



ประกาศกรมการแพทย์

เรื่อง ประกวดราคาจ้างก่อสร้างงานดินซุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

กรมการแพทย์ มีความประสงค์จะประกวดราคาจ้างก่อสร้างงานดินซุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) ราคาากลางของงานจ้างก่อสร้าง ในการประกวดราคาครั้งนี้ เป็นเงินทั้งสิ้น ๔๐,๖๐๔,๗๐๐.๐๐ บาท (สี่สิบล้านหกแสนสี่พันเจ็ดร้อยบาทถ้วน) ตามรายการ ดังนี้

งานดินซุด-งานดินถม และถม	จำนวน	๑	งาน
ที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ			
แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน			
กรุงเทพมหานคร			

ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

๑. มีความสามารถตามกฎหมาย
๒. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
๓. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
๔. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
๕. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
๖. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
๗. เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๘. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่กรมการแพทย์ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๙. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

๑๐. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเป็นนิติบุคคล ซึ่งจดทะเบียนในประเทศไทย มีใบรับรองผลงานการก่อสร้างงานอาคาร หรืองานปรับปรุงที่มีลักษณะประเภทเดียวกันกับงานจ้างเหมา (งานดินขุด งานดินถม และถมที่ดิน) ของทางราชการ องค์กร หรือ หน่วยงานของรัฐ หรือเอกชน เชื้อถือได้ในสัญญาฉบับเดียวกัน โดยมีมูลค่างานดินขุด งานดินถม และถมที่ดิน ไม่น้อยกว่า ๑๓,๘๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท (สิบสามล้านแปดแสนบาทถ้วน) (ร้อยละ ๓๐ ของวงเงินงบประมาณ) เป็นงานที่ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยในกำหนดสัญญา และต้องเป็นผลงานภายในระยะเวลา ๕ ปี ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยแนบสำเนาใบรับรองผลงานพร้อมสำเนาสัญญาและสำเนาบัญชีปริมาณงานก่อสร้าง พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

๑๑. ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของ หรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน หรือหนังสือเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

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

๑๓. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า ๑ ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดง

ฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบการเงินแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า ๘ ล้านบาท

(๓) สำหรับการซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝาก ไม่เกิน ๙๐ วันก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(๔) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะ เข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน ๙๐ วัน)

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

(๕.๑) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

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

(๕.๓) งานจ้างก่อสร้าง ที่กรมบัญชีกลางได้ขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการงานก่อสร้างแล้ว และงานจ้างก่อสร้างที่หน่วยงานของรัฐได้มีการจัดทำบัญชีผู้ประกอบการงานก่อสร้างที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นไว้แล้ว ก่อนวันที่พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐมีผลใช้บังคับ

ผู้ยื่นข้อเสนอต้องยื่นข้อเสนอและเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ในวันที่ ๒๖ กันยายน ๒๕๖๖ ระหว่างเวลา ๑๓.๐๐ น. ถึง ๑๖.๐๐ น.

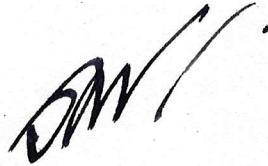
ผู้สนใจสามารถขอรับเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ โดยดาวน์โหลดเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ หัวข้อ ค้นหาประกาศจัดซื้อจัดจ้างได้ตั้งแต่วันที่ประกาศจนถึงวันเสนอราคา

ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถจัดเตรียมเอกสารข้อเสนอได้ตั้งแต่วันที่ประกาศจนถึงวันเสนอราคา

ผู้สนใจสามารถดูรายละเอียดที่เว็บไซต์ www.nci.go.th หรือ www.gprocurement.go.th หรือสอบถามทางโทรศัพท์หมายเลข ๐ ๒๒๐๒ ๖๘๐๐ ต่อ ๑๕๐๔,๑๕๐๕ ในวันและเวลาราชการ

ผู้สนใจต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานที่หรือร่างรายละเอียดขอบเขตของงานทั้งโครงการ โปรดสอบถามมายัง กรมการแพทย์ ผ่านทางอีเมล procurement@nci.go.th หรือช่องทางตามที่กรมบัญชีกลางกำหนดภายในวันที่ ๒๑ กันยายน ๒๕๖๖ โดยกรมการแพทย์จะชี้แจงรายละเอียดดังกล่าวผ่านทางเว็บไซต์ www.nci.go.th และ www.gprocurement.go.th ในวันที่ ๒๑ กันยายน ๒๕๖๖

ประกาศ ณ วันที่ ๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๖



(นายวีรุฒิ อัมสาราญ)
รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมการแพทย์



เอกสารประกวดราคาจ้างก่อสร้างด้วยการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

เลขที่ ๗๔ /๒๕๖๖

ประกวดราคาจ้างก่อสร้างงานดินซุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขต
บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

ตามประกาศ กรมการแพทย์

ลงวันที่ ๗ กันยายน ๒๕๖๖

กรมการแพทย์ ซึ่งต่อไปเรียกว่า "กรม" มีความประสงค์จะ ประกวดราคาจ้างก่อสร้างงานดิน
ซุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑
งาน ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) โดยมีข้อแนะนำและข้อกำหนดดังต่อไปนี้

๑. เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

๑.๑ ร่างรายละเอียดขอบเขตของงานทั้งโครงการ (Terms of Reference : TOR)

๑.๒ แบบใบเสนอราคาที่กำหนดไว้ในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๑.๓ แบบสัญญาจ้างก่อสร้าง

๑.๔ แบบหนังสือค้ำประกัน

(๑) หลักประกันการเสนอราคา

(๒) หลักประกันสัญญา

๑.๕ สูตรการปรับราคา

๑.๖ บทนิยาม

(๑) ผู้ที่มีผลประโยชน์ร่วมกัน

(๒) การขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม

๑.๗ แบบบัญชีเอกสารที่กำหนดไว้ในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

(๑) บัญชีเอกสารส่วนที่ ๑

(๒) บัญชีเอกสารส่วนที่ ๒

๑.๘ แผนการใช้วัสดุที่ผลิตภายในประเทศและแผนการใช้เหล็กที่ผลิตภายในประเทศ

๑.๙ แผนการทำงาน

๒. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

๒.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๒.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๒.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๒.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๒.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๒.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๒.๗ เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๒.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ กรม วน วนประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวาง การแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๒.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาล ของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

๒.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเป็นนิติบุคคล ซึ่งจดทะเบียนในประเทศไทย มีใบรับรองผลงานก่อสร้างงานอาคาร หรืองานปรับปรุงที่มีลักษณะประเภทเดียวกันกับงานจ้างเหมา (งานดินขุด งานดินถม และถมที่ดิน) ของทางราชการ องค์กร หรือหน่วยงานของรัฐ หรือเอกชน เชื่อถือได้ในสัญญาฉบับเดียวกัน โดยมีมูลค่างานดินขุด งานดินถม และถมที่ดิน ไม่น้อยกว่า ๑๓,๘๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท (สิบสามล้านแปดแสนบาทถ้วน) (ร้อยละ ๓๐ ของวงเงินงบประมาณ) เป็นงานที่ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยในกำหนดสัญญา และต้องเป็นผลงานภายในระยะเวลา ๕ ปี ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยแนบสำเนาใบรับรองผลงานพร้อมสำเนาสัญญาและสำเนาบัญชีปริมาณงานก่อสร้าง พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

๒.๑๑ กิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน หรือหนังสือเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า

๒.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอดังกล่าวจะต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

๒.๑๓ ผู้ยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(๑) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า ๑ ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(๒) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า ๘ ล้านบาท

(๓) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝาก ไม่เกิน ๙๐ วันก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(๔) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะ เข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ ๑ ใน ๔ ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน ๙๐ วัน)

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

(๕.๑) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(๕.๒) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการ

ตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ ๑๐) พ.ศ. ๒๕๖๑

(๕.๓) งานจ้างก่อสร้าง ที่กรมบัญชีกลางได้ขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการงานก่อสร้างแล้ว และงานจ้างก่อสร้างที่หน่วยงานของรัฐได้มีการจัดทำบัญชีผู้ประกอบการงานก่อสร้างที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นไว้แล้ว ก่อนวันที่พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐมีผลใช้บังคับ

๓. หลักฐานการยื่นข้อเสนอ

ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องเสนอเอกสารหลักฐานยื่นมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ โดยแยกเป็น ๒ ส่วน คือ

๓.๑ ส่วนที่ ๑ อย่างน้อยต้องมีเอกสารดังต่อไปนี้

- (๑) ในกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคล
 - (ก) ห้างหุ้นส่วนสามัญหรือห้างหุ้นส่วนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล บัญชีรายชื่อหุ้นส่วนผู้จัดการ ผู้มีอำนาจควบคุม (ถ้ามี)
 - (ข) บริษัทจำกัดหรือบริษัทมหาชนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล หนังสือบริคณห์สนธิ บัญชีรายชื่อกรรมการผู้จัดการ ผู้มีอำนาจควบคุม (ถ้ามี) และบัญชีผู้ถือหุ้นรายใหญ่ (ถ้ามี)
 - (๒) ในกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดาหรือคณะบุคคลที่มีใช้นิติบุคคล ให้ยื่นสำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้นั้น สำเนาข้อตกลงที่แสดงถึงการเข้าเป็นหุ้นส่วน (ถ้ามี) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้เป็นหุ้นส่วน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของผู้เป็นหุ้นส่วนที่มีได้ถือสัญชาติไทย
 - (๓) ในกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นผู้ยื่นข้อเสนอร่วมกันในฐานะเป็นผู้ร่วมค้า ให้ยื่นสำเนาสัญญาของการเข้าร่วมค้า และเอกสารตามที่ระบุไว้ใน (๑) หรือ (๒) ของผู้ร่วมค้า แล้วแต่กรณี
 - (๔) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องแสดงหลักฐานเกี่ยวกับมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้
 - (๔.๑) ในกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคล ให้ยื่นงบแสดงฐานะการเงินที่มีการรับรองแล้ว ๑ ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
 - (๔.๒) ในกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา ให้ยื่นหนังสือรับรองบัญชีเงินฝาก ไม่เกิน ๙๐ วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา และจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา
 - (๔.๓) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการและทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองวงเงินสินเชื่อ (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศหรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้าประกัน ตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรองหรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน ๙๐ วัน)
 - (๕) สำเนาใบทะเบียนพาณิชย์ สำเนาใบทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี)
 - (๖) บัญชีเอกสารส่วนที่ ๑ ทั้งหมดที่ได้ยื่นพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัด

ซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ตามแบบในข้อ ๑.๗ (๑) โดยไม่ต้องแนบในรูปแบบ PDF File (Portable Document Format)

ทั้งนี้ เมื่อผู้ยื่นข้อเสนอดำเนินการแนบไฟล์เอกสารตามบัญชีเอกสารส่วนที่ ๑ ครบถ้วน ถูกต้องแล้ว ระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์จะสร้างบัญชีเอกสารส่วนที่ ๑ ตามแบบในข้อ ๑.๗ (๑) ให้โดยผู้ยื่นข้อเสนอไม่ต้องแนบบัญชีเอกสารส่วนที่ ๑ ดังกล่าวในรูปแบบ PDF File (Portable Document Format)

๓.๒ ส่วนที่ ๒ อย่างน้อยต้องมีเอกสารดังต่อไปนี้

(๑) ในกรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอมอบอำนาจให้บุคคลอื่นกระทำการแทนให้แนบหนังสือมอบอำนาจซึ่งติดอากรแสตมป์ตามกฎหมาย โดยมีหลักฐานแสดงตัวตนของผู้มอบอำนาจและผู้รับมอบอำนาจ ทั้งนี้หากผู้รับมอบอำนาจเป็นบุคคลธรรมดาต้องเป็นผู้ที่บรรลุนิติภาวะตามกฎหมายแล้วเท่านั้น

(๒) หลักประกันการเสนอราคา ตามข้อ ๕

(๓) สำเนาหนังสือรับรองผลงานก่อสร้าง

(๔)

(๕) แบบสรุปรายงานจ้างงานดินขุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน

(๖) สำเนาใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (ถ้ามี)

(๗) บัญชีเอกสารส่วนที่ ๒ ทั้งหมดที่ได้ยื่นพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ตามแบบในข้อ ๑.๗ (๒) โดยไม่ต้องแนบในรูปแบบ PDF File (Portable Document Format)

ทั้งนี้ เมื่อผู้ยื่นข้อเสนอดำเนินการแนบไฟล์เอกสารตามบัญชีเอกสารส่วนที่ ๒ ครบถ้วน ถูกต้องแล้ว ระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์จะสร้างบัญชีเอกสารส่วนที่ ๒ ตามแบบในข้อ ๑.๗ (๒) ให้โดยผู้ยื่นข้อเสนอไม่ต้องแนบบัญชีเอกสารส่วนที่ ๒ ดังกล่าวในรูปแบบ PDF File (Portable Document Format)

๔. การเสนอราคา

๔.๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องยื่นข้อเสนอ และเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ตามที่กำหนดไว้ในเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์นี้ โดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น และจะต้องกรอกข้อความให้ถูกต้องครบถ้วน พร้อมทั้งหลักฐานแสดงตัวตนและทำการยืนยันตัวตนของผู้ยื่นข้อเสนอ โดยไม่ต้องแนบบใบเสนอราคาในรูปแบบ PDF File (Portable Document Format)

๔.๒ ให้ผู้ยื่นข้อเสนอกรอกรายละเอียดการเสนอราคาในใบเสนอราคาตามแบบเอกสารประกวดราคาจ้างก่อสร้างด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) ข้อ ๑.๒ ให้ครบถ้วน โดยไม่ต้องยื่น ใบแจ้งปริมาณงานและราคาและใบบัญชีรายการก่อสร้าง ในรูปแบบ PDF File (Portable Document Format)

ในการเสนอราคาให้เสนอราคาเป็นเงินบาทและเสนอราคาได้เพียงครั้งเดียวและราคาเดียว โดยเสนอราคารวม หรือราคาต่อหน่วย หรือราคาต่อรายการ ตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ท้ายใบเสนอราคาให้ถูกต้อง ทั้งนี้ ราคารวมที่เสนอจะต้องตรงกันทั้งตัวเลขและตัวหนังสือ ถ้าตัวเลขและตัวหนังสือไม่ตรงกัน ให้ถือตัวหนังสือเป็นสำคัญ โดยคิดราคารวมทั้งสิ้นซึ่งรวมค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม ภาษีอากรอื่น และค่าใช้จ่ายที่ส่งไปแล้ว

ราคาที่เสนอจะต้องเสนอกำหนดยื่นราคาไม่น้อยกว่า ๑๘๐ วัน ตั้งแต่วันเสนอราคาโดยภายในกำหนดยื่นราคา ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ตนได้เสนอไว้และจะถอนการเสนอราคามีได้

๔.๓ ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องเสนอกำหนดเวลาดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จไม่เกิน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้าง หรือวันที่ได้รับหนังสือแจ้งจาก กรม ให้เริ่มทำงาน

๔.๔ ก่อนเสนอราคา ผู้ยื่นข้อเสนอควรตรวจสอบร่างสัญญา ร่างรายละเอียดขอบเขตของงานทั้งโครงการ (Terms of Reference : TOR) ให้ถี่ถ้วนและเข้าใจเอกสารประกวดราคาจ้างอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดเสียก่อนที่จะตกลงยื่นข้อเสนอตามเงื่อนไขในเอกสารประกวดราคาจ้างอิเล็กทรอนิกส์

๔.๕ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องยื่นข้อเสนอและเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย อิเล็กทรอนิกส์ในวันที่ ๒๖ กันยายน ๒๕๖๖ ระหว่างเวลา ๑๓.๐๐ น. ถึง ๑๖.๐๐ น. และเวลาในการเสนอราคาให้ถือตามเวลาของระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์เป็นเกณฑ์

เมื่อพ้นกำหนดเวลายื่นข้อเสนอและเสนอราคาแล้ว จะไม่รับเอกสารการยื่นข้อเสนอ และการเสนอราคาใดๆ โดยเด็ดขาด

๔.๖ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องจัดทำเอกสารสำหรับใช้ในการเสนอราคาในรูปแบบไฟล์เอกสาร ประเภท PDF File (Portable Document Format) โดยผู้ยื่นข้อเสนอต้องเป็นผู้รับผิดชอบตรวจสอบความครบถ้วน ถูกต้อง และชัดเจนของเอกสาร PDF File ก่อนที่จะยืนยันการเสนอราคา แล้วจึงส่งข้อมูล (Upload) เพื่อเป็นการเสนอราคาให้แก่กรม ผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๔.๗ คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์จะดำเนินการตรวจสอบ คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอแต่ละรายว่า เป็นผู้ยื่นข้อเสนอที่มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นเสนอรายอื่นตามข้อ ๑.๖ (๑) หรือไม่ หากปรากฏว่าผู้ยื่นเสนอรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอที่มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นเสนอรายอื่น คณะกรรมการฯ จะตัดรายชื่อผู้ยื่นเสนอราคาที่มีผลประโยชน์ร่วมกันนั้นออกจากการเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ

หากปรากฏต่อคณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ว่า ก่อนหรือในขณะที่มีการพิจารณาข้อเสนอ มีผู้ยื่นเสนอรายใดกระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมตาม ข้อ ๑.๖ (๒) และคณะกรรมการฯ เชื่อว่ามีการกระทำอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม คณะกรรมการฯ จะตัดรายชื่อผู้ยื่นเสนอรายนั้นออกจากการเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ และกรม จะพิจารณาลงโทษผู้ยื่นเสนอดังกล่าวเป็นผู้ที่งาน เว้นแต่ กรม จะพิจารณาเห็นว่า ผู้ยื่นเสนอรายนั้น มิใช่เป็นผู้ริเริ่มให้มีการกระทำดังกล่าวและได้ให้ความร่วมมือเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาของกรม

๔.๘ ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องปฏิบัติ ดังนี้

- (๑) ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์
- (๒) ราคาที่เสนอจะต้องเป็นราคาที่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม และภาษีอื่นๆ (ถ้ามี) รวมค่าใช้จ่ายที่ส่งมอบไว้ด้วยแล้ว
- (๓) ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องลงทะเบียนเพื่อเข้าสู่กระบวนการเสนอราคา ตามวัน เวลา ที่กำหนด
- (๔) ผู้ยื่นข้อเสนอจะถอนการเสนอราคาที่เสนอแล้วไม่ได้
- (๕) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องศึกษาและทำความเข้าใจในระบบและวิธีการเสนอราคา ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ ของกรมบัญชีกลางที่แสดงไว้ในเว็บไซต์ www.gprocurement.go.th

๔.๙ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องจัดทำแผนการทำงานมาให้ภายใน ๑๕ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยจัดทำแผนการทำงานตามเอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ เว้นแต่เป็นกรณีสัญญาที่มีวงเงินไม่เกิน ๕๐๐,๐๐๐ บาท ทั้งนี้ แผนการทำงานให้ถือเป็นเอกสารส่วนหนึ่งของสัญญา

๔.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอที่เป็นผู้ชนะการเสนอราคาต้องจัดทำแผนการใช้พัสดุที่ผลิตในประเทศและแผนการใช้เหล็กที่ผลิตในประเทศ โดยยื่นให้หน่วยงานของรัฐภายใน ๖๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๕. หลักประกันการเสนอราคา

ผู้ยื่นข้อเสนอต้องวางหลักประกันการเสนอราคาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบการ จัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้หลักประกันอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้ จำนวน ๒,๓๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท (สองล้านสามแสนบาทถ้วน)

๕.๑ เช็คหรือตราพท์ที่ธนาคารเซ็นส่งจ่ายให้แก่สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ซึ่งเป็นเช็คหรือตราพท์ลงวันที่ที่ใช้เช็คหรือตราพท์นั้นชำระต่อเจ้าหน้าที่ในวันที่ยื่นข้อเสนอ หรือก่อนวันนั้นไม่เกิน ๓ วันทำการ

๕.๒ หนังสือค้ำประกันอิเล็กทรอนิกส์ของธนาคารภายในประเทศตามแบบที่คณะกรรมการนโยบายกำหนด

๕.๓ พันธบัตรรัฐบาลไทย

๕.๔ หนังสือค้ำประกันของบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้ำประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยอนุโลมให้ใช้ตามตัวอย่าง หนังสือค้ำประกันของธนาคารที่คณะกรรมการนโยบายกำหนด

กรณีที่ผู้ยื่นเสนอนำเช็คหรือตราพท์ที่ธนาคารส่งจ่ายหรือพันธบัตรรัฐบาลไทยหรือ หนังสือค้ำประกันของบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ มาวางเป็นหลักประกันการเสนอราคาจะต้อง ส่งต้นฉบับเอกสารดังกล่าวมาให้กรมตรวจสอบความถูกต้องในวันที่ ๒๙ กันยายน ๒๕๖๖ ระหว่าง เวลา ๐๘.๓๐ น. ถึง ๑๒.๐๐ น.

กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ประสงค์จะใช้หนังสือ คำประกันอิเล็กทรอนิกส์ของธนาคารในประเทศเป็นหลักประกันการเสนอราคาให้ระบุชื่อผู้เข้าร่วมค้ารายที่ สัญญาร่วมค้ากำหนดให้เป็นผู้เข้ายื่นข้อเสนอกับหน่วยงานของรัฐเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ

หลักประกันการเสนอราคาตามข้อนี้ กรมจะคืนให้ผู้ยื่นข้อเสนอหรือผู้ค้าประกันภายใน ๑๕ วัน นับถัดจากวันที่กรมได้พิจารณาเห็นชอบรายงานผลคัดเลือกผู้ชนะการประกวดราคาเรียบร้อยแล้ว เว้นแต่ผู้ยื่นข้อเสนอรายที่คัดเลือกไว้ซึ่งเสนอราคาต่ำสุดหรือได้คะแนนรวมสูงสุดไม่เกิน ๓ ราย ให้คืนได้ต่อเมื่อ ได้ทำสัญญาหรือข้อตกลง หรือผู้ยื่นข้อเสนอได้พ้นจากข้อผูกพันแล้ว

การคืนหลักประกันการเสนอราคา ไม่ว่าในกรณีใด ๆ จะคืนให้โดยไม่มีดอกเบี้ย

๖. หลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณา

๖.๑ การพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ กรมจะ พิจารณาตัดสินโดยใช้หลักเกณฑ์ ราคา

๖.๒ การพิจารณาผู้ชนะการยื่นข้อเสนอ
กรณีใช้หลักเกณฑ์ราคาในการพิจารณาผู้ชนะการยื่นข้อเสนอ กรม จะพิจารณา จาก ราคารวม

๖.๓ หากผู้ยื่นข้อเสนอรายใดมีคุณสมบัติไม่ถูกต้องตามข้อ ๒ หรือยื่นหลักฐานการยื่น ข้อเสนอไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วนตามข้อ ๓ หรือยื่นข้อเสนอไม่ถูกต้องตามข้อ ๔ แล้ว คณะกรรมการ พิจารณาผล การประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์จะไม่รับพิจารณาข้อเสนอของผู้ยื่นข้อเสนอรายนั้น เว้นแต่ ผู้ยื่น ข้อเสนอรายใดเสนอเอกสารทางเทคนิคหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะจ้างไม่ครบถ้วน หรือ เสนอรายละเอียดแตกต่างไปจากเงื่อนไขที่กรมกำหนดไว้ในประกาศและเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนที่มีสาระสำคัญและความแตกต่างนั้น ไม่มีผลทำให้เกิดการได้เปรียบเสียเปรียบ ต่อผู้ยื่นข้อเสนอราย อื่น หรือเป็นการผิดพลาดเล็กน้อย คณะกรรมการฯ อาจพิจารณาผ่อนปรนการตัดสินสิทธิ ผู้ยื่นข้อเสนอรายนั้น

๖.๔ กรมสงวนสิทธิ์ไม่พิจารณาข้อเสนอของผู้ยื่นข้อเสนอโดยไม่มีการผ่อนผัน ในกรณี ดังต่อไปนี้

(๑) ไม่กรอกชื่อผู้ยื่นข้อเสนอในการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้าง ด้วย อิเล็กทรอนิกส์

(๒) เสนอรายละเอียดแตกต่างไปจากเงื่อนไขที่กำหนดในเอกสาร ประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสาระสำคัญ หรือมีผลทำให้เกิดความได้เปรียบเสียเปรียบแก่ผู้ยื่นข้อเสนอ รายอื่น

๖.๕ ในการตัดสินการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์หรือในการทำสัญญา คณะ กรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์หรือกรม มีสิทธิให้ผู้ยื่นข้อเสนอชี้แจงข้อเท็จจริงเพิ่มเติม ได้ กรมมีสิทธิที่จะไม่รับข้อเสนอ ไม่รับราคา หรือไม่ทำสัญญา หากข้อเท็จจริงดังกล่าวไม่เหมาะสมหรือไม่ถูก ต้อง

๖.๖ กรมทรงไว้ซึ่งสิทธิที่จะไม่รับราคาต่ำสุด หรือราคาหนึ่งราคาใด หรือราคาที่เสนอ

ทั้งหมดก็ได้ และอาจพิจารณาเลือกจ้างในจำนวน หรือขนาด หรือเฉพาะรายการหนึ่งรายการใด หรืออาจจะยกเลิก การประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่พิจารณาจัดจ้างเลยก็ได้ สุดแต่จะพิจารณา ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์ของทางราชการเป็นสำคัญ และให้ถือว่า การตัดสินใจของ กรมเป็นเด็ดขาด ผู้ยื่นข้อเสนอจะเรียกร้องค่าใช้จ่าย หรือค่าเสียหายใดๆ มิได้ รวมทั้ง กรมจะพิจารณายกเลิกการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์และลงโทษผู้ยื่นข้อเสนอเป็นผู้ทำงาน ไม่ว่าจะเป็นผู้ยื่นข้อเสนอที่ได้รับการคัดเลือกหรือไม่ก็ตาม หากมีเหตุที่เชื่อถือได้ว่าผู้ยื่นข้อเสนอกระทำการโดยไม่สุจริต เช่น การเสนอเอกสารอันเป็นเท็จ หรือใช้ข้อมูลคลาดเคลื่อน หรือนิติบุคคลอื่นมาเสนอราคาแทน เป็นต้น

ในกรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอรายที่เสนอราคาต่ำสุด เสนอราคาต่ำจนคาดหมายได้ว่าไม่อาจดำเนินงานตามเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ได้ คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์หรือกรม จะให้ผู้ยื่นข้อเสนออื่นชี้แจงและแสดงหลักฐานที่ทำให้เชื่อได้ว่า ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถดำเนินงานตามเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ให้เสร็จสมบูรณ์ หากคำชี้แจงไม่เป็นที่รับฟังได้ กรม มีสิทธิที่จะไม่รับข้อเสนอหรือไม่รับราคาของผู้ยื่นข้อเสนอรายนั้น ทั้งนี้ ผู้ยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่มีสิทธิเรียกร้องค่าใช้จ่ายหรือค่าเสียหายใดๆ จากกรม

๖.๗ ก่อนลงนามในสัญญา กรม อาจประกาศยกเลิกการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หากปรากฏว่ามีการกระทำที่เข้าลักษณะผู้ยื่นข้อเสนอที่ชนะการประกวดราคาหรือที่ได้รับการคัดเลือกมีผลประโยชน์ร่วมกัน หรือมีส่วนได้เสียกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่น หรือขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม หรือสมยอมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่น หรือเจ้าหน้าที่ในการเสนอราคา หรือสื่อว่ากระทำการทุจริตอื่นใดในการเสนอราคา

๖.๘ หากผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้ประกอบการ SMEs เสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่ไม่เกินร้อยละ ๑๐ ให้หน่วยงานของรัฐจัดซื้อจัดจ้างกับผู้ประกอบการ SMEs ดังกล่าว โดยจัดเรียงลำดับผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้ประกอบการ SMEs ซึ่งเสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นไม่เกินร้อยละ ๑๐ ที่จะเรียกมาทำสัญญาไม่เกิน ๓ ราย

ผู้ยื่นข้อเสนอที่เป็นกิจการร่วมค้าที่จะได้สิทธิตามวรรคหนึ่ง ผู้เข้าร่วมค้าทุกราย จะต้องเป็นผู้ประกอบการ SMEs

ทั้งนี้ ผู้ประกอบการ SMEs ที่ได้แต้มต่อด้านราคาตามวรรคหนึ่ง จะต้องมีวงเงินสัญญาสะสมตามปีปฏิทินรวมกับราคาที่เสนอในครั้งแล้ว มีมูลค่ารวมกันไม่เกินมูลค่าของรายได้ตามขนาดที่ขึ้นทะเบียนไว้กับ สสว.

๖.๙ หากผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งมิใช่ผู้ประกอบการ SMEs แต่เป็นบุคคลธรรมดาที่ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยเสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่มีได้ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายของต่างประเทศไม่เกินร้อยละ ๓ ให้จัดซื้อจัดจ้างกับบุคคลธรรมดาที่ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยดังกล่าว

ผู้ยื่นข้อเสนอที่เป็นกิจการร่วมค้าที่จะได้สิทธิตามวรรคหนึ่ง ผู้เข้าร่วมค้าทุกราย จะต้องเป็นบุคคลธรรมดาที่ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย

๗. การทำสัญญาจ้างก่อสร้าง

ผู้ชนะการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์จะต้องทำสัญญาจ้างตามแบบสัญญา ดังระบุ
ในข้อ ๑.๓ หรือทำข้อตกลงเป็นหนังสือกับกรม ภายใน ๗ วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้ง และจะต้องวาง
หลักประกันสัญญาเป็นจำนวนเงินเท่ากับร้อยละ ๕ ของราคาค่าจ้างที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ ให้กรม
ยึดถือไว้ในขณะทำสัญญาโดยใช้หลักประกันอย่างหนึ่งอย่างใด ดังต่อไปนี้

๗.๑ เงินสด

๗.๒ เชื้อหรือตราฟัทที่ธนาคารเซ็นสั่งจ่ายให้แก่สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ซึ่งเป็นเชื้อหรือ
ตราฟัทลงวันที่ที่ใช้เชื้อหรือตราฟัทนั้น ชำระต่อเจ้าหน้าที่ในวันทำสัญญา หรือก่อนวันนั้นไม่เกิน ๓ วันทำการ

๗.๓ หนังสือค้ำประกันของธนาคารภายในประเทศ ตามตัวอย่างที่คณะกรรมการ
นโยบายกำหนด ดังระบุในข้อ ๑.๔ (๒) หรือจะเป็นหนังสือค้ำประกันอิเล็กทรอนิกส์ตามวิธีการที่กรมบัญชีกลาง
กำหนด

๗.๔ หนังสือค้ำประกันของบริษัทเงินทุน หรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาต
ให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้ำประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย
ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยอนุโลมให้ใช้ตามตัวอย่าง
หนังสือค้ำประกันของธนาคารที่คณะกรรมการนโยบายกำหนด ดังระบุในข้อ ๑.๔ (๒)

๗.๕ พันธบัตรรัฐบาลไทย

หลักประกันนี้จะคืนให้ โดยไม่มีดอกเบี้ยภายใน ๑๕ วันนับถัดจากวันที่ผู้ชนะการ
ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (ผู้รับจ้าง) พ้นจากข้อผูกพันตามสัญญาจ้างแล้ว

๘. ค่าจ้างและการจ่ายเงิน

กรม จะจ่ายค่าจ้างซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มตลอดจนภาษีอากรอื่น ๆ และค่าใช้จ่าย
ทั้งปวงด้วยแล้วโดยถือราคาเหมารวมเป็นเกณฑ์และกำหนดการจ่ายเงินเป็นจำนวน ๓ งวดดังนี้

งวดที่ ๑ จำนวนเงิน ๗.๕% (ร้อยละเจ็ดจุดห้าของเงินสัญญาจ้าง)

จ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการ

๑.๑ รื้อถอนสิ่งกีดขวาง

๑.๒ สูบน้ำ

๑.๓ ขุดดินบ่อน้ำ

๑.๔ บดอัดชั้นดินเดิม ให้ได้ระนาบเดียวกันทั้งพื้นที่ (ยกเว้นบ่อหนองน้ำ

จำนวน ๒ จุด)

ทั้งหมดแล้วเสร็จ (กำหนดเวลา ๙๐ วัน)

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.๒๑๐๑-๕๗)

ทั้งหมดแล้วเสร็จ (กำหนดเวลา ๔๐ วัน)

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.๒๑๐๑-๕๗)

๓.๔ ทำความสะอาดพื้นที่ถมดินโดยรอบ

และได้ดำเนินการรายการต่างๆ ทั้งหมดแล้วเสร็จ ครบถ้วน

ถูกต้องตามรูปแบบรายการและสัญญาทุกประการ

ทั้งหมดแล้วเสร็จ (กำหนดเวลา ๕๐ วัน)

๙. อัตราค่าปรับ

ค่าปรับตามสัญญาจ้างแนบท้ายเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์นี้ หรือข้อตกลงจ้าง
เป็นหนังสือจะกำหนด ดังนี้

๙.๑ กรณีที่ผู้รับจ้างนำงานที่รับจ้างไปจ้างช่วงให้ผู้อื่นทำอีกทอดหนึ่งโดยไม่ได้รับ
อนุญาตจากกรม จะกำหนดค่าปรับสำหรับการฝ่าฝืนดังกล่าวเป็นจำนวนร้อยละ ๑๐.๐๐ ของวงเงินของงานจ้าง
ช่วงนั้น

๙.๒ กรณีที่ผู้รับจ้างปฏิบัติผิดสัญญาจ้างก่อสร้าง นอกเหนือจากข้อ ๙.๑ จะกำหนด
ค่าปรับเป็นรายวันเป็นจำนวนเงินตายตัวในอัตราร้อยละ ๐.๑๐ ของราคางานจ้าง

๑๐. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

ผู้ชนะการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งได้ทำสัญญาจ้าง ตามแบบ ดังระบุในข้อ ๑.๓
หรือข้อตกลงจ้างเป็นหนังสือแล้วแต่กรณี จะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของงานจ้างที่เกิดขึ้นภายใน
ระยะเวลา ไม่น้อยกว่า ๒ ปี นับถัดจากวันที่กรมได้รับมอบงาน โดยต้องรับผิดชอบซ่อมแซมแก้ไขให้ใช้งานได้
ได้ดีดังเดิมภายใน ๑๕ วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุดบกพร่อง

๑๑. ข้อสงวนสิทธิในการยื่นข้อเสนอและอื่น ๆ

๑๑.๑ เงินค่าจ้างสำหรับงานจ้างครั้งนี้ ได้มาจากเงินบำรุง

การลงนามในสัญญาจะกระทำต่อเมื่อ กรมได้อนุมัติเงิน ค่าก่อสร้างแล้ว

เท่านั้น

๑๑.๒ เมื่อกรมได้คัดเลือกผู้ยื่นข้อเสนอรายใดให้เป็นผู้รับจ้าง และได้ตกลงจ้าง ตามการ

ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์แล้ว ถ้าผู้รับจ้างจะต้องส่งหรือนำสิ่งของมาเพื่องานจ้างดังกล่าวเข้ามาจากต่างประเทศ และของนั้นต้องนำเข้ามาโดยทางเรือในเส้นทางที่มีเรือไทยเดินอยู่ และสามารถให้บริการรับขนได้ตามที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมประกาศกำหนด ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการพาณิชย์ ดังนี้

(๑) แจกการส่งหรือนำสิ่งของดังกล่าวเข้ามาจากต่างประเทศต่อกรมเจ้าท่า ภายใน ๗ วัน นับตั้งแต่วันที่ผู้รับจ้างส่งหรือซื้อของจากต่างประเทศ เว้นแต่เป็นของที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมประกาศยกเว้นให้บรรทุกโดยเรืออื่นได้

(๒) จัดการให้สิ่งของดังกล่าวบรรทุกโดยเรือไทย หรือเรือที่มีสิทธิเช่นเดียวกับเรือไทยจากต่างประเทศมายังประเทศไทย เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากกรมเจ้าท่า ให้บรรทุกสิ่งของนั้น โดยเรืออื่น ที่มีใบเรือไทย ซึ่งจะต้องได้รับอนุญาตเช่นนั้นก่อนบรรทุกของลงเรืออื่น หรือเป็นของที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมประกาศยกเว้นให้บรรทุกโดยเรืออื่น

(๓) ในกรณีที่มิปฏิบัติตาม (๑) หรือ (๒) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการพาณิชย์

๑๑.๓ ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งกรมได้คัดเลือกแล้ว ไม่ไปทำสัญญาหรือข้อตกลงจ้างเป็นหนังสือ ภายในเวลาที่กำหนดดังระบุไว้ในข้อ ๗ กรมจะริบหลักประกันการยื่นข้อเสนอ หรือเรียกมัดจำจากผู้ออกหนังสือ คำประกัน การยื่นข้อเสนอทันที และอาจพิจารณาเรียกมัดจำชดเชยความเสียหายอื่น (ถ้ามี) รวมทั้งจะพิจารณาให้เป็นผู้ทำงาน ตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ

๑๑.๔ กรมสงวนสิทธิ์ที่จะแก้ไขเพิ่มเติมเงื่อนไข หรือข้อกำหนดในแบบสัญญาหรือข้อตกลงจ้างเป็นหนังสือให้เป็นไปตามความเห็นของสำนักงานอัยการสูงสุด (ถ้ามี)

๑๑.๕ ในกรณีที่เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์นี้ มีความขัดหรือแย้งกันผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องปฏิบัติตามคำวินิจฉัยของกรม คำวินิจฉัยดังกล่าวให้ถือเป็นที่สุด และ ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีสิทธิเรียกร้องค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติม

๑๑.๖ กรม อาจประกาศยกเลิกการจัดจ้างในกรณีต่อไปนี้ได้ โดยที่ผู้ยื่นข้อเสนอจะเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ จากกรมไม่ได้

(๑) กรมไม่ได้รับการจัดสรรเงินที่จะใช้ในการจัดจ้างหรือได้รับจัดสรรแต่ไม่เพียงพอที่จะทำการจัดจ้างครั้งนี้ต่อไป

(๒) มีการกระทำที่เข้าลักษณะผู้ยื่นข้อเสนอที่ชนะการจัดจ้างหรือที่ได้รับการคัดเลือกมี ผลประโยชน์ร่วมกัน หรือมีส่วนได้เสียกับผู้ยื่นเสนอรายอื่น หรือขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมหรือสมยอมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่น หรือเจ้าหน้าที่ในการเสนอราคา หรือสื่อว่ากระทำการทุจริตอื่นใด ในการเสนอราคา

(๓) การทำการจัดจ้างครั้งนี้ต่อไปอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่กรม หรือกระทบต่อประโยชน์สาธารณะ

(๔) กรณีอื่นในทำนองเดียวกับ (๑) (๒) หรือ (๓) ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

ซึ่งออกตามความในกฎหมายว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ

๑๒. การปรับราคาค่างานก่อสร้าง

การปรับราคาค่างานก่อสร้างตามสูตรการปรับราคาดังระบุในข้อ ๑.๕ จะนำมาใช้ในกรณี
ที่ ค่างานก่อสร้างลดลงหรือเพิ่มขึ้น โดยวิธีการต่อไปนี้

ตามเงื่อนไข หลักเกณฑ์ สูตรและวิธีคำนวณที่ใช้กับสัญญาแบบปรับราคาได้ตามมติ
คณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๒๒ สิงหาคม ๒๕๓๒ เรื่อง การพิจารณาช่วยเหลือผู้ประกอบการอาชีพงานก่อสร้าง ตาม
หนังสือสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ที่ นร ๐๒๐๓/ว ๑๐๙ ลงวันที่ ๒๔ สิงหาคม ๒๕๓๒

สูตรการปรับราคา (สูตรค่า K) จะต้องคงที่ที่ระดับที่กำหนดไว้ในวันแล้วเสร็จตามที่
กำหนดไว้ในสัญญา หรือภายในระยะเวลาที่กรมได้ขยายออกไป โดยจะใช้สูตรของทางราชการที่ได้ระบุในข้อ
๑.๕

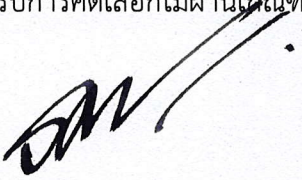
๑๓. การปฏิบัติตามกฎหมายและระเบียบ

ในระหว่างระยะเวลาการก่อสร้าง ผู้ยื่นข้อเสนอที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้รับจ้างต้อง
ปฏิบัติ ตามหลักเกณฑ์ที่กฎหมายและระเบียบได้กำหนดไว้โดยเคร่งครัด

๑๔. การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการ

กรม สามารถนำผลการปฏิบัติงานแล้วเสร็จตามสัญญาของผู้ยื่นข้อเสนอที่ได้รับการ
คัดเลือกให้ เป็นผู้รับจ้างเพื่อนำมาประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการ

ทั้งนี้ หากผู้ยื่นข้อเสนอที่ได้รับการคัดเลือกไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจะถูกระงับการยื่นข้อ
เสนอหรือทำสัญญากับกรม ไว้ชั่วคราว



กรมการแพทย์

๗ กันยายน ๒๕๖๖

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลางในงานจ้างก่อสร้าง

๑. ชื่อโครงการ.....จ้างงานดินขุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน
.....กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน.....
๒. หน่วยงานเจ้าของโครงการ.....สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์.....
๓. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร.....๔๖,๐๐๐,๐๐๐.๐๐.....บาท
๔. ลักษณะงาน (โดยสังเขป).....ขุดดินและถมดินปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น โครงการสถาบันมะเร็งแห่งชาติ
แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร โดยมีพื้นที่ที่จะทำการถมดินประมาณ ๖๔๙๒๗ ตารางเมตร
ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณ +๑.๒๕ เมตร โดยอ้างอิงจากระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการ.....
๕. ราคากลางคำนวณ ณ วันที่ ๒๒ สิงหาคม ๒๕๖๖.....เป็นเงิน.....๔๐,๖๐๔,๗๐๐.๐๐.....บาท
๖. บัญชีประมาณการราคากลาง
- ๖.๑.แบบ.ปร.๔.....
- ๖.๒.แบบ.ปร.๖.(ปร.๕ก+ปร.๕ข).....
๗. รายชื่อคณะกรรมการกำหนดราคากลาง
- | | | | |
|-----|--|---------------------------------|---------------|
| ๗.๑ | ว่าที่ร้อยตำรวจโทหญิงภา ศิริวิวัฒนากุล | ผู้อำนวยการสถาบันมะเร็งแห่งชาติ | ประธานกรรมการ |
| ๗.๒ | นายจรศักดิ์ เยาวลักษณ์ | นายช่างโยธาปฏิบัติงาน | กรรมการ |
| ๗.๓ | นายไชยพัฒน์ พงษ์สุข | นายช่างโยธาปฏิบัติงาน | กรรมการ |
| ๗.๔ | นายณัฐนันท์ อำนวยพันธ์ | นักวิชาการพัสดุปฏิบัติการ | 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

ส่วนราชการ คณะกรรมการกำหนดราคากลาง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

<input type="checkbox"/>	ประเภท	โครงการจ้างงานดินขุด - งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร						
<input type="checkbox"/>	สถานที่ก่อสร้าง	สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร						
<input type="checkbox"/>	หน่วยงานออกแบบแปลนและรายการ	กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ						
<input type="checkbox"/>	แบบเลขที่	-	เอกสารเลขที่	ก.43/พ.ศ./66	พื้นที่อาคาร	64,927 ตร.ม.		
<input type="checkbox"/>	ประมาณราคาตามแบบ	ปร.4	จำนวน	2	แผ่น	จำนวนชั้น	-	ชั้น
<input type="checkbox"/>	ราคาค่าวัสดุ	สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ กรุงเทพฯ ประจำเดือน พฤษภาคม 2566						
<input type="checkbox"/>	ราคาค่าแรงงานตามบัญชีค่าแรงงาน / ค่าดำเนินการ	สำหรับถอดแบบคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง มีนาคม 2566						
<input type="checkbox"/>	ประมาณราคาเมื่อวันที่	เดือน	พ.ศ.	ปรับราคาเมื่อเดือน	กรกฎาคม 2566			
ตามหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างและตามหนังสือกรมบัญชีกลาง ด่วนที่สุด ที่ กค.0433.2 / ว1288 ลงวันที่ 17 ตุลาคม 2565								
FACTOR . F ประเภทงานอาคาร เจริญไช - เงินล่วงหน้าจ่าย 0% , - เงินประกันผลงานหัก 0% , - ดอกเบี้ยเงินกู้ 6% , ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%								
ลำดับที่	รายการ		ราคาค่าก่อสร้างฐานราคชนิด		หมายเหตุ			
			เสาเข็มเจาะ					
1	ค่างานส่วนที่ 1 ค่างานต้นทุน (คำนวณในราคาทุน)		32,256,588					
	ราคารวมค่า Factor F	1.2163	39,233,688					
2	ค่างานส่วนที่ 2 หมวดงานครุภัณฑ์จัดซื้อ หรือสั่งซื้อ		0					
	ราคารวมค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT)	7 %	0					
3	ค่างานส่วนที่ 3 ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดฯ (ถ้ามี)		1,371,000					
รวมเงิน (1)+(2)+(3)			40,604,688					
คิดเป็นเงินทั้งสิ้นโดยประมาณ			40,604,700					
	พื้นที่ถมดิน	64,927	ตร.ม.	เฉลี่ยราคา	625	บาท / ตร.ม.		
<input type="checkbox"/>	(ตัวอักษร)		ลีสืบล้านหกแสนสี่พันเจ็ดร้อยบาทถ้วน					

หมายเหตุ

- ปริมาณงานและราคาต่อหน่วยในบัญชีวัสดุนี้ เป็นราคาเบื้องต้นเพื่อประกอบสำหรับขอจัดตั้งงบประมาณเท่านั้น ไม่สามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดราคาได้ ผู้กำหนดราคากลาง จะต้องจัดทำปริมาณงานและราคาต่อหน่วยตามแบบรูปและเอกสารรายการประกอบแบบก่อสร้างให้ครบถ้วนและสมบูรณ์ตามที่แบบกำหนด
- ค่าใช้จ่ายพิเศษให้เป็นดุลยพินิจของคณะกรรมการกำหนดราคากลาง พิจารณาตามความเหมาะสมและตามสถานที่ก่อสร้างนั้นๆ

บัญชีแสดงรายการก่อสร้างสำหรับงานก่อสร้างอาคาร			
โครงการก่อสร้าง	โครงการจ้างงานดินขุด - งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร	แบบเลขที่ :	-
สถานที่ก่อสร้าง	สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร	เอกสารเลขที่	ก.43/พ.ค./66
ลำดับ	รายการ	จำนวนเงินชนิดฐานราก	หมายเหตุ
		เสาเข็มเจาะ	
	ส่วนที่ 1 ค่างานต้นทุน (คำนวณในราคาทุน)		
1	กลุ่มงานที่ 1		
	(คิดเฉพาะค่าวัสดุและค่าแรงงานหรือทุนซึ่งยังไม่รวมค่าอำนวยความสะดวก ดอกเบี้ย กำไร และภาษี)		
	1.1 งานดินขุดดินถม		
	1.1.1 งานดินขุดดินถม	32,256,588	
	รวมค่างานกลุ่มงานที่ 1	32,256,588	
2	กลุ่มงานที่ 2		
	(คิดเฉพาะค่าวัสดุและค่าแรงงานหรือทุนซึ่งยังไม่รวมค่าอำนวยความสะดวก ดอกเบี้ย กำไร และภาษี)		
	2.1 งานครุภัณฑ์จัดจ้าง หรือสั่งทำ	0	
	2.2 งานตกแต่งภายในอาคาร	0	
	รวมค่างานกลุ่มงานที่ 2	0	
3	กลุ่มงานที่ 3		
	(คิดเฉพาะค่าวัสดุและค่าแรงงานหรือทุนซึ่งยังไม่รวมค่าอำนวยความสะดวก ดอกเบี้ย กำไร และภาษี)		
	3.1 งานภูมิทัศน์	0	
	3.2 งานผังบริเวณ และงานก่อสร้างประกอบอื่นๆ	0	
	รวมค่างานกลุ่มงานที่ 3	0	
	รวมค่างานส่วนที่ 1	32,256,588	
	ส่วนที่ 2 หมวดงานครุภัณฑ์จัดซื้อ หรือสั่งซื้อ		
	(คิดราคาผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายซึ่งยังไม่รวมค่าภาษี)		
	1 งานครุภัณฑ์จัดซื้อ หรือสั่งซื้อ	0	
	รวมค่างานส่วนที่ 2	0	
	ส่วนที่ 3 ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดตา (ถ้ามี)		
	(คิดในราคาเหมารวม ซึ่งรวมค่าใช้จ่ายและค่าภาษีไว้ด้วยแล้ว)		
	1 หมวดค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนด เงื่อนไข และความจำเป็นต้องมี	1,371,000	
	รวมค่างานส่วนที่ 3	1,371,000	

บัญชีแสดงรายการก่อสร้างสำหรับงานก่อสร้างอาคาร

โครงการก่อสร้าง	โครงการจ้างงานดินขุด - งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร			แบบเลขที่ :	
สถานที่ก่อสร้าง	สถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร			เอกสารเลขที่	ก.43/พ.ค./66
ผู้ประมาณการ	คณะทำงาน	วันที่ประมาณราคา	พฤษภาคม 2566	พื้นที่อาคาร	64,927 ตร.ม.
ผู้ปรับราคา	คณะกรรมการกำหนดราคากลาง	วันที่ปรับราคา	กรกฎาคม 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 งานดินขุดดินถม							
1	ขุดดิน และถมดิน	ลบ.ม.	15,834	0	0	112	1,773,408	1,773,408
2	งานถมดินคุณสมบัติตามมาตรฐาน มยผ.2101-57	ลบ.ม.	72,579	420.00	30,483,180		0	30,483,180
	พร้อมบดอัด มาตรฐาน มยผ.2201-57 (ดินบดอัดแน่น)							
	รวม (1.1)				30,483,180		1,773,408	32,256,588
	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
	- ค่าเช่ารถเกรดเตอร์ 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
	รวม (3.1)				0		1,371,000	1,371,000

หมายเหตุ - ปริมาณงานใน BOQ นี้ไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงในการก่อสร้างจริงได้ ผู้เสนอราคาต้องเสนอตามแบบรูป

และเอกสารรายการประกอบแบบที่กำหนด

- บัญชีแสดงปริมาณวัสดุเป็นเอกสารราชการกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ใช้เฉพาะเป็นแนวทางในการประมาณราคาเท่านั้น

- หากต้องการ ใช้ BOQ นี้ให้ผู้เสนอราคา กรอกรายละเอียดในการเสนอราคา จะต้องลบปริมาณวัสดุและราคาออกก่อน

ตาราง Factor F งานอาคาร		การคำนวณหาค่า Factor-F เฉลี่ย	
เงินล่วงหน้าจ่าย	0%	หนังสือกรมบัญชีกลางที่ กค.0433.2 / ว1288 ลงวันที่ 17 ตุลาคม 2565	
เงินประกันผลงานหัก	0%		
ดอกเบี้ยเงินกู้	6%		
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม	7%	Factor F = $D - ((D-E)*(A-B)/(C-B))$	
ค่างานต้นทุน (บาท)	Factor F	B	30,000,000.00 B : ค่างานต้นทุนต่ำ
		A	32,256,588.00 A : ค่างานต้นทุนที่ประมาณราคาได้(วัสดุ+แรงงาน)
		C	40,000,000.00 C : ค่างานต้นทุนสูง
500,000	1.3074	D	1.2164 D : Factor F ต้นต่ำ
1,000,000	1.3050	E	1.2161 E : Factor F ต้นสูง
2,000,000	1.3035	Factor F =	1.2163 นำค่านี้ไปใช้ในการคำนวณ
5,000,000	1.3003	A * Factor F	39,233,687.98
10,000,000	1.2943	(ให้กรอกข้อมูลลงในช่อง A เท่านั้น)	
15,000,000	1.2594		
20,000,000	1.2518		
25,000,000	1.2248		
30,000,000	1.2164		
40,000,000	1.2161		
50,000,000	1.2159		
60,000,000	1.2061		
70,000,000	1.2050		
80,000,000	1.2050		
90,000,000	1.2049		
100,000,000	1.2049		
150,000,000	1.2023		
200,000,000	1.2023		
250,000,000	1.2013		
300,000,000	1.1951		
350,000,000	1.1866		
400,000,000	1.1858		
500,000,000	1.1853		
500,000,001	1.1788		

รายการโครงการจ้างงานดินชุด – งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม

เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 งาน

ความเป็นมา

ตามที่กรมการแพทย์ได้รับบริจาคที่ดิน เนื้อที่ประมาณ 84 ไร่ ตั้งอยู่ ณ ตำบลท่าข้าม อำเภอบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ให้ทางราชการเพื่อสาธารณประโยชน์ ทางด้านการแพทย์และการสาธารณสุข โดยก่อสร้างสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (บางขุนเทียน)

วัตถุประสงค์

เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับก่อสร้างสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (บางขุนเทียน)

คุณสมบัติผู้ยื่นข้อเสนอ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย
2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดไว้ในราชกิจจานุเบกษา
7. เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพ รับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

10. ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

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

12. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ต้องมีทุนจดทะเบียนไม่ต่ำกว่า 8 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาท ขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียนหรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบโดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

(5.3) งานจ้างก่อสร้างที่กรมบัญชีกลางได้ขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการงานก่อสร้างแล้ว และงานจ้างก่อสร้างที่หน่วยงานของรัฐได้มีการจัดทำบัญชีผู้ประกอบการงานก่อสร้างที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นไว้แล้วก่อนวันที่พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างฯ มีผลใช้บังคับ

13. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเป็นนิติบุคคล ซึ่งจดทะเบียนในประเทศไทย มีใบรับรองผลงานการก่อสร้างงานอาคาร หรืองานปรับปรุงที่มีลักษณะประเภทเดียวกันกับงานจ้างเหล่านี้ (งานดินซุด งานดินถม และถมที่ดิน) ของทางราชการ องค์กร หรือ หน่วยงาน ของรัฐ หรือเอกชน เชื่อถือได้ในสัญญาฉบับเดียวกัน โดยมีมูลค่างานดินซุด งานดินถม และถมที่ดิน ไม่น้อยกว่า 13,800,000.00 บาท (สิบสามล้านแปดแสนบาทถ้วน) (ร้อยละ 30 ของวงเงินงบประมาณ) เป็นงานที่ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยในกำหนดสัญญา และต้องเป็นผลงานภายในระยะเวลา 5 ปี ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยแนบสำเนาใบรับรองผลงาน พร้อมสำเนาสัญญาและสำเนาบัญชีปริมาณงานก่อสร้าง พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง ส่งให้สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ในวันยื่นข้อเสนอ

14. ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างต้องมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตั้งแต่ระดับภาคีวิศวกร สาขา วิศวกรรมโยธา ตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. 2542

แบบและเอกสารประกอบการก่อสร้าง ประกอบด้วย

1. รายการงานถมดินปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น เอกสารเลขที่ ก.43/พ.ค./66 จำนวน 13 แผ่น
2. มาตรฐานการก่อสร้างอาคารของกองแบบแผน พ.ศ. 2553 จำนวน 1 เล่ม
3. มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment: Material) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2101-57) จำนวน 1 เล่ม
4. มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการ และผังเมือง (มยพ.2201-57) จำนวน 1 เล่ม

หมายเหตุ เอกสารประกอบการก่อสร้าง ให้ใช้รายละเอียดเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้องานเท่านั้น

ข้อกำหนดทั่วไป

1. ตำแหน่งถมดิน

ตำแหน่งของการถมดิน ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่โครงการ จ้างงานดินชุด – งานดินถม และถมที่ดิน สถาบัน - มะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ส่วนตำแหน่งที่แน่นอนคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จะกำหนดอีกครั้งในวันตรวจสอบผังการก่อสร้าง

2. ระดับ

ระดับของที่ดิน หลังจากการถมดินเสร็จสิ้น ให้เท่ากับหรือสูงกว่าระดับถนนสายหลักบริเวณใกล้เคียง สถานที่ถมดิน หากระดับของที่ดินสูงกว่าระดับถนน ให้ปรับระดับทางเข้าลาดเอียงลงสู่ระดับถนนเพื่อให้การสัญจร จากถนนหลักเข้าสู่ที่ดินสามารถทำได้โดยสะดวก ทั้งนี้ ระดับที่แน่นอนอาจจะปรับได้เพื่อความเหมาะสมด้านประโยชน์ ใช้สอย ซึ่งจะกำหนดให้ในวันตรวจสอบผัง โดยไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

3. การถมดินการขุดดิน

- 3.1. ให้ถมดินและขุดดินปรับระดับ โดยมีพื้นที่ที่จะทำการถมดินประมาณ 64,927 ตารางเมตร (ประมาณ 40 ไร่) ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณ +1.25 เมตร โดยอ้างอิงจากระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการ เพื่อใช้เป็นระดับสำหรับทำงานก่อสร้างต่อไป โดยมีปริมาณการดังนี้
 - 3.1.1. ปริมาตรดินถมประมาณ 72,579 ลูกบาศก์เมตร (ดินถมอัดแน่น)
 - 3.1.2. ปริมาตรดินขุดประมาณ 15,834 ลูกบาศก์เมตร (โดยขุดจากพื้นที่ก่อสร้าง)
- 3.2. คุณสมบัติของดินถมให้ใช้ตามมาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment: Material) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2101-57) เป็นอย่างน้อย
- 3.3. ให้ถมดินแล้วบดอัดดินทีละชั้น โดยที่ชั้นละไม่เกิน 0.50 เมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 90% ของ Standard Proctor Compaction Test โดยใช้รายละเอียดตามมาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง(มยพ.2201-57)โดยอนุโลม และในแต่ละชั้นจะต้องดำเนินการทดสอบความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2201-57) จำนวนไม่น้อยกว่า 5 จุด/ชั้น
- 3.4. ดาวน์โหลด มยพ. ได้ที่ http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/std2100.pdf
- 3.5. ก่อนการดำเนินการผู้รับจ้างต้องดำเนินการดังนี้
 - 3.5.1. เสนอบ่อดินที่จะใช้ในการถมดินบริเวณก่อสร้าง ต้องเป็นบ่อดินที่ถูกต้องตามกฎหมาย
 - 3.5.2. ระหว่างถมดินต้องมีการตรวจนับปริมาณดินถมที่นำเข้ามาในบริเวณก่อสร้าง หากปริมาณดินที่นำเข้ามาในหน่วยงานก่อสร้าง น้อยกว่าที่กำหนดในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามสัญญาจ้าง (BOQ.) ให้พิจารณาราคาเปรียบเทียบกับงานลด ก่อนส่งงานงวดสุดท้าย
 - 3.5.3. ผู้รับจ้างเสนอเครื่องจักรที่ใช้ในการดำเนินการ ต้องประกอบด้วย อย่างน้อย รถเกลี่ยดิน, รถบด, รถสเปรย์น้ำ, รถขุดตัก เป็นต้น
 - 3.5.4. ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการดำเนินการบดอัดดินเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาก่อนการดำเนินการ โดยมีการรับรองวิธีการโดยวิศวกรโยธาระดับไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร

4. สิ่งกีดขวางการก่อสร้าง

- 4.1. สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่จะต้องรื้อถอน, รื้อย้าย หรือ นำไปติดตั้งใหม่ทั้งสิ้น โดยหน้าที่และค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 4.2. สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่ได้รื้อถอน, รื้อย้าย หรือนำไป ติดตั้งใหม่ นั้น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้ใช้งานได้ดีเหมือนเดิม
- 4.3. ให้ผู้รับจ้างนำวัสดุ - อุปกรณ์ ส่วนที่ยังประโยชน์ได้ ที่ได้จากการรื้อถอน ไปเก็บรักษาไว้ยังสถานที่ที่ทาง สถาบันมะเร็งแห่งชาติ เจ้าของสถานที่เป็นผู้กำหนดให้
- 4.4. ในส่วนของขยะที่ได้จากการรื้อถอน จะต้องนำไปทิ้งภายนอก เป็นหน้าที่และค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 4.5. ในการก่อสร้างถ้ามีความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงานหรือขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ ผู้รับจ้าง จะต้องทำการปรับปรุง-ซ่อมแซมแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ให้ใช้งานได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและระยะเวลา เพิ่มเติม

5. การป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัย

- 5.1. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพื่อให้เกิดความสงบเรียบร้อยและปลอดภัยแก่ประชาชนและเจ้าหน้าที่ของ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ เช่น กั้นรั้วขอบเขตของการก่อสร้าง, ตาข่ายกั้นวัสดุตกหล่น, ปิดกั้นช่องปล่องลิฟท์, การจัดเจ้าหน้าที่เวรยามของผู้รับจ้าง และอื่นๆ ตามสมควร
- 5.2. ให้ผู้รับจ้างเสนอแผนการป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัยต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ หากผู้ว่าจ้างเห็นว่ามาตรการที่ผู้รับจ้างจัดไว้ยังไม่เพียงพอ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง อาจจะให้ผู้รับจ้างดำเนินการเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม
- 5.3. ทั้งนี้ให้ถือว่า การป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัยนี้ เป็นเนื้องานที่อยู่ในงานงวดที่ 1 ด้วย

6. การก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว

- 6.1. ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว ตามข้อกำหนดในมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2553 หัวข้อที่ 1.5 การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง รายละเอียดตามหัวข้อย่อยที่ 1.5.9
- 6.2. ให้ถือว่า การก่อสร้างสำนักงานชั่วคราวนี้ เป็นเนื้องานที่อยู่ในงานงวดที่ 1 ด้วย

หมวดการควบคุมงานและประมาณราคา

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูปสัญญา โดยมีผู้ควบคุมงานที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ว่าจ้าง เป็นผู้ตรวจสอบและควบคุมงานให้เป็นไปตามเอกสารสัญญา หรือหากกรณีผู้ว่าจ้างยังไม่มีแต่งตั้งผู้ควบคุมงาน ให้ติดต่อประสานงานกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างหรือผู้ว่าจ้าง โดยถือเป็นพันธะหน้าที่ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จตามสัญญาไม่สามารถอ้างเป็นเหตุในการขยายเวลาหรือดเว้นค่าปรับได้ โดยงานก่อสร้างในระหว่างสัญญาให้ผู้รับจ้างดำเนินการดังนี้

1. บทบาทหน้าที่ของผู้รับจ้างในงานก่อสร้างตามสัญญา

- 1.1 การก่อสร้างตามรูปแบบรายการสัญญาและวงงาน ให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างตามรายการประกอบแบบ แบบก่อสร้าง ข้อกำหนดในเอกสารประกอบต่างๆ ที่ลงนามในสัญญา และพระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน พ.ศ. 2543 โดยต้องเป็นไปตามลำดับการก่อสร้างและลักษณะวิชาชีพที่ดี
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องระบุตนเองหรือแต่งตั้งผู้แทน เป็นผู้รับผิดชอบประจำโครงการและกำหนดลำดับอำนาจการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง ผังองค์กรของผู้รับจ้าง ที่เป็นวิศวกร สถาปนิก หัวหน้างานหรือวิชาชีพใด ตามที่กำหนดในสัญญา เพื่อการติดต่อประสานงาน การรับส่งเอกสารและการส่งการพร้อมเอกสารระบุตัวตน โดยส่งแผนผังองค์กรและรายละเอียดบุคลากร ภายใน 15 วันภายหลังการส่งมอบพื้นที่
- 1.3 การจัดทำแผนงาน หลักและแผนงานย่อย (ถ้ามี) ให้มีการจัดทำแผนงานหลัก และแผนงานย่อย (ถ้ามี) เพื่อแสดงว่า ผู้รับจ้างได้มีการวางแผนงานก่อสร้าง โดยพิจารณาแบบก่อสร้างและรายละเอียดต่างๆ ตามสัญญาอย่างรอบคอบ รวมถึงการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง การขนส่ง เครื่องจักรกลก่อสร้าง แรงงาน สภาพอากาศ ตลอดจนการป้องกันปัญหาอุปสรรคต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ ผู้รับจ้างจึงต้องจัดทำแผนงานการก่อสร้างหลัก ตามช่วงเวลาปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้คาดหมายได้ว่างานก่อสร้างจะแล้วเสร็จถูกต้องครบถ้วนทันตามข้อกำหนดในสัญญาและไม่มีเหตุผลเพื่อขอขยายระยะเวลาก่อสร้างได้ โดยแผนงานหลักต้องส่งภายใน 15 วันภายหลังการส่งมอบพื้นที่

- 1.4 การดำเนินการก่อสร้างและการแก้ไขปัญหา ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการก่อสร้างและหลักวิชาชีพรูปแบบต่างๆ ไม่ข้ามขั้นตอน ไม่ลัดขั้นตอน เช่น ไม่ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ขออนุมัติ ไม่ก่อสร้างงานโครงสร้างอาคารที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงโดยไม่ผ่านการอนุมัติเห็นชอบ ต้องทำการก่อสร้างอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เช่น การตรวจการติดตั้งแบบหล่อก่อน จึงทำการติดตั้งและตรวจสอบเหล็กเสริม จากนั้นจึงขออนุมัติเทคอนกรีต ก่อนการเทคอนกรีต ตามลำดับ เป็นต้น
- 1.5 การขออนุมัติการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างและแบบขยายการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการขออนุมัติล่วงหน้า จนได้รับการอนุมัติก่อนถึงลำดับขั้นตอนการก่อสร้างงานนั้นๆ ซึ่งต้องถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด การที่ผู้รับจ้างขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์และแบบขยายการติดตั้งจริง ที่ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการก่อสร้าง อาทิ การขออนุมัติที่ล่าช้า หรือการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ก่อนได้รับการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ถือว่าเป็นการกระทำโดยพลการ ซึ่งอาจทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการพิสูจน์ว่า วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งนั้นถูกต้องตรงตามข้อกำหนดของสัญญา เหตุของความล่าช้าที่เกิดจากผู้รับจ้าง ไม่สามารถนำมาอ้างอิงเพื่อขอเพิ่มค่าใช้จ่ายขยายเวลาสัญญา หรือดเว้นค่าปรับได้
- 1.6 การบันทึกรายงานการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจัดทำบันทึกรายงานการก่อสร้างรายวันจัดเป็นแฟ้มเอกสาร มีสาระสำคัญ เช่น ลักษณะงาน ปริมาณงาน จำนวนแรงงาน สภาพแวดล้อมและอุปสรรค เป็นต้น การบันทึกภาพถ่ายอย่างสม่ำเสมอเป็นลำดับ ส่งให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบทุกสัปดาห์ และเตรียมพร้อมหากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ร้องขอตรวจสอบ รวมถึงบันทึกรายงานความปลอดภัยปัญหาอุปสรรคและการแก้ไขในงานก่อสร้าง พร้อมภาพถ่ายทันทีในวันที่เกิดเหตุ
- 1.7 การรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างและหน่วยงานหรือองค์กรที่ผู้รับจ้างจัดหา ต้องรับรองเอกสารขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์หรือด้านวิชาชีพ เช่น แบบขยายการติดตั้ง ผลการทดสอบวัสดุ การทดลองอุปกรณ์ เอกสารรับประกันการติดตั้ง มาตรฐานหรือเอกสารอื่นๆ ที่ต้องมีผู้ประกอบวิชาชีพสาขาต่างๆ ลงนามรับรอง ต้องเป็นผู้มีคุณสมบัติตามที่กฎหมายกำหนด การรับรองสำเนาเอกสารอื่นที่ไม่ใช่ด้านวิชาชีพ เช่น เอกสารบุคคล เอกสารรับรองจากผู้ผลิต เอกสารการนำเข้าใบกำกับภาษี ผู้รับจ้างต้องลงนามและประทับตราโดยผู้มีอำนาจ

1.8 การขออนุญาตและแจ้งหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างต้องแจ้งการถมดินต่อเจ้าหน้าที่พนักงานท้องถิ่น ตามแบบที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนด โดยต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติการขุดดิน พ.ศ. 2543 และนำไปรับแจ้งการถมดิน มาประกอบการส่งมอบงานจ้าง (ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่สำนักงานที่ดินเป็นของผู้รับจ้าง)

2. เอกสารการติดต่อกับราชการ

2.1 เอกสารทั่วไป

เพื่อการประสานงาน เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างหรือถึงผู้ว่าจ้าง การส่งเอกสารต่างๆ ให้ส่งผ่านผู้ควบคุมงานรับทราบและตรวจสอบ ก่อนลงรับเอกสารที่งานพัสดุหรือธุรการ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 ชุด โดย 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)

2.2 เอกสารการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง

2.2.1 เอกสารส่งมอบงานตรวจรับพัสดุฯของผู้รับจ้าง เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง หรือถึงผู้ว่าจ้าง โดยเอกสารต้องผ่านผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาให้ความเห็น โดยนับต่อจากวันที่ส่งเอกสารเป็นวันเริ่มต้นตามระยะเวลาที่ระเบียบราชการกำหนดและนำส่งเอกสาร เพื่อลงรับที่งานพัสดุเพื่อรายงานต่อประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ และดำเนินการตรวจรับพัสดุฯ ต่อไป

2.2.2 เอกสารประกอบการส่งมอบงานการตรวจรับพัสดุฯ

- ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ(ดูรายการข้อ 2.4) จำนวน 2 เล่ม สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 เล่ม แนบเอกสารนำส่งถึงประธานฯ 1 เล่ม และจัดทำเอกสารสำหรับประกอบการตรวจรับพัสดุฯ จำนวนเล่มเท่ากับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯและผู้ควบคุมงานในวันนัดตรวจรับพัสดุ

2.3 เอกสารการขออนุมัติ หรือแจ้งเพื่อทราบ

2.3.1 เอกสารการขออนุมัติ

- ให้ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างรายการข้อ 2) กรณีทั่วไป จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 5 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) และ 2 ชุด สำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบหรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนดภายหลัง
- แบบเอกสารการขออนุมัติงานวิชาชีพรายการข้อ 2) เช่น แบบขยายงานก่อสร้างวิชาชีพ ในส่วนที่สำคัญ แบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง หรือแบบขยายที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าต้องขออนุมัติคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 5 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) 2 ชุด สำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบ หรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนดภายหลัง
- แบบเอกสารทั่วไปที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ สามารถพิจารณาได้เอง แบบเอกสารที่อยู่ในขั้นตอนการก่อสร้างตามปกติ เอกสารแจ้งเพื่อทราบ เอกสารขออนุมัติวัสดุอย่างง่ายหรือที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าไม่ต้องหารือหน่วยงานวิชาชีพหรือผู้ออกแบบ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 ชุด 1 ชุดสำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุด สำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)

2.3.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องประกอบการขออนุมัติของผู้รับจ้าง

การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง	การขออนุมัติงานวิชาชีพ
<ul style="list-style-type: none"> ■ เอกสารระบุชื่อผลิตภัณฑ์แบบรุ่นหรือหมายเลขรุ่น ■ เอกสารผู้ผลิตผู้นำเข้าหรือผู้แทนจำหน่ายและผู้ติดตั้ง ■ เอกสารข้อมูลด้านเทคนิค (ถ้ามี) ■ รายละเอียดการติดตั้งแบบขยายหรือแคตตาล็อก ■ ผลการทดสอบทดลองตรวจสอบ (ถ้ามี) ■ เอกสารรับรองมาตรฐาน ■ เอกสารอ้างอิงผลงานที่ผ่านมา ■ ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามแบบกับผลิตภัณฑ์ที่ขออนุมัติ ■ เอกสารต้นฉบับและที่เป็นสำเนา ให้รับรองโดยผู้ประกอบวิชาชีพที่เกี่ยวข้องนั้นๆ พร้อมเอกสารประกอบวิชาชีพของผู้รับรอง 	<ul style="list-style-type: none"> ■ เอกสารรายการแบบขยายงานก่อสร้างแบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างเป็นต้น ■ เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ■ รายการคำนวณวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ■ ลงนามรับรองแบบและรายการคำนวณวิชาชีพโดยผู้มีวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ■ ลงนามประทับตรารับรองเอกสารที่เป็นสำเนาโดยวิชาชีพหรือผู้มีอำนาจลงนาม

2.3.3 การดำเนินการพิจารณาของฝ่ายผู้ว่าจ้างแต่ละครั้งมีระยะเวลา 15 วันทำการ ผู้รับจ้าง

ต้องวางแผนดำเนินการล่วงหน้าและจัดเตรียมเอกสารให้ครบถ้วนในคราวเดียว อาทิ

การพิจารณางานฐานรากเสาเข็ม การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง แบบ Shop Drawing

การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างหรืออื่นๆ เป็นต้น

2.3.4 การดำเนินการขออนุมัติล่าช้าหรือเอกสารไม่ครบถ้วนไม่ถูกต้อง ทำเป็นเหตุให้ล่าช้า

ไม่เป็นไปตามกำหนดแผนงานหลัก หรือล่าช้าไม่ทันกับการใช้งาน ไม่เป็นเหตุในการอ้าง

ขอขยายเวลา หรืองดเว้นค่าปรับ

2.4 เอกสารประกอบการตรวจ รับพัสดุ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำเป็นรูปเล่มเรียกว่า “เอกสารประกอบการตรวจ รับงวดงานที่.....” เพื่อให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ใช้พิจารณาประกอบการตรวจรับพัสดุฯ ประกอบด้วยเอกสารอย่างน้อยตามลำดับดังนี้

2.4.1 หน้าปก ระบุ ชื่อเอกสาร งวดงานที่ตรวจ รับพัสดุ ชื่ออาคาร แบบเลขที่ สถานที่ก่อสร้าง
ชื่อองค์กรผู้รับจ้าง วันที่ตรวจรับพัสดุ

2.4.2 หน้าสารบัญ เรียงตามลำดับเอกสาร

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

2.4.4 หน้าสำเนาสัญญาจ้าง แผ่นที่ระบุรายละเอียดงวดงานที่ผ่านมา งวดงานที่ตรวจรับพัสดุ
ในปัจจุบัน และงวดงานต่อไป

2.4.5 หน้าเอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ เช่น

▪ เอกสารที่ได้รับการอนุมัติ

แบบขยายงานก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงวดงาน หากมีเอกสารจำนวนมากสามารถจัดทำเป็นตารางรายการและอ้างอิงถึงเอกสารที่ได้รับการอนุมัติ

■ เอกสารผลการทดสอบ

วัสดุก่อสร้างกำลัง วัสดุการทดลองอุปกรณ์ เอกสารการนำเข้าจากต่างประเทศ เอกสาร การสั่งซื้อสินค้าจากผู้ผลิต ใบรับประกันสินค้า ใบรับประกันการติดตั้ง ใบรับรองโดย วิชาชีพควบคุม เอกสารที่บ่งบอกถึงคุณภาพงานก่อสร้างและความถูกต้องวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในงานก่อสร้างตามงวดงาน

■ เอกสารอื่นๆ

2.4.6 หน้าภาพถ่ายงานก่อสร้างให้ตรงตามหัวข้อที่ระบุในงวดงาน พร้อมคำบรรยายประกอบ โดยแต่ละหัวข้อควรมีภาพประกอบมากกว่า 2 ภาพ แต่ละภาพขนาดพอเหมาะ จำนวนภาพ ไม่เกิน 2 ภาพ ต่อหน้ากระดาษ A4

2.4.7 หน้าแผนงานการก่อสร้างเดิม จนถึงแผนงานฉบับที่ปรับเป็นปัจจุบัน

3. การดูแลสภาพแวดล้อมและพื้นที่โครงการก่อสร้าง

3.1 ผู้รับจ้างต้องดูแลอาคารก่อสร้างและพื้นที่โดยรอบโครงการก่อสร้างให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น กฎหมายแรงงาน กฎหมายด้านอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3.2 ผู้รับจ้างต้องดูแลความสะอาดอาคารก่อสร้างพื้นที่โดยรอบและถนนเชื่อมต่อกับโครงการก่อสร้าง เพื่อลดปริมาณฝุ่นและขยะก่อสร้าง

3.3 ผู้รับจ้างต้องดูแลการจราจรทางเข้าออกและถนนที่ใช้ร่วมกันให้มีความปลอดภัย เช่น การจัด เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยดูแลการจราจร การติดป้ายเตือนไฟเตือนและเครื่องหมายจัดการ จราจร แผนการจัดการจราจรภายในสถานพยาบาล เป็นต้น

4. งานประมาณราคาและค่า K

งานประมาณราคาและค่า K ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการในระหว่างสัญญา

4.1 งานประมาณราคา

- 4.1.1 กรณีที่ แบบรูปรายการ และรายละเอียดการก่อสร้าง กำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้าง แต่ปรากฏว่าผู้รับจ้างไม่ได้คำนวณเสนอรายการวัสดุและราคาในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูปรายการ และรายละเอียดการก่อสร้างนั้นๆ ให้แล้วเสร็จ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างและผู้รับจ้างไม่สามารถคิดเงินและระยะเวลาก่อสร้างจากเหตุดังกล่าวได้
- 4.1.2 กรณีที่ แบบรูปรายการ ข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา ให้ยกเลิกรายการก่อสร้างรายการใดรายการหนึ่งแต่ปรากฏว่ารายการก่อสร้างดังกล่าวปรากฏอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญากำหนดให้ผู้รับจ้างจะต้องคืนเงินให้กับทางราชการ
- 4.1.3 กรณีที่มีการเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างที่ไม่มีอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญาให้ผู้รับจ้างสืบราคาพร้อมเอกสารประกอบจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ผลิตภัณฑ์หรือผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ นำเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ พิจารณาตรวจสอบ ก่อนนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างต่อไป

4.2 งานจัดทำค่า K

กรณีสัญญาแบบปรับราคาได้ (ค่าK) ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการคำนวณเพิ่ม -ลดค่างานตามเงื่อนไขของสัญญาตามระเบียบวิธีที่ทางราชการกำหนด นำส่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ภายใน 90 วัน ภายหลังจากตรวจรับพัสดุแต่ละงวดงานที่แล้วเสร็จ ส่วนการตรวจรับพัสดุงานงวดสุดท้ายให้ดำเนินการตามที่ระเบียบราชการกำหนด

กำหนดส่งมอบพัสดุ

ภายใน 180 วันนับถัดจากวันลงนามสัญญา

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

โดยใช้เกณฑ์ราคา

วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

โดยใช้เงินบำรุงปี 2566 ในวงเงิน 46,000,000.00 บาท (สี่สิบล้านบาทถ้วน)

งวดงานและการจ่ายเงิน

- งวดที่ 1** จำนวนเงิน 7.5 % (ร้อยละเจ็ดจุดห้าของเงินสัญญาจ้าง)
จ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการ
- 1.1 รื้อถอนสิ่งกีดขวาง
 - 1.2 สูบน้ำ
 - 1.3 ขุดดินบ่อน้ำ
 - 1.4 บดอัดชั้นดินเดิม ให้ได้ระนาบเดียวกันทั้งพื้นที่ (ยกเว้นบ่อน้ำจำนวน 2 จุด)
ทั้งหมดแล้วเสร็จ (กำหนดเวลา 90 วัน)
- งวดที่ 2** จำนวนเงิน 46.25 % (ร้อยละสี่สิบหกจุดสองห้าของเงินสัญญาจ้าง)
จ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการ
- 2.1 บดอัดชั้นดินพื้นที่สำหรับก่อสร้างอาคารในอนาคต
ที่ระดับความสูงเมื่อบดอัดแล้ว +0.25 ม.
 - 2.2 บดอัดชั้นดินได้ 50 % ปริมาณทั้งหมด
หรือที่ระดับความสูงเมื่อบดอัดแล้ว +0.85 ม.
 - 2.3 ส่งผลทดสอบคุณสมบัติของดิน (มยผ.2101-57)
 - 2.4 ส่งผลทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (มยผ.2201-57)
ทั้งหมดแล้วเสร็จ (กำหนดเวลา 40 วัน)

งวดที่ 3 (สุดท้าย) จำนวนเงิน 46.25 % (ร้อยละสี่สิบหกจุดสองห้าของเงินสัญญาจ้าง)
จ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการ

- 3.1 บดอัดชั้นดินได้ 100 % ปริมาณทั้งหมด
หรือที่ระดับความสูงเมื่อบดอัดแล้ว +1.25 ม.
- 3.2 ส่งผลทดสอบคุณสมบัติของดิน (มยพ.2101-57)
- 3.3 ส่งผลทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (มยพ.2201-57)
- 3.4 ทำความสะอาดพื้นที่ถมดินโดยรอบ
และได้ดำเนินการรายการต่าง ๆ ทั้งหมดแล้วเสร็จ ครบถ้วน ถูกต้องตามรูปแบบรายการ
และสัญญาทุกประการ
ทั้งหมดแล้วเสร็จ (กำหนดเวลา 50 วัน)

อัตราค่าปรับ

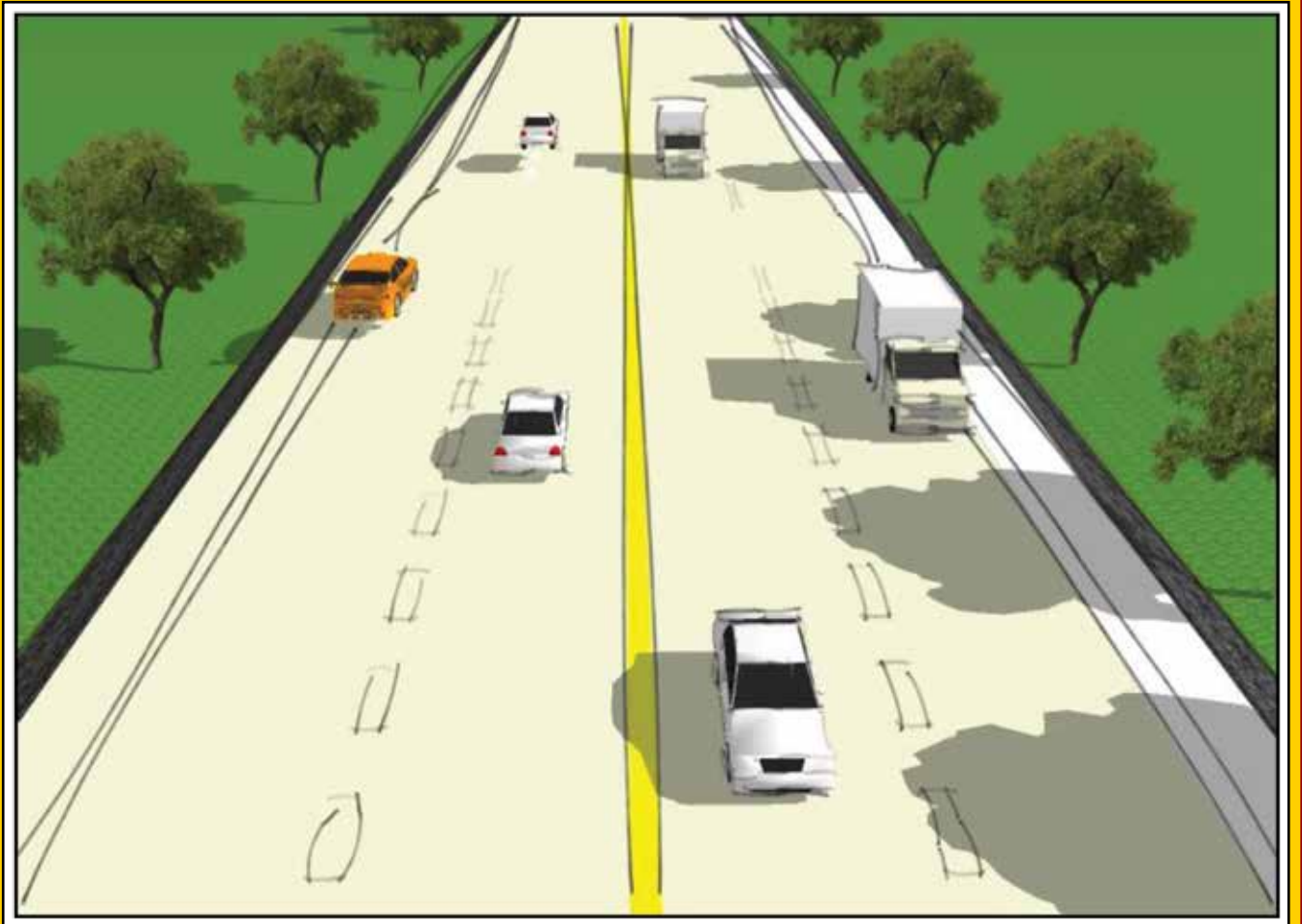
คิดอัตราร้อยละ 0.10 ของราคาค่าจ้างต่อวัน

การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

รับประกันความชำรุดบกพร่อง 2 ปี นับถัดจากวันที่ รับมอบงานจากผู้รับจ้าง หากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือ
ความเสียหายเกิดขึ้นจากการจ้างนี้ ผู้รับจ้างจะต้องรีบเข้ามาทำการ ซ่อมแซมแก้ไขให้เรียบร้อย และมีสภาพดีดังเดิม
ภายใน 15 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง โดยผู้ว่าจ้างไม่ต้องออกเงินใด ๆ ในกรณีนี้ทั้งสิ้น

คณะกรรมการจัดทำแบบรูปรายการงาน จ้างงานดินขุด-งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็ง -
แห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ งาน

มาตรฐานงานทาง



กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงคมนาคม
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:	มาตรฐานงานไพรม์โคท (Prime Coat)
มยผ. 2122-57:	มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)
มยผ. 2131-57:	มาตรฐานงานผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)
มยผ. 2132-57:	มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
มยผ. 2135-57:	มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลลูรี่ซีล (Slurry Seal)
มยผ. 2136-57:	มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคปซีล (Cape Seal)

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย



มาตรฐานงานทาง

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

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย

คำนำ

จากสภาวะปัญหาทางพาราที่มีราคาตกต่ำลงเป็นอย่างมาก รัฐบาลได้มีนโยบายให้หาแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งแนวทางหนึ่งคือการนำยางพารามาใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้าง โดยมีหลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ

กรมโยธาธิการและผังเมืองในฐานะหน่วยงานภาครัฐที่มีภารกิจในการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งการบูรณะและการบำรุงรักษา จึงควรให้การสนับสนุนนโยบายรัฐบาลและหาแนวทางในการกำหนดมาตรฐานการใช้ยางพาราผสมแอสฟัลต์ในการก่อสร้างผิวทาง งานฉาบผิวทางใหม่ หรือซ่อมบำรุงผิวทางเดิมที่เป็นภารกิจของกรมให้เป็นแนวทางเดียวกัน พร้อมทั้งได้นำมาตรฐานของกรมโยธาธิการ (เดิม) ในเรื่องที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างถนนมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมกับสภาวะการณ์ในปัจจุบัน และนำมาประกอบกับมาตรฐานงานผิวทางแบบพาราเคพซิล โดยจัดทำเป็นมาตรฐานงานทางเพื่อให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ปฏิบัติต่อไป

กรมโยธาธิการและผังเมืองหวังเป็นอย่างยิ่งว่า “มาตรฐานงานทาง” เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนนหรือผู้สนใจทั่วไป รวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการนำข้อมูลและความรู้ที่ได้จากมาตรฐานดังกล่าว สำหรับใช้เป็นแนวทางในการก่อสร้างถนนให้มีความถูกต้องตามมาตรฐานสากลและปลอดภัยสูงสุดต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่ใช้ถนนต่อไป



(นายสมณฑล สูดประเสริฐ)

อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

คณะกรรมการเพื่อศึกษาและจัดทำมาตรฐานงานฝีมือทางแบบพาราเคพซีล

๔ ที่ปรึกษา

นายมนทล สุดประเสริฐ

อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

นายเชตวัน อนันตสมบุรณ์

รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

นายเกียรติศักดิ์ จันทรา

รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

รักษาการในตำแหน่ง

วิศวกรใหญ่ (วิศวกรโยธา)

นายมเหศวร ภัคดีคง

รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

นางสาวศิระภา วาระเลิศ

รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

๕ ประธานคณะกรรมการ

นายวีระพันธ์ อุปถัมภากุล

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

ผู้อำนวยการกองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

๖ คณะทำงาน

นายชวภิจ หิรัญญาภิรมย์

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

นายสมเกียรติ สิริพิทักษ์เดช

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

สำนักวิศวกรรมกรรมผังเมือง

นายปรีชา แสงพิสิทธิ์

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

สำนักสนับสนุนและพัฒนาตามผังเมือง

ดร.ทยากร จันทรางศุ

วิศวกรโยธาชำนาญการ

สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

นายกฤตธี กลิ่นนุช

วิศวกรโยธาปฏิบัติการ

สำนักจัดรูปที่ดินเพื่อพัฒนาพื้นที่

๗ คณะทำงานและเลขานุการ

นายไกรสิทธิ์ โลมรัตน์

วิศวกรโยธาชำนาญการ

กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

๘ คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

นายทรงฤทธิ์ ธिया

พนักงานวิศวกรโยธา

กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

	หน้า
1. มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) (มยพ. 2101 - 57)	
1. ขอบข่าย	1
2. นิยาม	1
3. มาตรฐานอ้างอิง	1
4. คุณสมบัติ	1
5. เอกสารอ้างอิง	2
2. มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase) (มยพ. 2102 - 57)	
1. ขอบข่าย	3
2. นิยาม	3
3. มาตรฐานอ้างอิง	3
4. คุณสมบัติ	3
5. เอกสารอ้างอิง	4
3. มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base) (มยพ. 2103 - 57)	
1. ขอบข่าย	5
2. นิยาม	5
3. มาตรฐานอ้างอิง	5
4. คุณสมบัติ	5
5. เอกสารอ้างอิง	6
4. มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material) (มยพ. 2104 - 57)	
1. ขอบข่าย	7
2. นิยาม	7
3. มาตรฐานอ้างอิง	7
4. คุณสมบัติ	7
5. เอกสารอ้างอิง	8

สารบัญ (ต่อ)

5. มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder) (มยพ. 2105 - 57)	
1. ขอบข่าย	9
2. นิยาม	9
3. มาตรฐานอ้างอิง	9
4. คุณสมบัติ	9
5. เอกสารอ้างอิง	10
6. มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร (มยพ. 2106 - 57)	
1. ขอบข่าย	11
2. นิยาม	11
3. มาตรฐานอ้างอิง	11
4. คุณสมบัติ	11
5. เอกสารอ้างอิง	12
7. มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) (มยพ. 2107 - 57)	
1. ขอบข่าย	13
2. นิยาม	13
3. มาตรฐานอ้างอิง	13
4. คุณสมบัติ	13
5. เอกสารอ้างอิง	14
8. มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete) (มยพ. 2109 - 57)	
1. ขอบข่าย	15
2. นิยาม	15
3. มาตรฐานอ้างอิง	15
4. คุณสมบัติ	15
5. เอกสารอ้างอิง	18
9. มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing) (มยพ. 2112 - 57)	
1. ขอบข่าย	19
2. นิยาม	19
3. วิธีการก่อสร้าง	19
4. เอกสารอ้างอิง	19

สารบัญ (ต่อ)

10. มาตรฐานงานตบแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling) (มยพ. 2113 - 57)	
1. ขอบข่าย	21
2. นิยาม	21
3. มาตรฐานอ้างอิง	21
4. วัสดุ	21
5. วิธีการก่อสร้าง	21
6. เอกสารอ้างอิง	21
11. มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction) (มยพ. 2114 - 57)	
1. ขอบข่าย	23
2. นิยาม	23
3. มาตรฐานอ้างอิง	23
4. วัสดุ	23
5. วิธีการก่อสร้าง	23
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)	26
7. เอกสารอ้างอิง	27
12. มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation) (มยพ. 2115 - 57)	
1. ขอบข่าย	29
2. นิยาม	29
3. มาตรฐานอ้างอิง	29
4. วัสดุ	29
5. วิธีการก่อสร้าง	30
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)	30
7. เอกสารอ้างอิง	30
13. มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase) (มยพ. 2116 - 57)	
1. ขอบข่าย	31
2. นิยาม	31
3. มาตรฐานอ้างอิง	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. มาตรฐานอ้างอิง	33
4. วัสดุ	33
5. วิธีการก่อสร้าง	33
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Tolerance)	34
7. เอกสารอ้างอิง	34
15. มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder) (มยผ. 2118 - 57)	
1. ขอบข่าย	35
2. นิยาม	35
3. มาตรฐานอ้างอิง	35
4. วัสดุ	35
5. วิธีการก่อสร้าง	35
6. เอกสารอ้างอิง	35
16. มาตรฐานงานไพรม์โคท (Prime Coat) (มยผ. 2121 - 57)	
1. ขอบข่าย	37
2. นิยาม	37
3. มาตรฐานอ้างอิง	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. มาตรฐานอ้างอิง	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. มาตรฐานอ้างอิง	45
4. วัสดุ	45
5. การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต	46
6. เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง	49
7. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง	57
8. วิธีการก่อสร้าง	60
9. การตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ	71
10. การอำนวยความสะดวกและการจราจรระหว่างการก่อสร้าง	73
11. เอกสารอ้างอิง	73
19. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) (มยผ. 2132 - 57)	
1. ขอบข่าย	75
2. นิยาม	75
3. มาตรฐานอ้างอิง	75
4. วัสดุ	75
5. เครื่องจักรและเครื่องมือ	77
6. ข้อกำหนดในการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุ	79
7. วิธีการก่อสร้าง	82
8. รายละเอียดเพิ่มเติม	85
9. ข้อควรระวัง	86
10. เอกสารอ้างอิง	87
20. มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลูรี่ซีล (Slurry Seal) (มยผ. 2135 - 57)	
1. ขอบข่าย	89
2. นิยาม	89
3. มาตรฐานอ้างอิง	89
4. วัสดุ	89
5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ	90
6. การกองหินหรือทราย	90

สารบัญ (ต่อ)

7. ชนิดของสเลอรีซีล	91
8. การออกแบบส่วนผสมสเลอรีซีล	91
9. เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง	92
10. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง	