวัสดุชนิดเม็ดที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 16 จากข้อ **4.2** และ **4.3**

6.2 ในกรณีของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ หลังจากการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุแล้ว ถ้าตัวอย่างในตะแกรงมีน้ำหนักน้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักในข้อ **5.1** ไม่จำเป็นต้องนำมาทดสอบ ให้เอาค่าร้อยละของส่วนที่เป็นเม็ดดินเหนียวและวัสดุร่วนของตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่ามาใช้แทนได้

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2211 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

8. เอกสารอ้างอิง

8.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.11-2532: วิธีการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

8.2 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 142 - 97: Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	บฟ. มยผ. 2211 - 57 (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาก้อนดินเหนียว	ทะเบียนทดสอบ.....	
		ผู้ทดสอบ	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	

ชนิดของตัวอย่าง.....

ขนาดของตัวอย่าง.....มม. ถึง.....มม.

น้ำหนักแห้ง (W) = ...กรัม

ขนาดของตะแกรง สำหรับร่อนดินเหนียวและวัสดุร่วน = ...มม.

น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรง (R) = ...กรัม

ร้อยละของก้อนดินเหนียวและวัสดุร่วน $P = \frac{(W-R)}{W} \times 100$

P **(ร้อยละ) = ...**

มยผ. 2217 - 57

มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาคุณภาพของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้เป็นผิวทางหรือพื้นทางแบบ แอสฟัลต์คอนกรีต

2. นิยาม

"แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)" หมายถึง ส่วนผสมของวัสดุยางแอสฟัลต์กับวัสดุชนิดเม็ด (Aggregate) ที่ใช้ทำผิวจราจร โดยมีมาตรฐานตาม มยผ. 2109-57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1204 - 50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1205 - 50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2109 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

4.1 กะละมังเคลือบหรือภาชนะโลหะที่มีขอบสูงประมาณ 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างขอบประมาณ 25 เซนติเมตร ใช้สำหรับใส่วัสดุมวลรวม

4.2 ภาชนะโลหะมีขอบสูงประมาณ 15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของขอบประมาณ 30 เซนติเมตร สำหรับใช้ผสมวัสดุมวลรวมกับวัสดุยางแอสฟัลต์

4.3 เตาอบที่สามารถให้อุณหภูมิสูงถึง 250 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับอบวัสดุมวลรวม

4.4 เตาแบบ Hot Plate ที่สามารถให้อุณหภูมิได้สูงถึง 200 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับให้ความร้อนยางแอสฟัลต์และเครื่องมือที่ใช้ในการบดทับ

4.5 หม้อโลหะสำหรับใส่ยางแอสฟัลต์ เพื่อให้ความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร

4.6 เกรียงใช้ผสมวัสดุมวลรวมกับยางแอสฟัลต์

4.7 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีก้านเป็นโลหะ สามารถวัดอุณหภูมิได้ถึง 250 องศาเซลเซียส

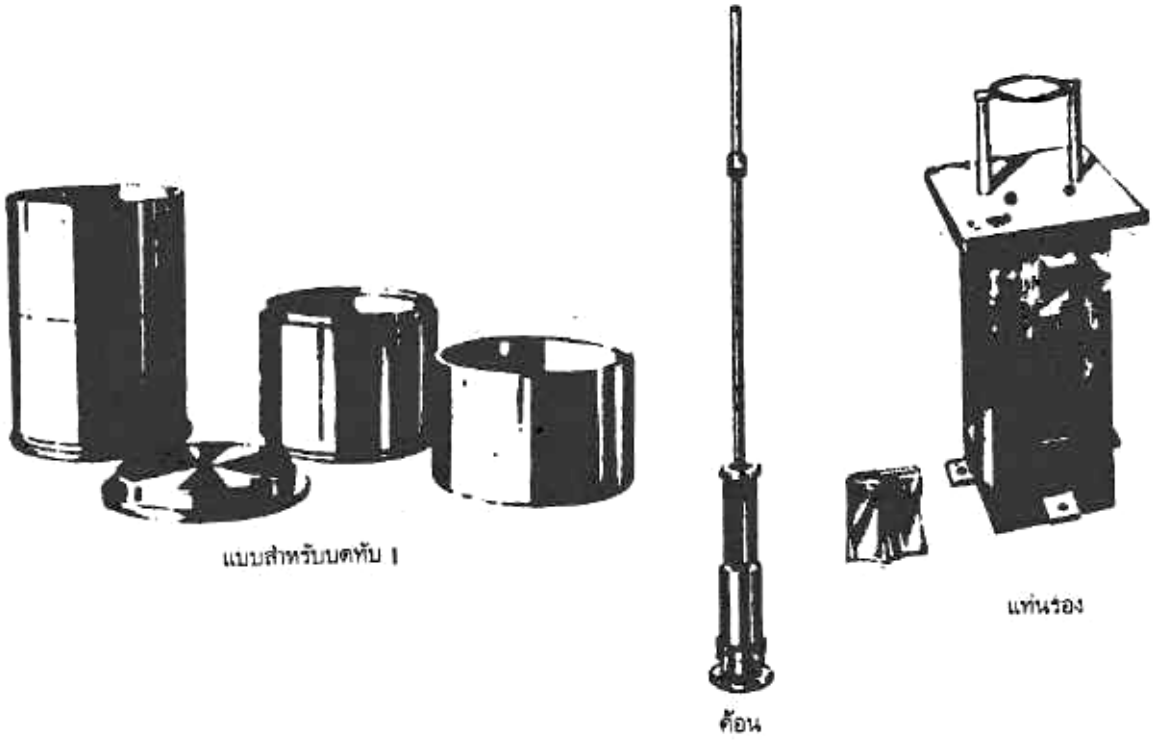
4.8 เครื่องชั่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม มีความละเอียด 1 กรัม ใช้สำหรับวัสดุมวลรวมและยางแอสฟัลต์

4.9 เครื่องชั่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัม มีความละเอียด 0.1 กรัม ใช้สำหรับวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว

4.10 อ่างต้มน้ำ (Boiling Water Batch) มีตะแกรงลวดสำหรับวางวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว สามารถควบคุมอุณหภูมิตามที่ต้องการได้

4.11 แท่นรอง (Compaction Pedestal) ประกอบด้วยฐานไม้ขนาดประมาณ 20x20x45 เซนติเมตร (8x8x18 นิ้ว) มีแผ่นโลหะขนาดประมาณ 30x30x2.5 เซนติเมตร (12x12x1 นิ้ว) ติดอยู่ที่ขอบบนของฐานไม้ ฐานไม้ควรเป็นไม้ที่มีความแน่นแห้งประมาณ 0.65-0.80 กรัมต่อมิลลิลิตร (42-48 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) แผ่นเหล็กจะต้องยึดแน่นกับฐานไม้ ดังรูปที่ 1

4.12 แบบสำหรับบดทับ (Compaction Mold) ประกอบด้วยแผ่นฐาน (Base Plate) แบบ (Mold) และปลอก (Collar Extension Mold) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10.16 เซนติเมตร (4 นิ้ว) สูง 7.62 เซนติเมตร (3 นิ้ว) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แบบสำหรับบดทับ ค้อน และแท่นรอง

4.13 ค้อน (Compaction Hammer) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กกลมหนา 1.27 เซนติเมตร (0.5 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.842 เซนติเมตร (3.875 นิ้ว) ติดกับก้านเหล็ก ซึ่งมีแท่งเหล็กหนัก 4,536 กรัม (10 ปอนด์) เลื่อนขึ้นลงได้อิสระสำหรับทิ้งน้ำหนักลงบนแผ่นเหล็กกลม ในขณะบดอัด ระยะตกกระทบของแท่งน้ำหนักเท่ากับ 45.72 เซนติเมตร (18 นิ้ว) ดังรูปที่ **1**

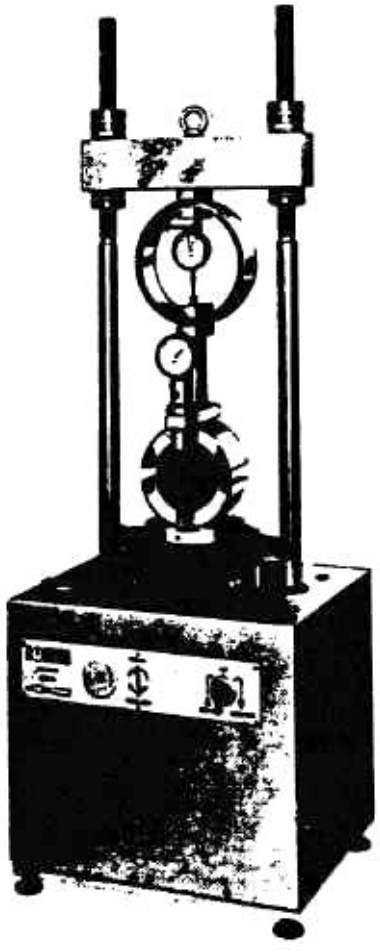
4.14 ที่จับแบบ (Mold Holder) ใช้สำหรับบังคับให้แบบบดทับอยู่กับที่ ดังรูปที่ **1**

4.15 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample Extruder)

4.16 ถุงมือกันความร้อน ใช้สำหรับหยิบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ร้อน

4.17 ถุงมือชนิดหนังหรือยาง สำหรับหยิบตัวอย่างที่แช่ในน้ำ

4.18 เครื่องทดสอบมาร์แชลล์ (Marshall Testing Machine) ใช้สำหรับทดสอบหาค่าเสถียรภาพ (Stability) เป็นเครื่องกดที่สามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กิโลกรัม (6,000ปอนด์) เป็นแบบฉุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า อัตราเร็วของมอเตอร์ที่หมุนฉุดต้องทำให้ฐานหรือท่อนกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 5 เซนติเมตรต่อนาที (2 นิ้วต่อนาที) เครื่องกดนี้จะต้องมี Proving Ring อ่านค่าแรงกด หรือแรงกดอื่นใดที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า ดังรูปที่ **2**



รูปที่ 2 เครื่องทดสอบมาร์แชลล์

4.19 แบบทดสอบเสถียรภาพ (Stability Mold) ใช้สำหรับใส่ตัวอย่างทดสอบหาค่าเสถียรภาพ ดังรูปที่ 2

4.20 เครื่องวัดการไหล (Flow Meter) ใช้สำหรับทดสอบหาค่าการไหลของตัวอย่างระหว่างกด อ่านค่าได้เป็น 0.25 มิลลิเมตร (0.01 นิ้ว) ดังรูปที่ **2**

5. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ ดำเนินการดังนี้

5.1 ทดสอบหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดหยาบ โดยวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง ตาม มยผ. 2208 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

5.2 ทดสอบหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดละเอียด โดยวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง ตาม มยผ. 2208 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

5.3 ทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของวัสดุมวลหยาบ โดยวิธีการทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของวัสดุมวลหยาบ ตาม มยผ. 1204-50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

5.4 ทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุมวลละเอียด โดยวิธีการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะวัสดุมวลละเอียดตาม มยผ. 1205-50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

5.5 หาอัตราส่วนผสมของวัสดุมวลรวม เมื่อรวมกันแล้วได้ขนาดตามที่ต้องการ

5.6 นำวัสดุมวลรวม ตามอัตราส่วนที่หาได้จากข้อ 5.5 หนัก 1,200 กรัม เมื่อบดทับแล้วตัวอย่างจะหนาประมาณ 6.35 เซนติเมตร หรือประมาณ **2.5** นิ้ว ใส่ในกะละมังเคลือบนำไปอบในเตาอบให้ได้อุณหภูมิสูงถึง 163±8 องศาเซลเซียส

5.7 นำแบบสำหรับบดทับและค้อนไปวางบนแผ่นให้ความร้อน ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 90 ถึง 150 องศาเซลเซียส

5.8 นำวัสดุยางแอสฟัลต์ที่จะใช้ผสมไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิที่ทำให้ยางแอสฟัลต์ มีค่าความหนืด (Viscosity) 170 ± 20 เซ็นติสโตกส์ (สำหรับยางแอสฟัลต์ AC. 60-70 ต้องให้ความร้อนถึง 159 ± 8 องศาเซลเซียส)

6. การทดสอบ

6.1 นำกะละมังใส่ตัวอย่างวัสดุมวลรวมจากข้อ **5.6** ออกจากเตาอบแล้วเทลงในภาชนะโลหะสำหรับผสมวัสดุชนิดเม็ดกับยางแอสฟัลต์ ใช้เกรียงผสมให้วัสดุมวลรวมแต่ละขนาดคละกันให้ทั่ว ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงถึง 145±5 องศาเซลเซียส (เมื่อใช้ยางแอสฟัลต์ AC. 60-70) ใช้เกรียงเกลี่ยตรงกลางวัสดุให้เป็นแอ่ง แล้วเทแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้ใน ข้อ **5.8** ตามปริมาณที่ต้องการลงในแอ่งตัวอย่างดังกล่าว

6.2 นำภาชนะโลหะที่ได้จากข้อ **6.1** ขึ้นตั้งบนแผ่นให้ความร้อน ใช้เกรียงผสมวัสดุมวลรวมและยางแอสฟัลต์ให้เข้ากันโดยเร็วที่สุดโดยปกติประมาณ 1 นาที พยายามให้ยางแอสฟัลต์เคลือบวัสดุทุกเม็ด

6.3 นำแบบสำหรับบดทับจาก ข้อ **5.7** มาประกอบเข้าที่

6.4 เทตัวอย่างวัสดุผสมลงในแบบที่ประกอบแล้ว ใช้เกรียงแซะรอบๆ ตัวอย่างด้านในแบบประมาณ 15 ครั้ง และแซะเข้าไปในตัวอย่างอีก 10 ครั้ง ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของตัวอย่างลดลง (สำหรับยางแอสฟัลต์ AC. 60-70 ให้ทิ้งตัวอย่างไว้จนอุณหภูมิลดลงถึง 140±5 องศาเซลเซียส)

6.5 วางค้อนลงบนตัวอย่างในแบบ ทำการบดทับตัวอย่างโดยการยกน้ำหนักและปล่อยให้น้ำหนักตกลงบนแผ่นเหล็กจำนวนครั้งขึ้นอยู่กับการออกแบบซึ่งแบ่งออกเป็น

6.5.1 แอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับถนนที่มีการจราจรน้อย (Light Traffic) และปานกลาง (Medium Traffic) ให้ใช้การปล่อยน้ำหนักมาตรฐาน 50 ครั้ง

6.5.2 แอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรหนาแน่น (Heavy Traffic) และคับคั่ง (Very Heavy Traffic) ให้ใช้การปล่อยน้ำหนักมาตรฐาน 75 ครั้ง

6.6 เมื่อครบจำนวนการบดทับแล้ว ทำการกลับตัวอย่างโดยการกลับแบบ เอาด้านล่างขึ้นด้านบน แล้วทำการบดทับเช่นเดียวกับ ข้อ **6.5**

6.7 ทิ้งตัวอย่างที่บดทับเรียบร้อยแล้วไว้ในแบบ จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวอย่างลดลงต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส จึงนำตัวอย่างออกจากแบบ โดยการใช้เครื่องดันตัวอย่าง ทิ้งตัวอย่างไว้ในบรรยากาศปกติ ไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง จึงนำไปทำการทดสอบขั้นต่อไป

6.8 ในปริมาณของการผสมโดยใช้ยางแอสฟัลต์เปอร์เซ็นต์อันหนึ่งอันใด ให้เตรียมตัวอย่างอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง สำหรับการออกแบบให้ใช้ตัวอย่างแต่ละเปอร์เซ็นต์ของยางแอสฟัลต์ อย่างน้อย 5 ค่า และแต่ละค่าต่างกัน ร้อยละ 0.5

6.9 ทำการทดลองหาความแน่นของตัวอย่างโดยวิธี

6.9.1 นำตัวอย่างไปชั่งหาน้ำหนักในอากาศ (d) และ

6.9.2 นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำธรรมดาประมาณ 5 นาที นำตัวอย่างขึ้นเช็ดผิวให้แห้ง ชั่งหาน้ำหนักในอากาศ **(d_1)** และ

6.9.3 นำตัวอย่างจาก ข้อ **6.9.2** ไปชั่งหาน้ำหนักในน้ำ **(e)**

6.10 ทำการทดสอบหาค่า เสถียรภาพ และการไหล

6.10.1 นำตัวอย่างที่เสร็จจากการทดสอบแล้วตามข้อ **6.9** ไปแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ในอ่างต้มน้ำ

6.10.2 เมื่อนำตัวอย่างต้มน้ำครบ 30 นาที แล้วนำตัวอย่างขึ้นเช็ดให้แห้ง แล้วนำไปใส่ในแบบทดสอบเสถียรภาพ เพื่อไปกดหาค่าเสถียรภาพและค่าการไหล

6.10.3 นำแบบทดสอบเสถียรภาพที่ได้จากข้อ **6.10.2** ไปวางบนเครื่องทดสอบมาร์แชลล์ ให้แบบทดสอบเสถียรภาพอยู่ใต้กระบอกกด (Piston) ซึ่งติดกับ Proving Ring สำหรับอ่านน้ำหนักกด

6.10.4 เดินเครื่องให้แบบทดสอบเสถียรภาพ เคลื่อนไปสัมผัสกับกระบอกกดจนกระทั่งเข็มของ Dial Guage ที่ติดกับ Proving Ring ขยับตัว หยุดเครื่องแล้ว ทำการตั้งเข็มของ Dial Guage ให้อยู่ ณ เลข 0

6.10.5 นำเครื่องวัดการไหล ไปวางบนแกนที่ใช้สำหรับทดสอบหาค่าการไหล ซึ่งติดกับแบบทดสอบเสถียรภาพ ตั้งเข็ม Dial Guage ของเครื่องวัดการไหล ให้อยู่ ณ เลข 0 ใช้มือจับเครื่องวัดการไหล ให้นิ่งอยู่กับที่

6.10.6 เดินเครื่องทดสอบหาค่าเสถียรภาพ โดยอ่านค่าน้ำหนักสูงสุดที่กดจาก Proving Ring เป็นค่าที่อ่านได้ (Measured) ซึ่งต้องปรับค่า (Adjust) สำหรับตัวอย่างมาตรฐานที่หนา 6.35 เซนติเมตร (2.5 นิ้ว) ตามตารางที่ **1**

6.10.7 ขณะที่ทำการทดสอบหาค่า เสถียรภาพ เข็ม Dial Guage ของเครื่องวัดการไหลจะเคลื่อนที่ อ่านค่าการไหลจาก Dial Guage ที่น้ำหนักกดสูงสุด

7. การคำนวณ

คำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะรวม (Bulk Specific Gravity), ***V.M.A.*** (Voids in Mineral Aggregate), ช่องว่างอากาศ (Air Void), และช่องว่างที่บรรจุบิทูเมน (Voids Filled with Bitumen) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

7.1 คำนวณหาปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt by Weight of Mix)

สูตร $$b_1 = b - \frac{[x\ (100 - b)]}{100}$$

เมื่อ b_1 = แอสฟัลต์ประสิทธิผล (เป็นร้อยละ)
b = ร้อยละ แอสฟัลต์โดยน้ำหนักของส่วนผสม
x = แอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมโดยมวลรวม
(1 กรัมของแอสฟัลต์ /100 กรัมของมวลรวม)

7.2 คำนวณหาความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Bulk Specific Gravity of Specimen)

สูตร $$g = \frac{d}{(d_1 - e)}$$

เมื่อ g = ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง
d = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างชั่งในอากาศ (กรัม)
d_1 = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (กรัม)
e = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างสภาพอิ่มตัวชั่งในน้ำ (กรัม)

7.3 คำนวณหาร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt)

สูตร $$i = \frac{(b_1 g)}{G_{ac}}$$

เมื่อ i = ปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (เป็นร้อยละ)
G_{ac} = ความถ่วงจำเพาะรวมของแอสฟัลต์

7.4 คำนวณหาร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง

สูตร $$j = \frac{(100 - b)}{G_{ag}} g$$

เมื่อ j = ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง
G_{ag} = ความถ่วงจำเพาะรวมของมวลรวม

7.5 คำนวณหาค่าร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง

สูตร $$Air\ Voids = 100 - i - j$$

7.6 คำนวณหา (Voids in Mineral Aggregate)

สูตร $V.M.A. = 100 - j$

7.7 คำนวณหา (Voids Filled with Bitumen)

สูตร $V.F.B. = 100\left(\frac{i}{j}\right)$

7.8 นำค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้

7.8.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง เสถียรภาพกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

7.8.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง การไหลกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

7.8.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นของส่วนผสมกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

7.8.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ ช่องว่างอากาศกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

7.8.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ $V.M.A.$ กับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

7.8.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ $V.F.B.$ กับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

8. การรายงานผล

ให้รายงานตามแบบฟอร์มใน มยผ. 2217 – 57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) และ Curve แสดงความสัมพันธ์ ตามข้อ **7.8**

9. ข้อควรระวัง

9.1 อุณหภูมิของวัสดุผสมตาม ข้อ **6.8** ที่ถูกต้องมีดังนี้

9.1.1 ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าให้เพิ่มความร้อนให้ได้ตามที่กำหนด (145±5 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ยางแอสฟัลต์ AC. 60-70)

9.1.2 ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าให้ทิ้งไว้ให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด (145±5 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ยางแอสฟัลต์ AC. 60-70)

9.2 เวลาที่ทำการทดสอบตามข้อ **6.10** ต้องไม่เกิน 40 นาที เพื่อกันมิให้อุณหภูมิของตัวอย่างต่ำกว่าที่ต้องการ

10. หนังสืออ้างอิง

10.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 607 - 2533: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

10.2 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1559 - 89: Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus

10.3 The Asphalt Institute “Mix Design Methods for Asphalt Concrete and The Hot - Mix Types” Manual Series No. 2 (MS-2)

ตารางที่ 1 Stability Correlation Ratios

ปริมาตรของตัวอย่าง (c.c.)	ความหนาของตัวอย่าง (ประมาณ) (cm.)	(Correlation Ratios)
200 – 213	2.54	5.56
214 – 225	2.70	5.00
226 – 237	2.85	4.55
238 – 250	3.01	4.17
251 – 264	3.18	3.85
265 – 276	3.33	3.57
277 – 283	3.49	3.33
290 – 301	3.65	3.03
302 – 316	3.81	2.78
317 - 328	3.97	2.50
329 – 340	4.13	2.27
341 – 353	4.29	2.08
354 – 367	4.45	1.92
368 – 379	4.60	1.79
380 - 392	4.76	1.67
393 – 405	4.92	1.56
406 – 420	5.08	1.47
421 – 431	5.24	1.39
432 – 443	5.40	1.32
444 – 456	5.56	1.25
457 – 470	5.71	1.19
471 – 482	5.87	1.14
483 – 495	6.03	1.09
496 – 508	6.19	1.04
509 - 522	6.35	1.00*
523 – 535	6.51	0.96
536 – 546	6.67	0.93
547 – 559	6.83	0.89
560 – 573	6.98	0.86
574 - 585	7.14	0.83
586 – 598	7.30	0.81
599 – 610	7.46	0.78
611 - 625	7.62	0.76

หมายเหตุ **1.** ค่า Stability ที่อ่านได้ตามข้อ **6.10** คูณด้วย Correlation Ratios สำหรับความหนาหรือปริมาตรของตัวอย่าง คือ ค่าที่ได้แก้ไขสำหรับตัวอย่างมาตรฐานหนา 6.35 เซนติเมตร (2 1/2 นิ้ว)

2. ความเกี่ยวข้องระหว่างความหนาและปริมาตรตามตารางข้างบนนี้ ใช้สำหรับตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.16 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

โครงการ ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้าง..... ผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	บฟ. มยผ 2217 - 57 (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์ ชั้นคุณภาพ.....	ทะเบียนทดสอบ ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ ผู้รับรอง

% AC. Spec. No.	% AC. Spec. No.		Spec Hgt. cm.	Weight – grams			Bulk Vol. cc.	Density		Volume-% Total			Voids-%			Unit Wgt. gm/cc.	Stability-Lbs.		
				In air	Sat.. Sur. Dry	In water		Bulk	Max. Theor.	AC.	Agg.	Void	Agg.	Filled	Total		Meas.	Adjust	Flow 1/10 mm.
a	B	b_1	c	d	d_1	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	O	p	q	r
% AC. by Wgt. Of Agg.	% AC. by Wgt. of Mix.	% Eff. by Wgt. Of Mix.					d_1-e	d/f		$\frac{(b_1-g)}{G_{ac.}}$	$\frac{(100-b)g}{G_{ag.}}$	100-i-j	100-j	i/j	100-(100g/h)	G		*	

*** ดูตารางที่ 1**

$$\% \ Effective \ A.C. = b - \frac{[x(100-b)]}{100}$$

Where x = Bitumen Absorption. 1 kg. Of AC./100 kg. Of Agg.

มยผ. 2221 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าดรรชนีความยาวของวัสดุเม็ดหยาบ มาตรฐานการทดสอบนี้ได้ปรับปรุงมาจาก BS.812: 1967)

2. นิยาม

"ค่าดรรชนีความยาวของวัสดุ" หมายถึง มวลของวัสดุที่มีความยาวของส่วนยาวมากกว่า 1.8 เท่าของขนาดเฉลี่ยของวัสดุนั้นคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุที่นำมาทดสอบ

3. มาตรฐานอ้างถึง

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4. เครื่องมือ

เครื่องมือทดสอบประกอบด้วย

4.1 ช่องวัดความยาว (Length Guage) ประกอบด้วยช่องขนาดต่างๆ หลายขนาด แต่ละช่องมีตัวเลขกำกับอยู่ 2 ตัว ตัวเลขมาก หมายถึงส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นผ่าน ตัวเลขน้อย เป็นส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นๆ ค้างอยู่ ตามรูปที่ 1

4.2 เครื่องเขย่าตะแกรงพร้อมด้วยตะแกรงขนาดต่างๆ ให้เป็นไปตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.3 ภาชนะสำหรับใส่วัสดุ

4.4 เครื่องแบ่งตัวอย่าง

4.5 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

5. การเตรียมตัวอย่าง

5.1 นำตัวอย่างวัสดุเม็ดหยาบทั้งหมดมาคลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วทำการแบ่งโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง

5.2 ถ้าวัสดุเม็ดหยาบชื้นหรือเปียก ให้นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนแห้งแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นก่อนทำการทดสอบ

5.3 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบเป็นวัสดุชนิดขนาดเดี่ยว (Single Size) ให้เตรียมตัวอย่างไว้ไม่น้อยกว่า 200 ก้อน

5.4 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบมีอยู่หลายขนาดปนกัน ให้ทำการร่อนด้วยเครื่องเขย่าผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที ปริมาณของวัสดุเม็ดหยาบที่ใช้ร่อนผ่านตะแกรงต่างๆ ให้ใช้ตามตารางที่ **1** ของวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้างตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

5.5 นำวัสดุเม็ดหยาบขนาดต่างๆ ที่ร่อนแล้วไปชั่ง แล้วแยกเก็บไว้เพื่อทำการทดสอบ สำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้ทิ้งไป

6. การทดสอบ

6.1 นำตัวอย่างที่ค้างบนแต่ละตะแกรง ตามข้อ **5** มาทดลองลอดผ่านช่องวัดความยาว โดยใช้ส่วนที่ยาวที่สุดลอดผ่านตรงช่องที่มีตัวเลขเท่ากับตะแกรงที่ค้างนั้นทีละก้อน ให้ทำทุกๆ ขนาดของวัสดุ

6.2 นำส่วนที่ค้างและส่วนที่ผ่านช่องวัดความยาวของวัสดุแต่ละขนาดไปชั่ง แล้วบันทึกไว้

7. การคำนวณ

คำนวณหาดรรชนีความยาวได้จากสูตร

$$\text{ดรรชนีความยาว } (EI) \qquad \frac{\text{มวลรวมของตัวอย่างทุกขนาดที่ค้างช่องวัดความยาว} \times 100}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}}$$

$$\left(\frac{Y}{X+Y}\right)\times 100$$

เมื่อ X = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ลอดช่องวัดความยาวทุกช่อง มีหน่วยเป็นกรัม

Y = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ค้างช่องวัดความยาวทุกช่อง มีหน่วยเป็นกรัม

8. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละของดรรชนีความยาวเป็นเลขจำนวนเต็ม ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2221 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index)

9. ข้อควรระวัง

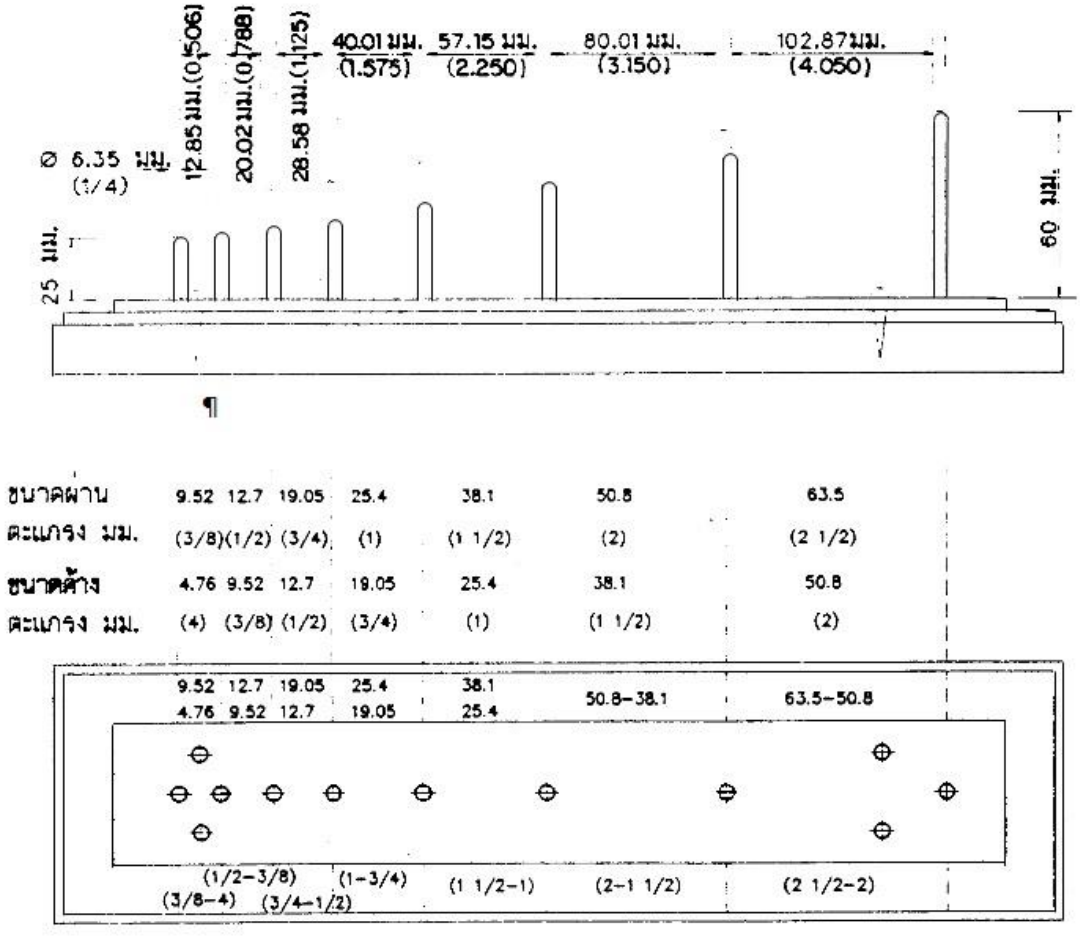
9.1 การทดลองสอดวัสดุผ่านช่องวัดความยาว ห้ามไม่ให้ใช้แรงดันเพื่อบังคับให้วัสดุผ่านช่อง

9.2 การทดลองลอดวัสดุผ่านช่องวัดความยาวทุกครั้ง ต้องให้แกนตามความยาวของวัสดุขนานกับด้านยาวของช่อง ห้ามไม่ให้เอียงวัสดุเพื่อลอดผ่านช่อง

10. เอกสารอ้างอิง

10.1 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 211/2528: วิธีการทดลองการค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) (เทียบเท่า BS 812: 1967)

10.2 British Standard Institution. Method for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sands & Fillers , British Standard 812: 1967



รูปที่ 1 เครื่องมือวัดความยาว (Length Guage)

บฟ. มยผ. 2221 - 57

อันดับการทดลองที่..... หนังสือที่ .....
เจ้าของตัวอย่าง..... วันที่รับหนังสือ.....
ทางสาย..... วันที่รับตัวอย่าง.....
วันที่ทดลอง..... เจ้าหน้าที่ทดลอง.....

ดรรชนีความยาว (Elongation Index)

ชนิดของวัสดุ.....
แหล่ง.....

Sieve Size U.S. Standard Square Opening (mm.)	Gauge length (mm.)	Mass Passing (gm.)	Mass Retained (gm.)	Total Mass X+Y (gm.)	Elongation Index %
63.5 - 50.8 (2 1/2”-2”)	102.87 (4.050”)				
50.8 - 38.1 (2”-1 1/2”)	80.01 (3.150”)				
38.1 - 25.4 (1 1/2”-1”)	57.15 (2.250”)				
25.4 - 19.05 (1”-3/4”)	40.01 (1.575”)				
19.05 - 12.7 (3/4”-1/2”)	28.58 (1.125”)				
12.7 - 9.52 (1/2”- 3/8”)	20.02 (0.788”)				
9.52 - 4.76 (3/8”-#4)	12.85 (0.506”)				

$$(EI) = \left(\frac{\text{Total Mass Retained}}{\text{Total Mass}}\right)\times 100$$

$$= \left(\frac{Y}{X+Y}\right)\times 100$$

มยผ. 2222 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าดรรชนีความแบนของวัสดุเม็ดหยาบ (Coarse Aggregate) โดยปรับปรุงมาจาก BS. 812: 1967

2. นิยาม

"ค่าดรรชนีความแบนของวัสดุ" หมายความว่า มวลของวัสดุที่มีความหนาของด้านแบนน้อยกว่า 3/5 เท่าของขนาดเฉลี่ยของวัสดุนั้น คิดเป็นร้อยละ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุที่นำมาทดสอบ

3. มาตรฐานอ้างถึง

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4. เครื่องมือ

4.1 ช่องวัดความหนา (Thickness Gauge or Slot Sieve) ประกอบด้วยช่องขนาดต่างๆ หลายขนาด แต่ละช่องมีตัวเลขกำกับอยู่ 2 ตัว ตัวเลขมากหมายถึงส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นผ่านส่วนตัวเลขน้อยเป็นส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นๆ ค้างอยู่ ดังรูปที่ **1** หรือรูปที่ **2**

4.2 เครื่องเขย่าตะแกรงพร้อมด้วยตะแกรงขนาดต่างๆ ให้เป็นไปตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

4.3 ภาชนะสำหรับใส่วัสดุ

4.4 เครื่องแบ่งตัวอย่าง

4.5 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

5. การเตรียมตัวอย่าง

5.1 นำตัวอย่างวัสดุเม็ดหยาบทั้งหมดมาคลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วทำการแบ่งโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง

5.2 ถ้าวัสดุเม็ดหยาบชื้นหรือเปียก ให้นำไปอบที่อุณหภูมิ 110±5 ซ. จนแห้ง แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นก่อนทำการทดสอบ

5.3 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบเป็นวัสดุชนิดขนาดเดี่ยว (Single Size) ให้เตรียมตัวอย่างไว้ไม่น้อยกว่า 200 ก้อน

5.4 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบมีอยู่หลายขนาดปนกัน ให้ทำการร่อนด้วยเครื่องเขย่าผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที ปริมาณของวัสดุเม็ดหยาบที่ใช้ร่อนผ่านตะแกรงต่างๆ ของวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ โดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง ตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

5.5 นำวัสดุเม็ดหยาบขนาดต่างๆ ที่ร่อนแล้วไปชั่ง แล้วแยกเก็บไว้เพื่อทำการทดสอบ สำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้ทิ้งไป

6. การทดสอบ

6.1 นำตัวอย่างที่ค้างบนแต่ละตะแกรงตามข้อ **4** มาทดลองลอดผ่านช่องวัดความหนา โดยใช้ส่วนที่แบนที่สุดลอดผ่านตรงช่องที่มีตัวเลขเท่ากับตะแกรงที่ค้างนั้นทีละก้อน ให้ทำทุกๆ ขนาดของวัสดุ

6.2 นำส่วนที่ค้างและส่วนที่ผ่านช่องวัดความหนาของวัสดุแต่ละขนาดไปชั่ง แล้วบันทึกไว้

7. การคำนวณ

คำนวณหาดรรชนีความแบนได้จากสูตร

$$\text{ดรรชนีความแบน } (FI) = \frac{\text{มวลของตัวอย่างทุกขนาดที่ลอดผ่านช่องวัดความหนา}}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}} \times 100$$

$$= \frac{X}{X+Y} \times 100$$

เมื่อ X = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ลอดผ่านช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

Y = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ค้างช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

8. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละของดรรชนีความแบนเป็นเลขจำนวนเต็ม ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

9. ข้อควรระวัง

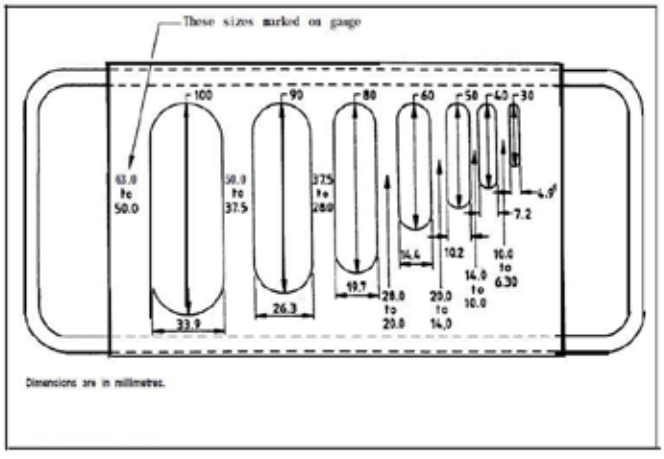
การทดสอบวัสดุผ่านช่องวัดความหนา ห้ามไม่ให้กดวัสดุเพื่อบังคับให้วัสดุผ่านช่อง

10. เอกสารอ้างอิง

10.1 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 210/2518: วิธีการทดลองหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

10.2 British Standards Institute. Methods for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sand & Fillers., British Standard 812: 1967

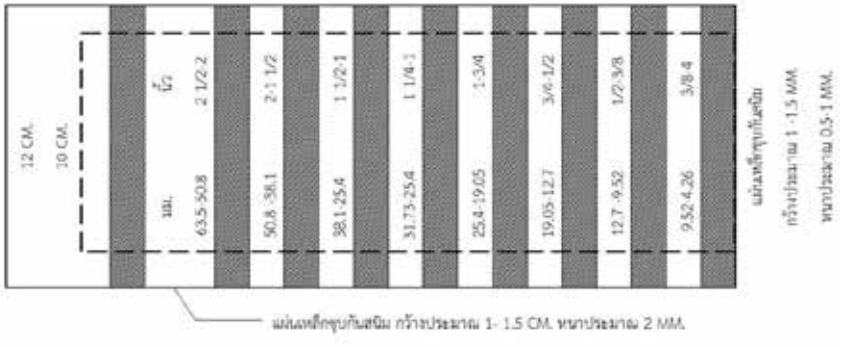
10.3 Norman W. Mcleod (1969). The Annual Meeting, Association of Asphalt Paving Technologists, Los Angeles California, Fed 10-12, 1969. A General Method of Design for Seal Coats and Surface Treatments



หมายเหตุ ขนาดของช่องดูตามตารางที่ **1**

รูปที่ 1 เครื่องมือวัดความหนา ชนิดที่ 1

(THICKNESS GAUGE OR SLOT SIEVE)



หมายเหตุ ขนาดของช่องดูตามตารางที่ **1**

ขนาดของวัสดุ				ขนาดช่องเครื่องมือวัดความหนา	
ผ่าน		ค้าง		มม.	นิ้ว
มม.	นิ้ว	มม.	นิ้ว	-	-
63.5	(2 1/2)	50	(2)	34.29	1.350
50.80	(2)	38.10	(1 1/2)	26.67	1.050
38.10	(1 1/2)	25.40	(1)	19.05	0.750
31.75	(1 1/4)	25.40	(1)	17.15	0.675
25.40	(1)	19.05	(3/4)	13.34	0.525
19.05	(3/4)	12.70	(1/2)	9.53	0.375
12.70	(1/2)	9.52	(3/8)	6.68	0.263
9.52	(3/8)	4.76	4	4.29	0.169

ความกว้างของช่องเท่ากับ 0.6 เท่า
ของขนาดเฉลี่ยของตะแกรง

รูปที่ 2 เครื่องมือวัดความหนา ชนิดที่ 2

(THICKNESS GAUGE OR SLOT SIEVE)

อันดับการทดสอบที่ ..... หนังสือที่ .....
เจ้าของตัวอย่าง ..... วันที่รับหนังสือ .....
ทางสาย .....
วันที่ทดสอบ ..... วันที่รับตัวอย่าง ..... เจ้าหน้าที่ทดสอบ .....

ดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

ชนิดของวัสดุ .....
แหล่ง ..... กม. .....

Sieve Size U.S Standard Square Opening (mm.)	Width of Slot sieve (mm.)	Mass Retained X (gm.)	Mass Passing Y (gm.)	Total Mass X+Y (gm.)	Flakiness Index %
63.5-50.8 (2 1/2" - 2")	34.29 (1.350")				
50.8-38.1 (2" - 1 1/2")	26.67 (1.050")				
38.1-25.4 (1 1/2" - 1")	19.05 (0.750")				
25.4-19.05 (1" - 3/4")	13.34 (0.525")				
19.05-12.7 (3/4" - 1/2")	9.53 (0.375")				
12.7-9.52 (1/2" - 3/8")	6.68 (0.263")				
9.52-4.76 (3/8" - #4)	4.29 (0.169")				
Total					

$$\text{ดรรชนีความแบน } (FI) = \frac{\text{มวลของตัวอย่างทุกขนาดที่ลอดผ่านช่องวัดความหนา}}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}} \times 100$$

$$= \frac{X}{X+Y} \times 100$$

มยพ. 2223 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) โดยปรับปรุงจากมาตรฐาน AASHO T 176 - 70

2. นิยาม

"ค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)" หมายความว่า ค่าสัดส่วนระหว่างฝุ่นหรือวัสดุประเภทเหมือนดินเหนียวกับวัสดุเม็ดหยาบพวกกรวดหรือทราย

3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 เครื่องมือทดสอบประกอบด้วยกระบอกตวงพลาสติกซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 31.75 มิลลิเมตร (1 1/4 นิ้ว) สูง 431.80 มิลลิเมตร (17 นิ้ว) และมีขีดวัด 318 มิลลิเมตร (15 นิ้ว) แบ่งเป็น 15 ส่วน ส่วนละ 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) แต่ละส่วนแบ่งออกเป็น 10 ช่อง

3.1.2 Irrigator Tube (ดูรูปที่ **1**)

3.1.3 Weighted Foot Assembly ซึ่งประกอบด้วย Sand Reading Indicator ติดอยู่กับแกนห่างจากตัว Foot 254 มิลลิเมตร (10 นิ้ว) ดูรูปที่ **1**

3.1.4 Siphon Assembly ประกอบด้วยขวดกลมซึ่งบรรจุสารละลาย Calcium Chloride 3.80 ลิตร (1 แกลลอน) ให้ขวดกลมวางสูงจากโต๊ะที่ทำการทดสอบ Sand Equivalent 914±25 มิลลิเมตร (3 ฟุต±1 นิ้ว)

3.1.5 กระป๋องตวง (Measuring Can) ขนาด 85±5 มิลลิเมตร (3 ออนซ์)

3.1.6 กรวยปากกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางตรงปากกรวยขนาดประมาณ 100 มิลลิเมตร

3.1.7 นาฬิกาจับเวลา

3.1.8 เครื่องเขย่ากล (Mechanical Shaker) มีประสิทธิภาพได้ 175±2 รอบต่อนาทีและระยะทางเขย่าเท่ากับ 203±1 มิลลิเมตร (8±0.004 นิ้ว) หรืออาจใช้เครื่องเขย่ามือ (Manual Shaker) ก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ **2** และ **3** ตามลำดับ

3.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ

3.2.1 Stock Solution สารละลาย Calcium Chloride เตรียมได้จาก Anhydrous Calcium Chloride 454 กรัม , USP Glycerine 2,050 กรัม และ Formaldehyde 47 กรัม ละลาย Calcium Chloride ในน้ำกลั่น 1,900 มิลลิลิตร (1/2แกลลอน) แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรองแบบ Rapid Filtering

Filter Paper หรือ Whatman No.12 เติม Glycerine และ Formaldehyde ในสารละลาย ผสมกันจนเข้ากันดี เติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนได้สารละลาย 3.80 ลิตร (1 แกลลอน)

3.2.2 Working Solution เตรียมได้จากการนำเอกสารละลายในข้อ **3.2.1** มาเต็มกระป๋องตวง (85±5 มิลลิลิตร) เติมน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 3.80 ลิตร (1 แกลลอน)

4. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างตากแห้ง (Air-Dry Sample) ที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (4.76 มิลลิลิตร) มา 1 กระป๋องตวง (85±5 มิลลิลิตร) โดยวิธี Quartering หรือใช้ Riffle Splitter อย่างใดอย่างหนึ่ง ควรเคาะกระป๋องกับพื้นแข็งๆ เพื่อให้ได้ตัวอย่างบรรจุในกระป๋องมากที่สุด ใช้ที่ปาดดินปาดวัสดุที่ขอบบนของกระป๋องตวงให้ตัวอย่างเต็มกระป๋องตวง

5. การทดสอบ

5.1 เติมสารละลายที่เตรียมจากข้อ **3.2.2** ลงไปในกระบอกตวงพลาสติกให้สูง 4±0.1 ส่วน (4±0.1 นิ้ว) โดยผ่าน Irrigator Tube วางกรวยปากกลมบนปากกระบอกตวง แล้วเทตัวอย่างจากกระป๋องตวงลงไปในกระบอกตวง ไล่ฟองอากาศโดยใช้ก้นกระบอกตวงกระแทกกับฝ่ามือจนตัวอย่างเปียกโดยทั่วถึงกัน

5.2 ปล่อยให้วัสดุตัวอย่างแช่ทิ้งไว้โดยไม่ถูกรบกวนเป็นเวลา 10±1 นาที แล้วอุดกระบอกตวงด้วยจุกยางพลิกกระบองตวงคว่ำไปมาพร้อมทั้งเขย่า เพื่อป้องกันมิให้วัสดุตกค้างอยู่ที่ก้นกระบอกตวง

5.3 การเขย่ากระบอกตวงสามารถทำได้ 3 วิธี ด้วยกัน คือ

(1) เขย่าด้วยเครื่องเขย่ากล โดยวางกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางอยู่ในแนวราบ และอยู่ในลักษณะติดแน่นกับเครื่องเขย่า ตั้งเวลาให้เครื่องเขย่ากลนี้เขย่าเป็นเวลา 45±1 วินาที

(2) เครื่องเขย่ามือ โดยยึดกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางเข้ากับเครื่องโดยใช้สปริงยึด 3 ตัว ตั้งเครื่องนับครั้งเขย่าให้เริ่มที่ศูนย์ ดันเหล็กโยกกระบอกตวงไปในแนวนอนด้านข้าง จนกระทั่งปลายเข็มชี้ที่เครื่องหมายกำหนดระยะทางการเขย่าซึ่งติดอยู่บนกระดาษด้านหลังเครื่องโยกแล้วจึงปล่อยมือให้เหล็กโยกเขย่ากระบอกตวงโดยอิสระ และอาจใช้ปลายนิ้วมือโยกช่วย เพื่อให้การเขย่าเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและเคลื่อนที่ในแนวด้านข้างตามระยะที่กำหนดไว้ การเขย่าที่ถูกต้องสมบูรณ์คือ การโยกที่เมื่อครบรอบครั้งหนึ่งๆ แล้ว ปลายเข็มจะอยู่ภายในขีดความกว้างของเครื่องหมายกำหนดระยะทาง ให้เขย่าเช่นนี้ 100 รอบ

(3) ใช้มือเขย่า โดยจับกระบอกตวงด้วยฝ่ามือทั้งสองข้างในแนวราบ ให้ระยะทางเขย่าในแนวราบนี้ยาว 228±25 มิลลิเมตร (9±1 นิ้ว) และให้เขย่า 90 รอบ ในเวลาประมาณ 30 วินาที ดังแสดงในรูปที่ **3** (การนับจำนวนรอบให้นับจากจุดเริ่มต้นเขย่าไปแล้วกลับมาที่จุดเริ่มต้นอีกเป็น 1 รอบ)

5.4 หลังจากเขย่าโดยวิธีการตามข้อ **5.3** แล้ว นำกระบอกตวงพลาสติกตั้งบนโต๊ะเอาจุกออก หย่อนปลาย Irrigator Tube ลงไปในกระบอกตวง เปิดให้สารละลายในขวดผ่านออกไปล้างวัสดุที่ติดอยู่ข้างๆ กระบอกตวงนั้นจากขอบบนลงไปค่อยๆ หมุนและดัน Irrigator Tube ผ่านชั้นวัสดุเม็ดหยาบลงไปจนถึงก้นกระบอก วัสดุเม็ดละเอียดจะลอยตัวขึ้นมาเป็นของผสมอยู่เหนือพวกเม็ดหยาบ เมื่อของผสมมีระดับอยู่ที่ขีด 15 ส่วน (15 นิ้ว)

ค่อยๆ ยก Irrigator Tube ขึ้น แต่ยังปล่อยให้สารละลายไหลออกเรื่อยๆ จนเมื่อยก Irrigator Tube ออกจากกระบอกตวง ระดับของผสมในกระบอกตวงต้องอยู่ที่ระดับขีดที่ 15 ส่วน (15นิ้ว)

5.5 ปล่อยกระบอกตวงทิ้งไว้โดยไม่ให้ถูกรบกวนอีก 20 นาที นับเวลาหลังจากเอา Irrigator Tube ออก จะเห็นดินเหนียวลอยอยู่โดยแยกเป็นชั้นอย่างชัดเจน อ่านค่าระดับชั้นบนสุดของดินเหนียวบนกระบอกตวงเป็นค่า “Clay Reading” ถ้าในระยะเวลา 20 นาที ดินเหนียวยังตกตะกอนไม่หมด โดยยังไม่เห็นเป็นชั้นแยกกันอย่างชัดเจนให้ยืดเวลาออกไปแต่ไม่ควรเกิน 30 นาที ถ้าเวลามากกว่า 30 นาที ยังไม่มีการแยกเห็นได้ชัดเจน ให้ทำการทดสอบใหม่ โดยใช้อีก 3 ตัวอย่าง และใช้ค่า “Clay Reading” ของตัวอย่างที่ใช้ระยะเวลาตกตะกอนที่สั้นที่สุด

5.6 หาค่า “Sand Reading” ได้จากการนำเอา Weighted Foot Assembly ค่อยๆ หย่อนลงในกระบอกตวงไปวางบนวัสดุหยาบหรือทราย อ่านค่าบนกระบอกตวงระดับบนสุดของ Indicator แล้วลบด้วย 10 จะได้ค่า “Sand Reading”

5.7 ค่าของ “Clay Reading” และ “Sand Reading” ให้ใช้ทศนิยมเพียง 1 ตำแหน่งเท่านั้น ในกรณีที่อ่านทศนิยมได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง ให้ปัดไปในด้านมากจนเหลือทศนิยม 1 ตำแหน่ง เช่น อ่านได้ 3.22 ให้ใช้ 3.3 เป็นต้น

6. การคำนวณ

ค่า Sand Equivalent (**S.E.**) หาได้จากสูตร

$$\mathbf{S.E.} = \frac{\textbf{Sand Reading}}{\textbf{Clay Reading}} \times 100$$

ถ้าค่า **S.E.** ไม่เป็นเลขจำนวนเต็มให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มทั้งหมด เช่น ค่า **S.E.** ได้เท่ากับ 41.25 ให้ใช้ค่า **S.E.** เป็น 42 เป็นต้น

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลในแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

8. ข้อควรระวัง

8.1 สถานที่ใช้ในการทดลองต้องเป็นที่ซึ่งปราศจากการสั่นสะเทือน ซึ่งจะทำให้อัตราการตกตะกอนผิดไป

8.2 ไม่ควรวางกระบอกตวงพลาสติกในแสงแดด

8.3 ระวังมิให้ทรายหรือดินไปอุดตันที่ปลายของ Irrigator Tube

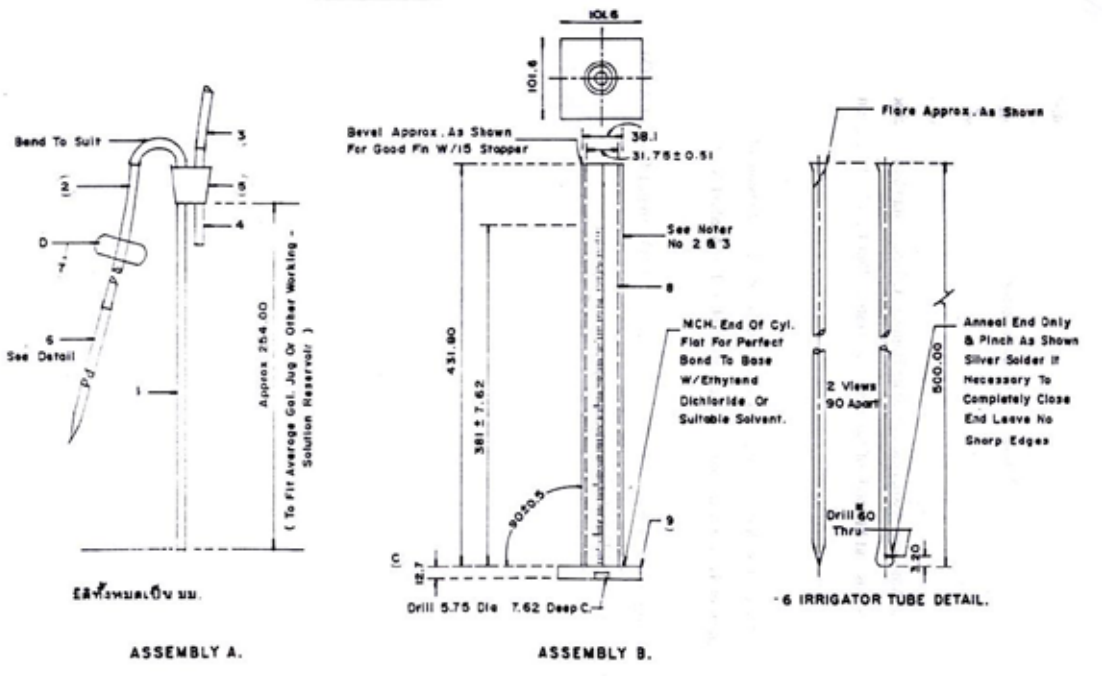
9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 203/2518: วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent

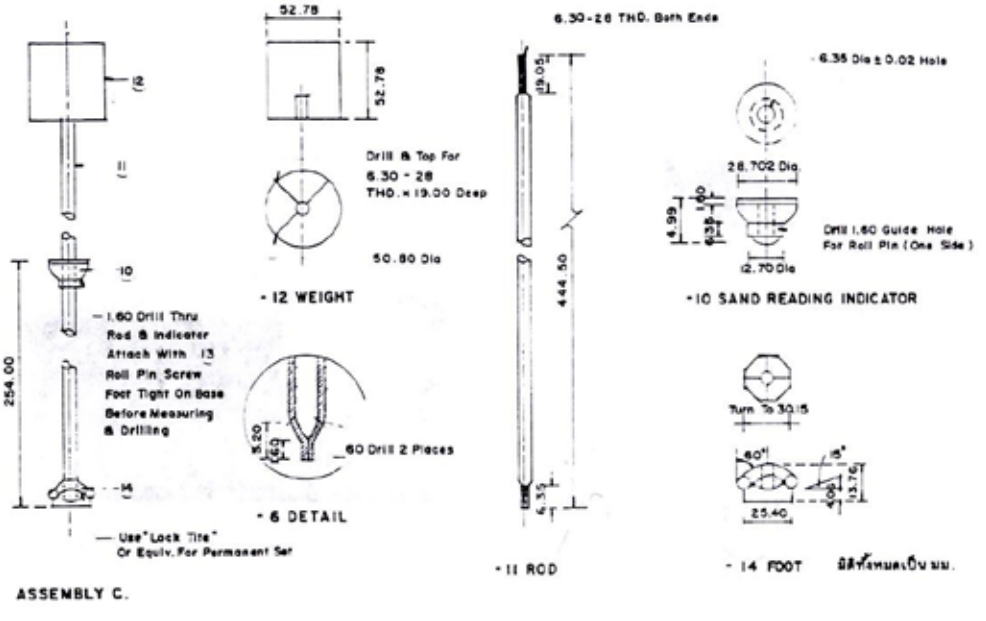
9.2 The American Association of State Highway Official. Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II , AASHO Designation: T 176 - 70

9.3 State of California, Department of Public Works, Division of Highways. Materials Manual of Testing and Control Procedures, Vol. I Test Method No. Calif. 217 - B.

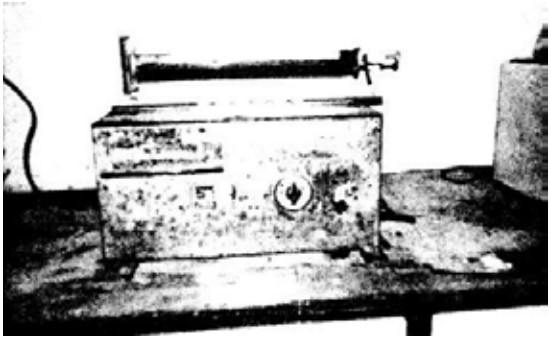
9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 2419 - 71: Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate



รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบหาค่า Sand Equivalent (1)



รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบหาค่า Sand Equivalent (2)



รูปที่ 2 Mechanical Shaker



รูปที่ 3 Manual Shaker

อันดับการทดสอบที่ ..... หนังสือที่ .....
เจ้าของตัวอย่าง ..... วันที่รับหนังสือ .....
ทางสาย .....
วันที่ทดสอบ ..... วันที่รับตัวอย่าง ..... เจ้าหน้าที่ทดสอบ .....

Plastic Fine in Graded Aggregates

Sand Equivalent Test

Sample No.	Source	Sand Reading	Clay Reading	$S.E. = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$	Remarks

ผลการทดสอบนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่กองวิเคราะห์และวิจัยและทดสอบได้รับเท่านั้น

มยพ. 2224 - 57

มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการทดสอบเพื่อหาค่าร้อยละของการหลุดออกระหว่างแอสฟัลต์กับวัสดุ Aggregate ซึ่งได้ปรับปรุงมาจากวิธีการทดสอบของ The Dept. of Main Roads, N.S.W. ประเทศออสเตรเลีย

2. นิยาม

"การหลุดออก (Stripping)" หมายความว่า ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณแอสฟัลต์ที่เคลือบและไม่เคลือบอยู่บนผิวหน้าของวัสดุ Aggregate ก้อนหนึ่ง

3. เครื่องมือ

3.1 ถาดสังกะสีหรือฝากระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร ขอบสูงประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 2 ถาด

3.2 เตาอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 60° ซ.

3.3 อ่างน้ำชนิด Thermostatic water bath สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 50° ซ.

3.4 เทอร์โมมิเตอร์ ขนาด 0–110° ซ. จำนวน 2 อัน

3.5 คีมปากจิ้งจก

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 เลือกวัสดุ Aggregate ขนาดประมาณ 12.7–25.4 มิลลิเมตร (ห้ามทำการร่อน) ที่มีผิวหน้าใดหน้าหนึ่งเรียบและความหนาพอที่คีมจะจับถึงได้มา 50 ก้อน

4.2 ให้ความร้อนแอสฟัลต์ ตามอุณหภูมิของแอสฟัลต์แต่ละชนิดที่ใช้ทำการก่อสร้าง ตามตารางต่อไปนี้

ตารางอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ทำการก่อสร้าง

ชนิดของแอสฟัลต์	อุณหภูมิที่ใช้ทำการก่อสร้าง (° ซ.)
RC - 3000	120–160
RC - 800	100-120
RC - 250	80-110
CRS - 1	45-75
CRS - 2	60-80
AC 60 - 70	140-175
AC 80 - 100	140-175
AC 120 - 150	140-175

5. การทดสอบ

5.1 เทแอสฟัลต์ที่ได้เตรียมไว้แล้วตามข้อ **4.** ลงในถาดทั้งสอง โดยให้แอสฟัลต์มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร หรือใช้น้ำหนักแอสฟัลต์ประมารถาดละ 25 กรัม แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิปกติ

5.2 นำวัสดุ Aggregate ตามข้อ 4. กดด้านที่เรียบลงบนผิวแอสฟัลต์เบาๆ ให้ผิวหน้าจมในแอสฟัลต์ ถาดละ 25 ก้อน แล้วเอาเข้าอบที่อุณหภูมิ 60° ซ. สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ใช้เวลา 24 ชั่วโมง สำหรับ Cutback Asphalt และ Emulsified Asphalt ใช้เวลา 48 ชั่วโมง

5.3 หลังจากอบแล้ว ให้นำลงไปแช่น้ำในอ่างที่อุณหภูมิ 50° ซ. เป็นเวลา 4 วัน แล้วเอาไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 - 30° ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

5.4 นำเอาถาดขึ้นจากน้ำ แล้วดึงเอาวัสดุ Aggregate ออก โดยใช้คีมคีบขึ้นทีละก้อนพยายามดึงด้วยแรงที่เท่าๆ กัน

5.5 พิจารณาวัสดุ Aggregate ที่ได้ดึงออกมา และให้คะแนนแต่ละก้อน ดังนี้

ก. ผิวหน้าของวัสดุ	Aggregate	ก้อนใดที่ไม่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่เลย	ให้ 1.00 คะแนน
ข. ผิวหน้าของวัสดุ	Aggregate	ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่น้อยกว่าครึ่งหน้า	ให้ 0.75 คะแนน
ค. ผิวหน้าของวัสดุ	Aggregate	ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่ครึ่งหน้า	ให้ 0.50 คะแนน
ง. ผิวหน้าของวัสดุ	Aggregate	ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่มากกว่าครึ่งหน้า	ให้ 0.25 คะแนน
จ. ผิวหน้าของวัสดุ	Aggregate	ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบเต็มหน้า	ให้ 0 คะแนน

6. การคำนวณ

$$\textbf{ค่าร้อยละการหลุดออก} = \frac{\textbf{ผลบวกของคะแนนทั้งหมด (ตามข้อ 5.5)}}{\textbf{จำนวนก้อนวัสดุ Aggregate ทั้งหมด}} \times 100\ \%$$

แล้วนำค่าของทั้งสองถาดมาเฉลี่ยเป็นค่าร้อยละการหลุดออกของวัสดุ Aggregate นั้น

7. การรายงานผล

ให้รายงานตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2224 - 57: มาตรฐานการทดสอบการหลุดลอก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

8. ข้อควรระวัง

ในการเลือกวัสดุ Aggregate ห้ามทำการร่อน เพื่อป้องกันมิให้ฝุ่นที่จับก้อนวัสดุอยู่เดิมหลุดออก

9. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 605/2518: วิธีการทดลองการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

บฟ. มยผ. 2224 - 57

กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

กรมโยธาธิการและผังเมือง

อันดับการทดสอบที่	.....	**หนังสือที่**	.....
เจ้าของตัวอย่าง	.....	**วันที่รับหนังสือ**	.....
ทางสาย	.....	**วันที่รับตัวอย่าง**	.....
เจ้าหน้าที่ทดสอบ	.....	**วันที่ทดลอง**	.....

การหลุดออกโดยใช้ Plate Test

ถาดที่ 1 (ใช้ AC. 60 - 70)			ถาดที่ 2 (ใช้ AC. 60 - 70)		
หมายเลข	**คะแนน**	**หมายเหตุ**	**หมายเลข**	**คะแนน**	**หมายเหตุ**

ร้อยละการหลุดออก ถาดที่ 1 =

ถาดที่ 2 =

ค่าเฉลี่ย =

ผลการทดสอบนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุได้รับเท่านั้น

มยพ. 2225 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความคงทนของมวลรวมในสารละลายอิ่มตัวโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการช่วยพิจารณาค่าความคงทนของมวลรวมที่ถูกกระทำในสภาพดินฟ้าอากาศ โดยเฉพาะมวลรวมที่ได้จากแหล่งที่มีข้อมูลในการทนต่อกระบวนการถูกทำลายทางธรรมชาติมีไม่เพียงพอ

2. นิยาม

"ค่าความคงทน (Soundness)" หมายความว่า ค่าความต้านทานต่อการแตกแยกของมวลรวมในสารละลายอิ่มตัวโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟต โดยในการกำหนดค่าคงทนจะต้องระบุชนิดของสารละลายและจำนวนรอบของการทดสอบอย่างชัดเจน

3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 ตะแกรง ช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดช่องผ่านของตะแกรงจะต้องสอดคล้องกับ ASTM E 11 หรือเทียบเท่า โดยมีขนาดต่างๆ ตามตารางที่ **1**

ตารางที่ 1

ขนาดตะแกรงที่ใช้ มิลลิเมตร	
มวลรวมเม็ดละเอียด	**มวลรวมเม็ดหยาบ**
0.150 (เบอร์ 100)	8.0 (5/16")
0.30 (เบอร์ 50)	9.5 (3/8")
0.60 (เบอร์ 30)	12.5 (1/2")
1.18 (เบอร์ 16)	16.0 (5/8")
2.36 (เบอร์ 8)	19.0 (3/4")
4.00 (เบอร์ 5)	25.0 (1")
4.75 (เบอร์ 4)	31.5 (1 1/4")
	37.5 (1 1/4")
	50 (2")
	63 (2 1/2")
	ขนาดโตกว่านี้ให้ใช้ตะแกรงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นทีละ 1/2นิ้ว

3.1.2 ภาชนะบรรจุสำหรับใส่ตัวอย่างมวลรวมแช่ลงในสารละลาย จะต้องมีรูพรุนเพียงพอเพื่อที่จะให้สารละลายไหลเข้าได้สะดวก และสามารถระบายออกได้โดยที่ไม่ทำให้มวลรวมสูญหาย ภาชนะบรรจุตัวอย่างอาจใช้ตะกร้าที่ทำจากลวดตาข่าย หรือตะแกรงที่มีช่องเปิดที่เหมาะสมได้

3.1.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ใช้ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ตลอดเวลาที่แช่อยู่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมซัลเฟต

3.1.4 ตาชั่ง

(1) สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียด ตาชั่งต้องชั่งได้ไม่น้อยกว่า 500 กรัม และชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

(2) สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ ตาชั่งต้องชั่งได้ไม่น้อยกว่า 5,000 กรัม และชั่งได้ละเอียดถึง 1.0 กรัม

3.1.5 เตาอบต้องสามารถให้ความร้อนได้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส และอัตราการระเหยที่ช่วงอุณหภูมิดังกล่าว จะต้องไม่น้อยกว่า 25 กรัมต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งตลอดช่วงเวลานี้ประตูของเตาอบจะต้องปิดสนิท อัตราการระเหยดังกล่าวสามารถหาได้จากการระเหยของน้ำที่บรรจุในถ้วยทนความร้อนทรงเตี้ย (Griffin Low-Form Beakers) ขนาด 1 ลิตร จำนวนของน้ำ 500 กรัม อุณหภูมิ 21±2 องศาเซลเซียส แล้วนำถ้วยแก้วที่บรรจุน้ำวางไว้ทุกมุมและตรงกลางของทุกชั้นของเตาอบให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิคงที่ที่ 110±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ติดต่อกัน ค่าการระเหยหาได้จากค่าเฉลี่ยของน้ำที่หายไปในทุกจุด และขณะทดสอบหาค่าระเหยนี้ ภายในเตาอบจะต้องมีเฉพาะถ้วยแก้วบรรจุน้ำอยู่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

3.1.6 เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะ ต้องเป็นเครื่องมือที่เหมาะสม ทำจากแก้วอย่างดี เช่น ไฮโดรมิเตอร์ มีความเที่ยงตรงแม่นยำ สามารถอ่านค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายได้ละเอียดถึง 0.001

3.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ

3.2.1 เตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดสอบโซเดียมซัลเฟต หรือ แมกนีเซียมซัลเฟต อย่างหนึ่งอย่างใดตามข้อ **3.2.2** หรือ **3.2.3** ให้มีปริมาตรอย่างน้อย 5 เท่า ของปริมาณของตัวอย่างที่จะนำมาแช่ในการทดสอบแต่ละครั้ง

3.2.2 สารละลายโซเดียมซัลเฟต เตรียมสารละลายอิ่มตัวได้จากการละลายเกลือโซเดียมซัลเฟตเกรด USP หรือเทียบเท่า ในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส เพิ่มจำนวนของเกลือผง (Na_2SO_4) หรือเกลือผลึก ($Na_2SO_4.10H_2O$) ให้เพียงพอ จนแน่ใจว่าสารละลายไม่เพียงแต่จะอิ่มตัวเท่านั้น แต่จะต้องตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วย เมื่อพร้อมที่จะใช้ในการทดสอบ คนให้เข้ากันขณะผสมเกลือลงไป และจะต้องหมั่นคนอยู่เสมอจนกว่าจะใช้งาน เพื่อป้องกันการระเหยและสิ่งสกปรกตกลงไป ให้ปิดฝาภาชนะบรรจุไว้ ทำสารละลายให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส คนอีกครั้งหนึ่ง แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปใช้ทดสอบ หากมีผลึกเกลือปรากฏให้เห็นก่อนการใช้ในแต่ละครั้ง ต้องทำผลึกเกลือให้แตกคนให้ทั่วแล้ว จึงตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย ขณะใช้งานสารละลายจะต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.151-1.174 สารละลายที่มีสีผิดไปจากเดิมให้นำทิ้งไป หรืออาจกรองแล้วตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะใหม่ก่อนนำมาใช้

สำหรับสารละลายโซเดียมซัลเฟต ถ้าใช้เกลือผง (Na_2SO_4) 215 กรัม หรือเกลือผลึก ($Na_2SO_4 .10H_2O$) 700 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้วจะอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าสารละลายนี้อิ่มตัว แต่ก็อาจจะยังไม่คงตัวเต็มที่ดังกล่าว คือ ยิ่งถ้าต้องการให้มีการตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วยแล้ว ก็ควรเพิ่มการใช้เกลือผงไม่น้อยกว่า 350 กรัม หรือเพิ่มเกลือผลึกเป็นไม่น้อยกว่า 750 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร

โดยทั่วไปเกลือโซเดียมซัลเฟตชนิดผงที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งพอจะอนุโลมเรียกเป็นเกลือผง (Na_2SO_4) ได้นั้น สามารถใช้ทำสารละลายได้ดีที่สุด ทั้งยังประหยัดกว่าเกลือผงแท้จริงอีกด้วย ส่วนเกลือผลึก ($Na_2 SO_4 10H_2O$) นั้น เมื่อผสมกับน้ำ จะทำให้สารละลายที่ได้เย็นตัวลงเร็วกว่าปกติ ทำให้การผสมให้เข้ากันเป็นไปได้ค่อนข้างยาก

3.2.3 สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต เตรียมสารละลายอิ่มตัวได้จาการละลายเกลือแมกนีเซียมเกรด USP หรือ เทียบเท่าในน้ำที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เพิ่มจำนวนของเกลือผง ($Mg SO_4$) หรือเกลือผลึก ($Mg SO_4.7H_2O$) ให้เพียงพอ จนแน่ใจว่าสารละลายไม่เพียงแต่จะอิ่มตัวเท่านั้น แต่จะต้องตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วย เมื่อพร้อมที่จะใช้ในการทดสอบ คนให้เข้ากันขณะผสมเกลือลงไป และจะต้องหมั่นคนอยู่เสมอจนกว่าจะใช้งาน เพื่อป้องกันการระเหยและสิ่งสกปรกตกลงไปให้ปิดฝาภาชนะบรรจุไว้ ทำสารละลายให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส คนอีกครั้งหนึ่งแล้วทิ้งไว้อุณหภูมินี้เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปใช้ทดสอบ หากมีผลึกเกลือปรากฏให้เห็นก่อนการใช้ในแต่ละครั้ง ต้องทำผลึกเกลือให้แตก คนให้ทั่วแล้วจึงตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย ขณะใช้งานสารละลายจะต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.295-1.308 สารละลายที่มีสีผิดปกติไปจากเดิม ให้นำทิ้งไป หรืออาจกรองแล้วตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะใหม่ก่อนนำมาใช้

สำหรับสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ถ้าใช้เกลือผง ($Mg SO_4$) 350 กรัม หรือเกลือผลึก ($M_g SO_4.7H2O$) 1,230 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้ว จะอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าสารละลายนี้จะอิ่มตัว แต่ก็อาจจะยังไม่คงตัวเต็มที่นัก ซึ่งเกลือผงจะให้สารละลายที่คงตัวเต็มที่ดีกว่าเกลือผลึก กล่าวคือ ยิ่งถ้าต้องการให้มีการตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วยแล้ว ก็ควรเพิ่มเกลือผลึกไม่น้อยกว่า 1400 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 มวลรวมเม็ดละเอียด สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียดที่จะนำมาใช้ในการทดสอบจะต้องผ่านตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8นิ้ว) ทั้งหมด นำมวลรวมเม็ดละเอียดดังกล่าวมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 2 จากผลการทดสอบการแบ่งขนาดส่วนของมวลรวมเม็ดละเอียดที่จะนำมาใช้ในการทดสอบหาค่าความคงทนจะต้องมีปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป และมวลที่ใช้ในการทดสอบแต่ละช่วงขนาดตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 จะต้องไม่น้อยกว่า 100 กรัม

ตารางที่ 2 ขนาดตะแกรงและมวลของมวลรวมเม็ดละเอียดที่ใช้ในการทดสอบ

ขนาดตะแกรง (มิลลิเมตร)		มวล (กรัม)
ผ่าน	ค้าง	
0.60 (เบอร์ 30)	0.30 (เบอร์ 50)	100
1.18 (เบอร์ 16)	0.60 (เบอร์ 30)	100
2.36 (เบอร์ 8)	1.18 (เบอร์ 16)	100
4.75 (เบอร์ 4)	2.36 (เบอร์ 8)	100
9.5 (3/8)	4.75 (เบอร์ 4)	100

4.2 มวลรวมเม็ดหยาบ สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ จะต้องร่อนเอาส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ออกให้หมด นำมวลเม็ดหยาบดังกล่าวมาร่อนผ่านตะแกรงต่างๆ ตามตารางที่ 3 จากผลการทดสอบการแบ่งขนาดของมวลรวมเม็ดหยาบที่จะนำมาใช้ในการทดสอบหาค่าความคงทนจะต้องมีปริมาณในแต่ละช่วงขนาดที่ใช้ในการทดสอบตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป และมวลที่ใช้ในการทดสอบแต่ละช่วงขนาดตามตารางที่ **3**

4.3 มวลรวมที่จะใช้ทดสอบประกอบด้วยมวลเม็ดละเอียดและมวลรวมเม็ดหยาบ โดยที่มีส่วนค้างตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8นิ้ว) มากกว่าร้อยละ 10 โดยมวล และมีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) มากกวาร้อยละ 10 โดยมวล แล้วให้แบ่งตัวอย่างออกเป็นส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) และทดสอบตามวิธีการทดสอบมวลรวมเม็ดหยาบกับส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ตามลำดับ การรายงานผลให้แยกรายงานค่าส่วนที่ไม่คงทนของส่วนละเอียดและส่วนหยาบ และรายงานร้อยละของส่วนละเอียดและส่วนหยาบที่มีอยู่ในมวลรวมทั้งหมดด้วย

ตารางที่ 3 มวลของมวลรวมเม็ดหยาบที่ใช้ในการทดสอบ

ขนาดที่ใช้ทดสอบ (มิลลิเมตร)	ขนาดตะแกรง (มิลลิเมตร)		มวล (กรัม)
	ผ่าน	ค้าง	
9.5 (3/8) - 4.75 (เบอร์ 4)	9.5 (3/8”)	4.75 (เบอร์ 4)	300±5
19.0 (3/4”) - 9.5 (3/8”) ประกอบด้วย	 12.5 (1/2”) 19.0 (3/4”)	 9.5 (3/8”) 12.5 (1/2”)	1,000±10 330±5 670±10
37.5 (1 1/2”) - 19.0 (3/4”) ประกอบด้วย	25.0 (1”) 37.5 (1 1/2”)	19.0 (3/4”) 25.0 (1”)	1,500±50 500±30 1,000±50
63 (2 1/2”) – 37.5 (1 1/2”) ประกอบด้วย	50 (2”) 63 (2 1/2”)	37.5 (1 1/2”) 50 (2”)	5,000±30 2,000±200 3,000±300
ขนาดที่โตกว่านี้ให้แบ่งเป็นช่วง ช่วงละ 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และใช้มวลในแต่ละช่วง			7,000±1,000

หมายเหตุ **(1)** ในกรณีของขนาดที่ใช้ทดสอบ ประกอบด้วยมวลรวมเม็ดหยาบ 2 ช่วง แต่ละมวลของช่วงหนึ่งช่วงใดขาดหายไปบ้าง โดยมวลไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ **3** ไม่ควรเอามวลของอีกขนาดหนึ่งมาทดแทนกัน โดยดำเนินการขอตัวอย่างเพิ่มจนได้มวลตามที่กำหนด

(2) ในกรณีของขนาดที่ใช้ทดสอบอยู่ในช่วงที่ตารางที่ **3** กำหนดว่า ประกอบด้วยมวลรวมรวมเม็ดหยาบ 2 ช่วงแล้ว แต่ขนาดของช่วงหนึ่งช่วงใดขาดหายไปหมด เช่น ในกรณีของวัสดุ Single Size อาจใช้มวลของขนาดที่มีอยู่มาทำการทดสอบแทนอนุโลม

5. การทดสอบ

5.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดสอบ

5.1.1 สำหรับมวลรวมละเอียด ให้ล้างตัวอย่างบนตะแกรงขนาด 0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50) อบจนมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส แยกขนาดของวัสดุ โดยใช้ตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ **2** เลือกตัวอย่างให้มีมวลเกินกว่า 100 กรัม บนแต่ละชั้นของตะแกรงไว้ทำการทดสอบ (โดยทั่วไปเตรียมไว้ประมาณ 110 กรัม) อย่านำวัสดุที่ติดค้างระหว่างช่องตะแกรงมาทดสอบ ชั่งมวลของแต่ละตัวอย่างแยกจากกันให้ได้ตัวอย่างละ 150±5 กรัม แยกบรรจุในภาชนะตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบต่อไป

5.1.2 สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ ให้ล้างตัวอย่างแล้วอบจนมีมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส แยกขนาดของวัสดุโดยใช้ตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ **3** แยกชั่งมวลของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนแต่ละชั้นของตะแกรงให้ได้มวลตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ **3** และถ้าขนาดที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยมวลรวม 2 ช่วงแล้ว ให้รวมมวลกันให้ได้ตามที่กำหนดไว้ จดบันทึกมวลที่ในการทดสอบและมวลของส่วนประกอบแต่ละขนาดด้วย สำหรับตัวอย่างของวัสดุที่มีขนาดโตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) จะต้องนับจำนวนก้อนในแต่ละขนาดที่ใช้ในแต่ละขนาดที่ใช้ทดสอบและจดบันทึกไว้ด้วย

5.2 การทดสอบ

5.2.1 แช่ตัวอย่างลงในสารละลายโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 18 ชั่วโมง สารละลายจะต้องท่วมตัวอย่างอย่างน้อย 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ปิดฝาภาชนะบรรจุตัวอย่างที่กำลังทดสอบ เพื่อลดการระเหยของสารละลายและป้องกันสิ่งแปลกปลอมอื่นตกลงไปในสารละลาย และตลอดระยะเวลาที่แช่ตัวอย่างทดสอบจะต้องรักษาและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่อุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส

สำหรับมวลรวมที่มีมวลเบามาก เมื่อแช่ตัวอย่างลงในสารละลายขณะทำการทดสอบ อาจใช้ตะแกรงที่มีน้ำหนักเหมาะสมปิดทับเพื่อให้ตัวอย่างจมในสารละลาย

5.2.2 หลังจากแช่จนได้กำหนดเวลาแล้ว ให้นำตัวอย่างมวลรวมออกจากสารละลาย ปล่อยทิ้งไว้อีก 15±5 นาที เพื่อให้สารละลายที่อาจมีติดค้างอยู่ตามเม็ดตัวอย่างไหลออกหมด แล้วนำไปเข้าเตาอบซึ่งได้ทำให้มีความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ที่ 110±5 องศาเซลเซียสอยู่ก่อนแล้ว อบตัวอย่างที่อุณหภูมินั้นจนตัวอย่างมีมวลคงที่

สำหรับระยะเวลาในการอบจนมวลคงที่นั้น ให้ใช้เวลาที่ได้จากการทดสอบ โดยเอาตัวอย่างบรรจุจนเต็มเตาอบที่มีอุณหภูมิคงที่ 110±5 องศาเซลเซียส แล้วทำการตรวจสอบมวลที่หายไปของตัวอย่างโดยนำออกมาชั่งทั้งที่ยังร้อนอยู่ หลังจากอบไปแล้วทุกช่วง 2-4 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบหลายๆ ครั้งจนแน่ใจว่าได้มวลที่คงที่แล้ว เวลาที่ใช้ในการอบขึ้นอยู่กับสภาพของตัวอย่างและตำแหน่งที่วาง ซึ่งควรจะเป็นไปตามข้อ **3.1.5** การพิจารณาว่ามวลคงที่ก็ต่อเมื่อมวลมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่เกินร้อยละ 0.1 ในช่วง 4 ชั่วโมง ของการอบ และเมื่อตัวอย่างมีมวลคงที่แล้วให้ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วดำเนินตามข้อ **5.2.1**

หมายเหตุ เวลาที่ใช้ในการอบเพื่อให้มวลของตัวอย่างที่จะต้องพิจารณาหลายๆ ด้าน ประสิทธิภาพของการอบจะลดลงเรื่อยๆ ตามจำนวนรอบในการทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากเกลือที่ติดที่ผิวของตัวอย่าง และอาจจะเนื่องมาจากการเพิ่มพื้นที่ผิวที่แตกของตัวอย่าง ขนาดที่แตกต่างกันของเม็ดตัวอย่าง ก็ทำให้เวลาในการแห้งของตัวอย่างต่างกันไป ตัวอย่างเม็ดเล็กจะแห้งช้ากว่าเนื่องจากพื้นที่ผิวที่มากกว่าและช่องว่างระหว่างเม็ดมีจำกัดกว่า แต่ผลต่างๆ เหล่านี้ อาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากรูปร่างและขนาดของภาชนะบรรจุ

5.2.3 ให้ทำการทดสอบซ้ำโดยการแช่แล้วนำไปอบให้แห้งตามข้อ **5.2.1** และ **5.2.2** จนกระทั่งครบ 5 รอบ หรือตามรอบที่ระบุไว้ในข้อกำหนดของการใช้งานวัสดุนั้นๆ

ในกรณีที่ทำการทดสอบคร่อมวันหยุด ให้ทิ้งตัวอย่างที่อบแห้งและมีมวลคงที่แล้วที่อุณหภูมิห้องและให้เริ่มทำการทดสอบต่อไปในวันเปิดทำการ

5.2.4 หลังจากการทดสอบรอบสุดท้ายเสร็จสิ้นและทิ้งตัวอย่างจนเย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้ว ให้ล้างด้วยน้ำจนปราศจากสารละลายโซเดียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมซัลเฟต ซึ่งจะทดสอบให้เห็นได้ว่าสะอาดจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากน้ำที่ล้างผสมแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) วิธีการล้างให้ล้างตัวอย่างในภาชนะด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 43±6 องศาเซลเซียส ให้น้ำไหลเข้าตอนล่างของภาชนะและปล่อยให้น้ำล้นผ่านตัวอย่างจนสะอาด (โดยทั่วไปประมาณ 15 นาที) ในระหว่างการล้างตัวอย่างจะต้องไม่ถูกกระแทก หรือ เสียดสีกันจนเกิดการแตกขึ้น

5.2.5 หลังจากล้างตัวอย่างจนสะอาดแล้ว ให้นำตัวอย่างไปอบจนมีมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรง สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียดให้ใช้ตะแกรงที่มวลรวมค้างตามตารางที่ **2** ร่อน สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบให้ใช้ตะแกรงตามตารางที่ **4** ร่อน

วิธีการและช่วงเวลาของการร่อนมวลรวมเม็ดละเอียด พยายามให้ใกล้เคียงกับที่ใช้ในตอนร่อนเตรียมตัวอย่างทดสอบ สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบให้ทำการร่อนด้วยมือ ความแรงของการร่อนให้พอแน่ใจว่าตัวอย่างก้อนที่เล็กกว่าสามารถผ่านตะแกรงได้ โดยไม่มีการกระทำอื่นใดมาเสริมให้ผ่านตะแกรงหรือทำให้เกิดการแตก

ชั่งมวลของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนแต่ละชั้นของตะแกรง บันทึก เปรียบเทียบกับมวลที่ชั่งไว้ก่อนแช่ในสารละลาย ค่าที่แตกต่างกัน คือ ค่าของส่วนที่ไม่คงทนที่เกิดขึ้นจากการทดสอบ ให้รายงานเป็นร้อยละเมื่อเปรียบเทียบกับมวลก่อนการทดสอบ

ตารางที่ 4 ขนาดของตะแกรงที่ใช้ร่อนหาส่วนที่ไม่คงทนของมวลรวมเม็ดหยาบ

ขนาดที่ใช้ทดสอบ มิลลิเมตร	ขนาดตะแกรงที่ใช้ร่อน มิลลิเมตร
63 (2 1/2") – 37.5 (1 1/2")	31.5 (1 1/4")
37.5 (1 1/2") – 19.0 (3/4")	16.0 (5/8")
19.0 (3/4") – 9.5 (3/8")	8.0 (5/16")
9.5 (3/8") – 4.75 (เบอร์ 4)	4.0 (เบอร์ 5)

6. การคำนวณ

6.1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Examination)

6.1.1 คำนวณหามวลที่หายไปหลังจากการทดสอบ คือ การหาค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Actual Loss) จากแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ได้ดังนี้

$$Actual\ Loss\ (4) = Mass\ of\ Test\ Fraction\ Before\ Test\ (2) - Mass\ of\ Test\ Fraction\ After\ Test\ (3)$$

6.1.2 คำนวณหา Actual Percentage Loss

$$Actual\ \%\ Loss\ (5) = \frac{Actual\ Loss\ (4)}{Mass\ of\ test\ Fraction\ Before\ Test\ (2)} \times 100$$

6.1.3 คำนวณหา Weighted Percentage Loss

$$Weighted\ \%\ Loss\ (6) = \frac{Actual\ \%Loss\ (5) \times \%\ Retained\ of\ Original\ Sample\ (1)}{100}$$

6.1.4 คำนวณหา Total Percentage Loss

$$Total\ \%\ Loss = \text{ผลบวกของ } Weighted\ \%\ Loss\ (6)$$

6.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Examination)

6.2.1 ให้นับตัวอย่างก้อนที่โตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามวิธีต่อไปนี้

(1) ให้แยกชิ้นส่วนของตัวอย่างเป็นกลุ่มตามสภาพการแตกที่เกิดขึ้น สภาพการแตกของตัวอย่างจากการทดสอบตามวิธีนี้ โดยทั่วไปพอจะแยกได้เป็น แตกแยก (Disintegration) หรือแยกออกจากกัน (Splitting) ยุ่ยสลายเป็นชิ้นเล็กๆ (Crumbling) เกิดรอยร้าว (Cracking) หลุดเป็นแผ่นๆ (Flaking)

ขณะที่มีการตรวจสอบตัวอย่างก้อนที่โตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) อยู่นั้น อาจจะต้องมีการตรวจสอบก้อนที่ขนาดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ลงมาบ้าง ทั้งนี้เพื่อจะได้รู้ถึงสภาพการแตกแยกที่อาจจะมีเพิ่มขึ้น

(2) นับชิ้นส่วนที่ถูกแยกออกในแต่ละกลุ่มมีการแตกเกิดขึ้น

(3) ร้อยละความไม่คงทนของแต่ละกลุ่มหาได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละความไม่คงทนของแต่ละกลุ่ม} = \frac{\text{จำนวนก้อนที่เปลี่ยนสภาพในแต่ละกลุ่ม}}{\text{จำนวนก้อนทั้งหมดก่อนการมทดสอบ}} \times 100$$

7. การรายงานผล

7.1 รายงานค่าส่วนที่คงทน (Total Percentage of Loss) เป็นร้อยละ โดยใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่งในแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness)

7.2 ค่าเฉลี่ย (Weighted Average) ซึ่งหาได้จากค่าร้อยละของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ของแต่ละขนาด ขึ้นอยู่กับขนาดคละ (Gradation) ของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของขนาดคละของวัสดุจากแต่ละขนาดของตัวอย่างที่ได้รับยกเว้น กรณีต่อไปนี้

7.2.1 สำหรับมวลเม็ดละเอียด (ซึ่งมีขนาดโตกว่าตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) น้อยกว่าร้อยละ 10) ให้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ขนาดที่เล็กกว่าตะแกรงขนาด 0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50) มีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เท่ากับร้อยละศูนย์ (0%) และขนาดที่โตกว่าตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8นิ้ว) มีส่วนที่ไม่คงทนเท่ากับขนาดที่ค้างตะแกรงขนาดเล็กกว่าขนาดถัดไปในรายงานผลการทดสอบ และต้องมีค่าผลการทดสอบด้วย

7.2.2 สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ (ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) น้อยกว่าร้อยละ 10) ให้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ขนาดที่เล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) มีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เท่ากับขนาดที่ค้างตะแกรงขนาดโตกว่าขนาดถัดไปในรายงานผลการทดสอบ และจะต้องมีค่าผลการทดสอบด้วย

7.2.3 สำหรับมวลรวมที่ประกอบด้วย มวลรวมเม็ดหยาบและเม็ดละเอียด ให้แยกทดสอบเป็น 2 ชนิด ตามข้อ 4.3 ให้แยกคำนวณค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่คงทน (Weighted Percentage Loss) สำหรับส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) โดยให้ทำขนาดคละของส่วนละเอียดเป็น ร้อยละ 100 ก่อน การรายงานผลการทดสอบให้รายงานแยกจากกัน โดยรายงานร้อยละของวัสดุส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์4) และส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) จริงๆ มาด้วย

7.2.4 สำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ตามข้อ **4.1** และ **4.2** ถ้ามีขนาดที่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของตัวอย่าง ซึ่งไม่ได้นำไปทดสอบ ให้ถือว่ามีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เท่ากับค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่คงทนของขนาดที่โตกว่าขนาดถัดไปและขนาดที่เล็กกว่าขนาดถัดไป แต่ถ้าหากมีขนาดหนึ่งขนาดใดขาดหายไป ก็ให้ถือเอาค่าของขนาดถัดไปอันหนึ่งอันใด ไม่ว่าโตหรือเล็กกว่าที่มีค่าผลการทดสอบมาใช้เป็นส่วนที่ไม่คงทน

7.3 ในกรณีของก้อนที่มีขนาดโตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3.4 นิ้ว) ก่อนการทดสอบให้รายงานจำนวนก้อนก่อนการทดสอบและจำนวนก้อนที่แตกตามสภาพต่างๆ หลังการทดสอบด้วย

8. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 213/2531: วิธีการทดลองหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

โครงการ .... สถานที่ก่อสร้าง .... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง ..... ชนิดตัวอย่าง .....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่ ..... แผ่นที่	**แบบ บฟ.มยผ. 2225- 57** (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) **การทดสอบหาค่าคงทน (Soundness) ของมวลรวม**	ทะเบียนทดสอบ.....	
		ผู้ทดสอบ	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	

1. Quantitative Examination ☐ Coarse Aggregate ☐ Fine Aggregate

Plus 4.75 mm. (#4).....% Minus 4.75 mm. (#4).....%

SIEVE		%Retained of Original Sample	Mass of Test Fraction		Actual Loss		Weighted Loss
			Before Test	After Test	(4)=(2)-(3)	(5)=(4)/(2)x100	(6)=(1)x(5)/100
		(1)	(2)	(3)			
mm.	in.	%	gm.	gm.	gm.	%	%
63.0-37.5	2 1/2” - 1 1/2”						
37.5-19.0	1 1/2” – 3/4”						
19.0-9.5	3/4” – 3/8”						
9.5-4.75	3/8” – #4						
Minus 4.75	**Minus #4**						
						Total % Loss	

2. Quantitative Examination of Aggregate Larger than 19.0 mm. (3/4”)

SIEVE		Particles Exhibiting of Distress								Total No of Particles Before test
		Splitting		Crumbing		Cracking		Flaking		
mm.	in.	No	%	No	%	No	%	No	%	
37.5 – 19.0	1 1/2” – 3/4”									

3. Solution ☐ Sodium Sulfate ☐ Magnesium Sulfate

☐ Freshly Prepared ☐ Previously Used

4. Number of Cycles .....Cycles

REMARKS : .....

.....

กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ
กรมโยธาธิการและผังเมือง
ถนนพระรามที่ 6 แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร 0-2299-4423 โทรสาร 0-2299-4430



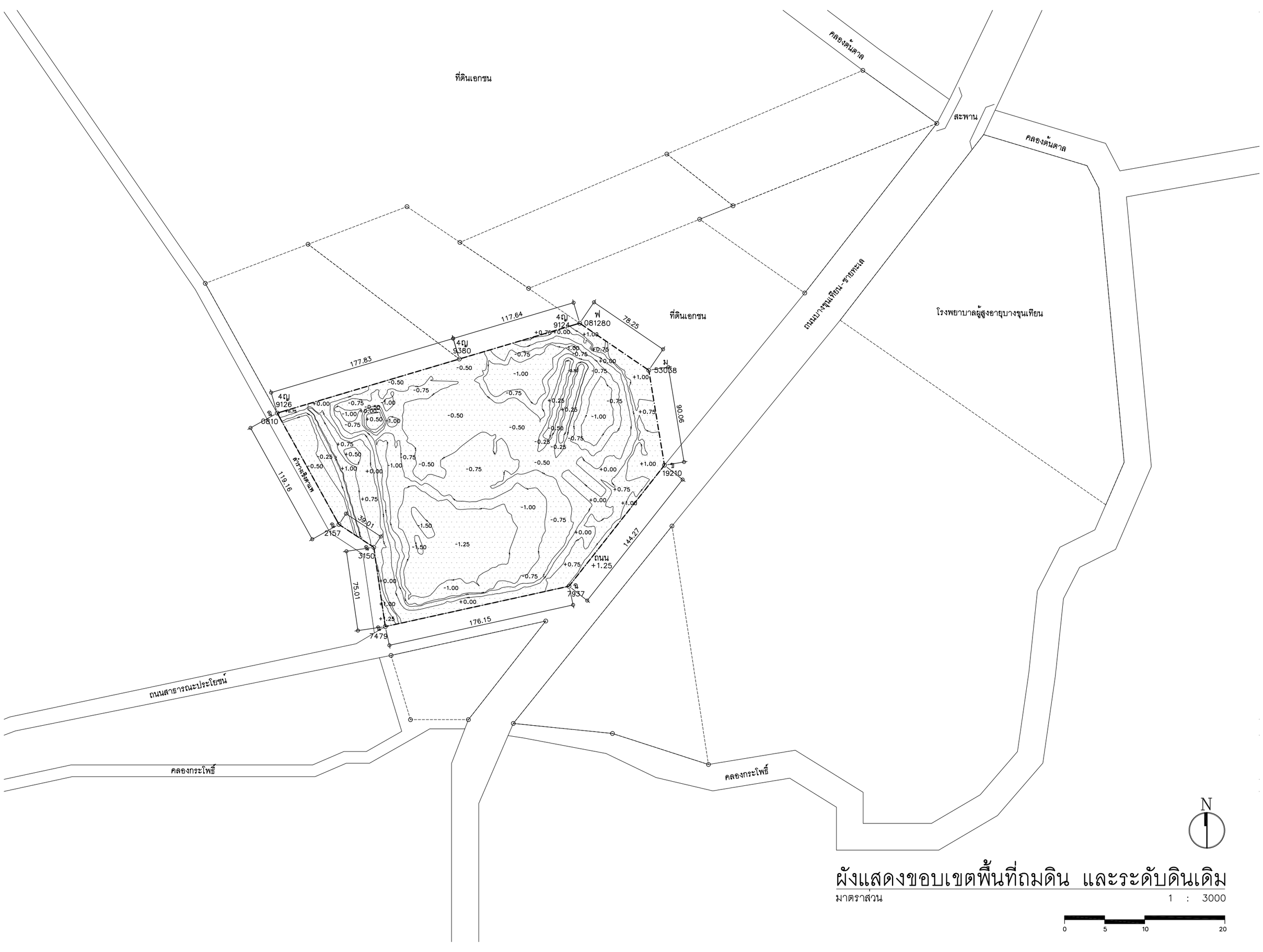
หมุด	COORDINATE CONTROL POINT			REMARK
	E-W	N-S	Z	
GNSS-01	653744.038	1500728.854	EL. 1.211	
GNSS-02	653682.494	1500648.900	EL. 1.199	

N

ผังสำรวจสภาพพื้นที่

มาตราส่วน 1 : 3000

0 5 10 20



ผังแสดงขอบเขตพื้นที่ถมดิน และระดับดินเดิม

มาตราส่วน 1 : 3000

0 5 10 20

ที่ดินเอกชน

คลองต้นตาล

สะพาน

คลองต้นตาล

ที่ดินเอกชน

ถนนบางขุนเทียน-ชายทะเล

โรงพยาบาลผู้สูงอายุบางขุนเทียน

4ญ 9124

ฟ 081280

4ญ 9380

ม 53038

4ญ 9126

ฉ 0810

ค 19210

ถนนสาธารณะประโยชน์ (ริมคลองบางขุนเทียน)

ฉ 2157

ฉ 3150

ถนน +1.25

ฉ 7937

ฉ 7479

+1.25
+1.00
+0.75
+0.50
+0.25
+0.00
-0.25
-0.50
-0.75
-1.00
-1.25
-1.50

ถนนสาธารณะประโยชน์

คลองกระโพธิ์

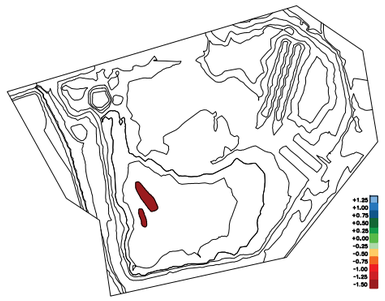
คลองกระโพธิ์

N

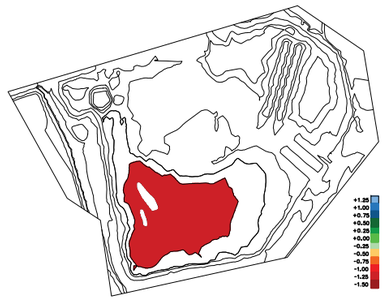
ผังสีแสดงระดับดินเดิม

มาตราส่วน 1 : 3000

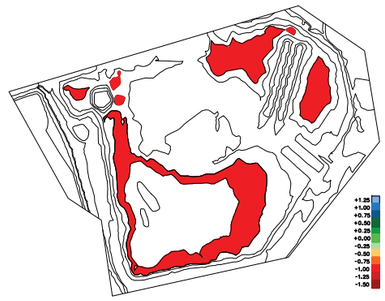
0 5 10 20



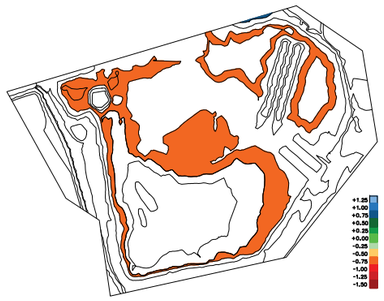
-1.50



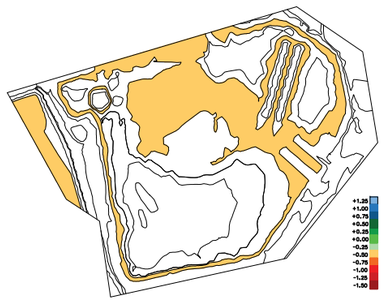
-1.25



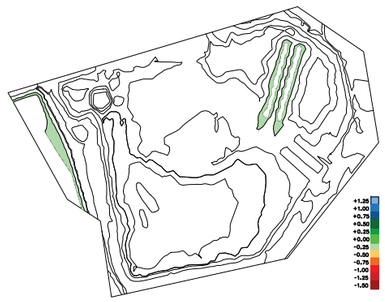
-1.00



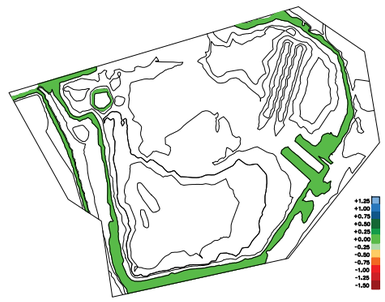
-0.75



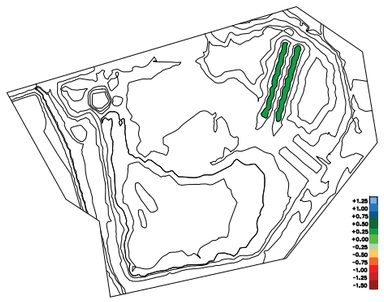
-0.50



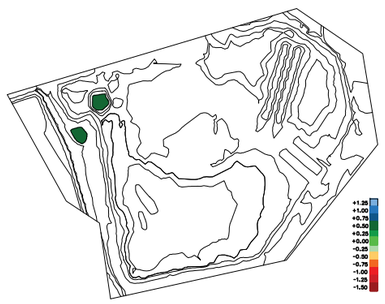
-0.25



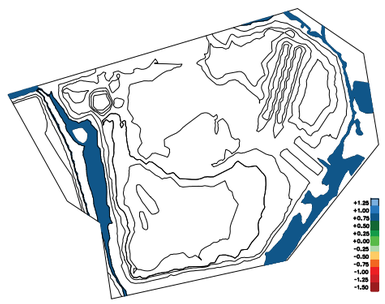
+0.00



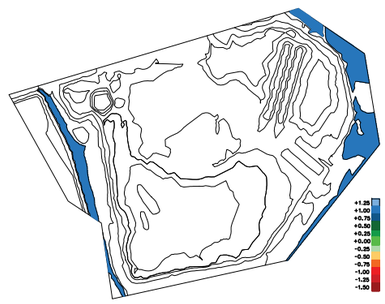
+0.25



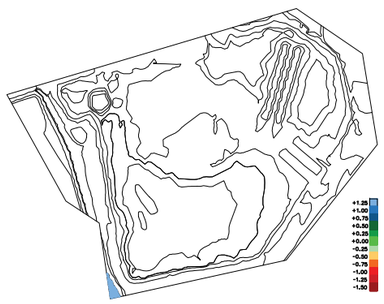
+0.50



+0.75



+1.00



+1.25

ผังสีแสดงระดับดินเดิมระดับต่าง ๆ



ถมดินที่ระดับ +1.25 รทก. (เท่ากับระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการ)
เพื่อให้เป็นระดับสำหรับทำงานก่อสร้างในอนาคต

ผังแสดงระดับการถมดิน

มาตราส่วน 1 : 3000

0 5 10 20

เอกสารเลขที่ ก.43/พ.ค./66 (จำนวน 13 แผ่น)

รายการงานขุดดิน ถมดิน ปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น
โครงการสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน)
กรุงเทพมหานคร

วัตถุประสงค์

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการงานขุดดิน ถมดิน ปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น โครงการสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร ให้ถูกต้องตามรูปแบบรายการ,สัญญาและพรบ.การขุดดินและถมดิน พ.ศ. 2543 ดำเนินการด้วยวัสดุ – อุปกรณ์และช่างฝีมือที่ดี โดยมีข้อกำหนดเพิ่มเติมดังนี้

แบบและเอกสารประกอบการก่อสร้าง ประกอบด้วย

1. รายการงานขุดดิน ถมดิน ปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น โครงการสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร เอกสารเลขที่ ก.43/พ.ค./66 จำนวน 13 แผ่น
2. มาตรฐานการก่อสร้างอาคารของกองแบบแผน พ.ศ. 2553 จำนวน 1 เล่ม
3. มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.2101-57)
4. มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.2201-57) จำนวน 1 เล่ม

หมายเหตุ เอกสารประกอบการก่อสร้าง ให้ใช้รายละเอียดเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้องานเท่านั้น

ข้อกำหนดทั่วไป

1. **ตำแหน่งถมดิน**

ตำแหน่งของการถมดิน ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่โครงการงานดินขุด – งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ส่วนตำแหน่งที่แน่นอนคณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดอีกครั้งในวันตรวจสอบผังการก่อสร้าง

2. **ระดับ**

ระดับของที่ดิน หลังจากการขุดดิน ถมดินเสร็จสิ้น ให้เท่ากับหรือสูงกว่าระดับตามเอกสารแนบ ทั้งนี้หากระดับของที่ดินสูงกว่าระดับถนน ให้ปรับระดับทางเข้าลาดเอียงลงสู่ระดับถนนเพื่อให้การสัญจรจากถนนหลักเข้าสู่ที่ดินสามารถทำได้โดยสะดวก ทั้งนี้ ระดับที่แน่นอนอาจจะปรับได้เพื่อความเหมาะสมด้านประโยชน์ใช้สอย ซึ่งจะกำหนดให้ในวันตรวจสอบผัง โดยไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

3. <u>การถมดินการขุดดิน</u>

3.1. ให้ถมดินถมดินและขุดดินปรับระดับ โดยมีพื้นที่ที่จะทำการถมดินประมาณ 214,285 ตารางเมตร (ของกรมการแพทย์) ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณ + 1.25 เท่ากับระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการเพื่อใช้เป็นระดับสำหรับทำงานก่อสร้าง (รทก.) โดยมีปริมาณประมาณการดังนี้

3.1.1.ปริมาตรดินถมโดยประมาณ 90,724 ลูกบาศก์เมตร (ดินหลวมก่อนบดอัด เผื่อการบวมของดินประมาณ 25 %)

3.1.2.ปริมาตรดินขุด 15,834 ลูกบาศก์เมตร (โดยขุดจากพื้นที่ก่อสร้าง)

3.2. **คุณสมบัติของดินถม** : ดินถมให้ใช้ตามมาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.2101-57) เป็นอย่างน้อย

3.3. **การทดสอบความหนาแน่นของดินถม** : ให้ถมดินแล้วบดอัดดินทีละชั้น โดยที่ชั้นละไม่เกิน 0.50 เมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 90% ของ Standard Proctor Compaction Test โดยใช้รายละเอียดตามมาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.2201-57) โดยอนุโลม และในแต่ละชั้นจะต้องดำเนินการทดสอบความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.2201-57) จำนวนไม่น้อยกว่า 5 จุด/ชั้น

3.4. ดาวน์โหลด มยผ. ได้ที่ http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/std2100.pdf

3.5. ก่อนการดำเนินการผู้รับจ้างต้องดำเนินการดังนี้

3.5.1.เสนอบ่อดินที่จะใช้ในการถมดินบริเวณก่อสร้าง ต้องเป็นบ่อดินที่ถูกต้องตามกฎหมาย

3.5.2.ระหว่างถมดินต้องมีการตรวจนับปริมาณดินถมที่นำเข้ามาในบริเวณก่อสร้างหากปริมาณดินที่นำเข้ามาในหน่วยงาน<u>ก่อสร้างน้อยกว่า</u>ที่กำหนดในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามสัญญาจ้าง (BOQ.) ให้พิจารณาราคาเปรียบเทียบงานลด ก่อนส่งงานงวดสุดท้าย

3.5.3.ผู้รับจ้างเสนอเครื่องจักรที่ใช้ในการดำเนินการต้องประกอบด้วยอย่างน้อย รถเกลี่ยดิน , รถบด , รถสเปรย์น้ำ , รถขุดตัก เป็นต้น

3.5.4.ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการดำเนินการบดอัดดินเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาก่อนการดำเนินการ โดยมีการรับรองวิธีการโดยวิศวกรโยธาระดับไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร

4. <u>สิ่งกีดขวางการก่อสร้าง</u>

4.1.สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่จะต้องรื้อถอน, รื้อย้าย หรือนำไปติดตั้งใหม่ทั้งสิ้น โดยหน้าที่และค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.2.สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่ได้รื้อถอน, รื้อย้าย หรือนำไปติดตั้งใหม่ นั้น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้ใช้งานได้ดีเหมือนเดิม

4.3.ให้ผู้รับจ้างนำวัสดุ – อุปกรณ์ ส่วนที่ยังประโยชน์ได้ ที่ได้จากการรื้อถอน ไปเก็บรักษาไว้ยังสถานที่ที่ทางสถานบริการสุขภาพเจ้าของสถานที่เป็นผู้กำหนดให้

4.4.ในส่วนของขยะที่ได้จากการรื้อถอน จะต้องนำไปทิ้งภายนอก เป็นหน้าที่และค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.5.ในการก่อสร้างถ้ามีความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงานหรือขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง-ซ่อมแซมแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาเพิ่มเติม

5. <u>การป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัย</u>

5.1. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพื่อให้เกิดความสงบเรียบร้อยและปลอดภัยแก่ประชาชนและเจ้าหน้าที่ของสถานบริการสุขภาพ เช่น กั้นรั้วขอบเขตของการก่อสร้าง, ตาข่ายกั้นวัสดุตกหล่น, ปิดกั้นช่องปล่องลิฟท์, การจัดเจ้าหน้าที่เวรยามของผู้รับจ้าง และอื่นๆตามสมควร

5.2. ให้ผู้รับจ้างเสนอแผนการป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัย ต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง หากผู้ว่าจ้างเห็นว่ามาตรการที่ผู้รับจ้างจัดไว้ยังไม่เพียงพอ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างอาจจะให้ผู้รับจ้างดำเนินการเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม

5.3. ทั้งนี้ให้ถือว่าการป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัยนี้ เป็นเนื้องานที่อยู่ในงานงวดที่ 1 ด้วย

6. <u>การก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว</u>

6.1. ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว ตามข้อกำหนดในมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2553 หัวข้อที่ 1.5 การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง รายละเอียดตามหัวข้อย่อยที่ 1.5.9

6.2. ให้ถือว่าการก่อสร้างสำนักงานชั่วคราวนี้ เป็นเนื้องานที่อยู่ในงานงวดที่ 1 ด้วย

หมวดการควบคุมงานและประมาณราคา

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูปสัญญา โดยมีผู้ควบคุมงานที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ว่าจ้างเป็นผู้ตรวจสอบและควบคุมงานให้เป็นไปตามเอกสารสัญญา หรือหากกรณีผู้ว่าจ้างยังไม่มีการแต่งตั้งผู้ควบคุมงานให้ติดต่อประสานงานกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างหรือผู้ว่าจ้าง โดยถือเป็นพันธะหน้าที่ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จตามสัญญา ไม่สามารถอ้างเป็นเหตุในการขยายเวลาหรืองดเว้นค่าปรับได้ โดยงานก่อสร้างในระหว่างสัญญาให้ผู้รับจ้างดำเนินการดังนี้

1. บทบาทหน้าที่ของผู้รับจ้างในงานก่อสร้างตามสัญญา

1.1 การก่อสร้างตามรูปแบบรายการสัญญาและงวดงาน ให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างตามรายการประกอบแบบ แบบก่อสร้าง ข้อกำหนดในเอกสารประกอบต่างๆ ที่ลงนามในสัญญา และพรบ.การขุดดินและถมดิน พ.ศ. 2543 โดยต้องเป็นไปตามลำดับการก่อสร้างและลักษณะวิชาชีพที่ดี

1.2 ผู้รับจ้างต้องระบุตนเองหรือแต่งตั้งผู้แทน เป็นผู้รับผิดชอบประจำโครงการและกำหนดลำดับอำนาจการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง ผังองค์กรของผู้รับจ้าง ที่เป็นวิศวกร สถาปนิก หัวหน้างานหรือวิชาชีพใดตามที่กำหนดในสัญญาเพื่อการติดต่อประสานงาน การรับส่งเอกสารและการสั่งการ พร้อมเอกสารระบุตัวตน โดยส่งแผนผังองค์กรและรายละเอียดบุคลากรภายใน 15 วันภายหลังการส่งมอบพื้นที่

1.3 การจัดทำแผนงานหลัก และแผนงานย่อย(ถ้ามี) เพื่อแสดงว่า ผู้รับจ้างได้มีการวางแผนงานก่อสร้าง โดยพิจารณาแบบก่อสร้างและรายละเอียดต่างๆ ตามสัญญาอย่างรอบคอบ รวมถึงการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง การขนส่ง เครื่องจักรกลก่อสร้าง แรงงาน สภาพอากาศ ตลอดจนการป้องกันปัญหาอุปสรรคต่างๆ ที่คาดว่าอาจเกิดขึ้นได้ ผู้รับจ้างจึงต้องจัดทำแผนงานการก่อสร้างหลัก ตามช่วงเวลาปฏิทินอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้คาดหมายได้ว่างานก่อสร้างจะแล้วเสร็จถูกต้องครบถ้วนทันตามข้อกำหนดในสัญญา และไม่มีเหตุผลเพื่อขอขยายระยะเวลาก่อสร้างได้ โดยแผนงานหลักต้องส่งภายใน 15 วันภายหลังการส่งมอบพื้นที่

1.4 **การดำเนินการก่อสร้างและการแก้ไขปัญหา** ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการก่อสร้างและหลักวิชาชีพสาขาต่างๆ ไม่ข้ามขั้นตอน ไม่ลัดขั้นตอน เช่น ไม่ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ขออนุมัติ ไม่ก่อสร้างงานโครงสร้างอาคารที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงโดยไม่ผ่านการอนุมัติเห็นชอบ ต้องทำการก่อสร้างอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เช่น การตรวจการติดตั้งแบบหล่อก่อน จึงทำการติดตั้งและตรวจสอบเหล็กเสริมจากนั้นจึงขออนุมัติเทคอนกรีต ก่อนการเทคอนกรีต ตามลำดับ เป็นต้น

1.5 **การขออนุมัติการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างและแบบขยายการติดตั้งจริง** ผู้รับจ้างต้องดำเนินการขออนุมัติล่วงหน้า จนได้รับการอนุมัติ ก่อนถึงลำดับขั้นตอนการก่อสร้างงานนั้นๆ ซึ่งต้องถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด การที่ผู้รับจ้างขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์และแบบขยายการติดตั้งจริง ที่ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการก่อสร้าง อาทิ การขออนุมัติที่ล่าช้า หรือการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ก่อนได้รับการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ถือว่าเป็นการกระทำโดยพลการ ซึ่งอาจทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการพิสูจน์ว่า วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งนั้นถูกต้องตรงตามข้อกำหนดของสัญญา เหตุของความล่าช้าที่เกิดจากผู้รับจ้าง ไม่สามารถนำมาอ้างอิงเพื่อขอเพิ่มค่าใช้จ่าย ขยายเวลาสัญญา หรืองดเว้นค่าปรับได้

1.6 **การบันทึกรายงานการก่อสร้าง** ผู้รับจ้างจัดทำบันทึกรายงานการก่อสร้างรายวันจัดเป็นแฟ้มเอกสารมีสาระสำคัญเช่น ลักษณะงาน ปริมาณงาน จำนวนแรงงาน สภาพแวดล้อมและอุปสรรค เป็นต้น การบันทึกภาพถ่ายอย่างสม่ำเสมอเป็นลำดับ ส่งให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบทุกสัปดาห์ และเตรียมพร้อมหากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯร้องขอตรวจสอบ รวมถึงบันทึกรายงานความปลอดภัย ปัญหา อุปสรรคและการแก้ไขในงานก่อสร้าง พร้อมภาพถ่าย ทันทีในวันที่เกิดเหตุ

1.7 **การรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง** ให้ผู้รับจ้างและหน่วยงานหรือองค์กรที่ผู้รับจ้างจัดหา ต้องรับรองเอกสารขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์ หรือด้านวิชาชีพ เช่น แบบขยายการติดตั้ง ผลการทดสอบวัสดุ การทดลองอุปกรณ์ เอกสารรับประกันการติดตั้ง มาตรฐาน หรือเอกสารอื่นๆที่ต้องมีผู้ประกอบวิชาชีพสาขาต่างๆลงนามรับรอง ต้องเป็นผู้มีคุณวุฒิตามที่กฎหมายกำหนด การรับรองสำเนาเอกสารอื่นที่ไม่ใช่ด้านวิชาชีพ เช่น เอกสารบุคคล เอกสารรับรองจากผู้ผลิต เอกสารการนำเข้า ใบกำกับภาษี ผู้รับจ้างต้องลงนามและประทับตราโดยผู้มีอำนาจ

2 เอกสารการติดต่อกับราชการ

2.1 **เอกสารทั่วไป** เพื่อการประสานงาน เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง หรือถึง ผู้ว่าจ้าง การส่งเอกสารต่างๆให้ส่งผ่านผู้ควบคุมงานรับทราบและตรวจสอบ ก่อนลงรับเอกสารที่งานพัสดุหรือธุรการ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 ชุด โดย 1 ชุดสำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุดสำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)

2.2 เอกสารการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง

1) เอกสารส่งมอบงานตรวจรับพัสดุฯของผู้รับจ้าง เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง หรือถึงผู้ว่าจ้าง โดยเอกสารต้องผ่านผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาให้ความเห็น โดยนับต่อจากวันที่ส่งเอกสารเป็นวันเริ่มต้นตามระยะเวลาที่ระเบียบราชการกำหนด และนำส่งเอกสารเพื่อลงรับที่งานพัสดุเพื่อรายงานต่อประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯและดำเนินการตรวจรับพัสดุฯ ต่อไป

2) เอกสารประกอบการส่งมอบงานการตรวจรับพัสดุฯ

- ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ (ดูรายการข้อ2.4) จำนวน 2 เล่ม สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 เล่ม แนบเอกสารนำส่งถึงประธานฯ 1 เล่ม และจัดทำเอกสารสำหรับประกอบการตรวจรับพัสดุฯ จำนวน เล่มเท่ากับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯและผู้ควบคุมงานในวันนัดตรวจการจ้างงวดงาน

2.3 เอกสารการขออนุมัติ หรือแจ้งเพื่อทราบ

1) เอกสารการขออนุมัติ

- ให้ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ดูรายการข้อ 2) กรณีทั่วไป จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 5 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุดสำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) และ 2 ชุดสำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบ หรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนดภายหลัง
- แบบเอกสารการขออนุมัติงานวิชาชีพ ดูรายการข้อ 2) เช่น แบบขยายงานก่อสร้างวิชาชีพในส่วนที่สำคัญ แบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง หรือแบบขยายที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าต้องขออนุมัติคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 5 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) และ 2 ชุดสำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบ หรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนดภายหลัง
- แบบเอกสารทั่วไปที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯสามารถพิจารณาได้เอง แบบเอกสารที่อยู่ในขั้นตอนการก่อสร้างตามปกติ เอกสารแจ้งเพื่อทราบ เอกสารขออนุมัติวัสดุอย่างง่าย หรือที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าไม่ต้องหารือหน่วยงานวิชาชีพหรือผู้ออกแบบ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุดสำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)

2) เอกสารที่เกี่ยวข้อง ประกอบการขออนุมัติของผู้รับจ้าง

การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง	การขออนุมัติงานวิชาชีพ
■ เอกสารระบุชื่อผลิตภัณฑ์ แบบรุ่น หรือหมายเลขรุ่น ■ เอกสารผู้ผลิต ผู้นำเข้า หรือผู้แทนจำหน่าย และผู้ติดตั้ง ■ เอกสารข้อมูลด้านเทคนิค (ถ้ามี) ■ รายละเอียดการติดตั้ง แบบขยาย หรือแค็ตตาล็อก ■ ผลการทดสอบ ทดลอง ตรวจสอบ (ถ้ามี) ■ เอกสารรับรองมาตรฐาน ■ เอกสารอ้างอิงผลงานที่ผ่านมา ■ ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามแบบ กับผลิตภัณฑ์ที่ขออนุมัติ ■ เอกสารต้นฉบับและที่เป็นสำเนา ให้รับรองโดยผู้ประกอบวิชาชีพที่เกี่ยวข้องนั้นๆ พร้อมเอกสารประกอบวิชาชีพของผู้รับรอง	■ เอกสารรายการ แบบขยายงานก่อสร้าง แบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง เป็นต้น ■ เอกสารอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ■ รายการคำนวณวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ■ ลงนามรับรองแบบและรายการคำนวณวิชาชีพโดยผู้มีวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ■ ลงนามประทับตรารับรองเอกสาร ที่เป็นสำเนา โดยวิชาชีพ หรือผู้มีอำนาจ ลงนาม

3) การดำเนินการพิจารณาของฝ่ายผู้ว่าจ้างแต่ละครั้ง มีระยะเวลา 15 วันทำการ ผู้รับจ้างต้องวางแผนดำเนินการล่วงหน้าและจัดเตรียมเอกสารให้ครบถ้วนในคราวเดียว อาทิ การพิจารณางานฐานรากเสาเข็ม การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง แบบ Shop Drawing การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง หรืออื่นๆ เป็นต้น

4) การดำเนินการขออนุมัติล่าช้า หรือเอกสารไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ทำเป็นเหตุให้ล่าช้า ไม่เป็นไปตามกำหนดแผนงานหลัก หรือล่าช้าไม่ทันกับการใช้งาน ไม่เป็นเหตุในการอ้างขอขยายเวลา หรืองดเว้นค่าปรับ

2.4 เอกสารประกอบการตรวจการจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำเป็นรูปเล่มเรียกว่า“เอกสารประกอบการตรวจการจ้างงวดงานที่.....” เพื่อให้คณะกรรมการตรวจตรวจรับพัสดุฯ ใช้พิจารณาประกอบการตรวจการตรวจรับพัสดุฯ ประกอบด้วยเอกสารอย่างน้อย ตามลำดับดังนี้

1) หน้าปก ระบุ ชื่อเอกสาร งวดงานที่ตรวจการจ้าง ชื่ออาคาร แบบเลขที่ สถานที่ก่อสร้าง ชื่อองค์กรผู้รับจ้าง วันที่ตรวจการจ้าง

2) หน้าสารบัญ เรียงตามลำดับเอกสาร

3) หน้าข้อมูลสำคัญของสัญญา และสรุปสถานะปัจจุบัน เช่น เลขที่สัญญา วันที่ลงนาม ชื่ออาคาร แบบเลขที่ สถานที่ก่อสร้าง ชื่อองค์กรผู้รับจ้าง ชื่อองค์กรผู้ว่าจ้าง มูลค่าสัญญาจ้าง วันเริ่มต้นและสิ้นสุดสัญญา จำนวนวันขยายเวลาสัญญาและวันที่สิ้นสุดสัญญาใหม่ จำนวนงวดงานทั้งหมด งวดงานที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ (รวมงวดงานวันที่ตรวจ) จำนวนเงินที่เบิกค่างวดงานไปแล้ว จำนวนวันก่อสร้างตามสัญญาทั้งหมด จำนวนวันที่ก่อสร้างไปแล้ว จำนวนวันที่เหลือ สถานะของโครงการก่อสร้างล่าช้าหรือเร็วกว่าเมื่อเทียบกับสัญญาและแผนงานหลัก ความก้าวหน้าของงานก่อสร้างคิดเป็นร้อยละ วันที่ที่คาดว่างานก่อสร้างงวดงานถัดไปแล้วเสร็จ ปัญหาอุปสรรคในปัจจุบัน แนวทางแก้ไข เป็นต้น ตอนล่างเอกสารลงนามชื่อผู้รับจ้างหรือผู้แทนและวันที่

4) หน้าสำเนาสัญญาจ้าง แผ่นที่ระบุรายละเอียดงวดงานที่ผ่านมา งวดงานที่ตรวจการจ้างในปัจจุบัน และงวดงานต่อไป

5) หน้าเอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ เช่น

- **เอกสารที่ได้รับการอนุมัติ** แบบขยายงานก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับงวดงาน หากมีเอกสารจำนวนมาก สามารถจัดทำเป็นตารางรายการและอ้างอิงถึงเอกสารที่ได้รับการอนุมัติ
- **เอกสารผลการทดสอบ** วัสดุก่อสร้าง กำลังวัสดุ การทดลองอุปกรณ์ เอกสารการนำเข้าจากต่างประเทศ เอกสารการสั่งซื้อสินค้าจากผู้ผลิต ใบรับประกันสินค้า ใบรับประกันการติดตั้ง ใบรับรองโดยวิชาชีพควบคุม เอกสารที่บ่งบอกถึงคุณภาพงานก่อสร้างและความถูกต้องวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้าง ตามงวดงาน
- เอกสารอื่นๆ

6) **หน้าภาพถ่ายงานก่อสร้าง** ให้ตรงตามหัวข้อที่ระบุในงวดงาน พร้อมคำบรรยายประกอบ โดยแต่ละหัวข้อควรมีภาพประกอบมากกว่า 2 ภาพ แต่ละภาพขนาดพอเหมาะ จำนวนภาพไม่เกิน 2 ภาพต่อหน้ากระดาษ A4

7) **หน้าแผนงานการก่อสร้างเดิม** จนถึงแผนงานฉบับที่ปรับเป็นปัจจุบัน

3. การดูแลสภาพแวดล้อมและพื้นที่โครงการก่อสร้าง

3.1 ผู้รับจ้างต้องดูแลอาคารก่อสร้างและพื้นที่โดยรอบโครงการก่อสร้าง ให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น กฎหมายแรงงาน กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3.2 ผู้รับจ้างต้องดูแลความสะอาดอาคารก่อสร้าง พื้นที่โดยรอบและถนนเชื่อมต่อกับโครงการก่อสร้างเพื่อลดปริมาณฝุ่น และขยะก่อสร้าง

3.3 ผู้รับจ้างต้องดูแลการจราจรทางเข้าออกและถนนที่ใช้ร่วมกันให้มีความปลอดภัย เช่น การจัดเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยดูแลการจราจร การติดป้ายเตือน ไฟเตือนและเครื่องหมายจัดการจราจร เป็นต้น

4. งานประมาณราคาและค่า K

งานประมาณราคาและค่า K ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการในระหว่างสัญญา

4.1 งานประมาณราคา

4.1.1 กรณีที่ แบบรูป-รายการ และรายละเอียดการก่อสร้าง กำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้าง แต่ปรากฏว่าผู้รับจ้างไม่ได้คำนวณเสนอรายการวัสดุและราคาในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูป-รายการ และรายละเอียดการก่อสร้างนั้นๆ ให้แล้วเสร็จ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างไม่สามารถคิดเงินและระยะเวลาก่อสร้างจากเหตุดังกล่าวได้

4.1.2 กรณีที่ แบบรูปรายการ ข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา ให้ยกเลิกรายการก่อสร้างรายการใดรายการหนึ่ง แต่ปรากฏว่ารายการก่อสร้างดังกล่าวปรากฏอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญา กำหนดให้ผู้รับจ้างจะต้องคืนเงินให้กับทางราชการ

4.1.3 กรณีที่มีการเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ที่ไม่มีอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญา ให้ผู้รับจ้างสืบราคาพร้อมเอกสารประกอบจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ผลิตภัณฑ์หรือผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ นำเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯพิจารณาตรวจสอบก่อนนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างต่อไป

4.2 งานจัดทำค่า K

กรณีสัญญาแบบปรับราคาได้ (ค่า K) ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการคำนวณเพิ่ม-ลดค่างาน ตามเงื่อนไขของสัญญา ตามระเบียบวิธีที่ทางราชการกำหนด นำส่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ภายใน 60 วัน ภายหลังการตรวจการจ้างแต่ละงวดงานที่แล้วเสร็จ ส่วนการตรวจการจ้างงานงวดสุดท้าย ให้ดำเนินการตามที่ระเบียบราชการกำหนด

ผู้กำหนดรายการ : นายจิระศักดิ์ โลกมิตร
สถาปนิกชำนาญการ

: นายจักรกริสน์ แซ่เล้า
วิศวกรโยธาชำนาญการ

: นายมังกร อโนมะศิริ
นายช่างโยธาอาวุโส

นายปฏิภาณ อินทร์ทอง
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
รองผู้อำนวยการกองแบบแผน
กลุ่มออกแบบและกำกับการก่อสร้าง เขตที่ 13
กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข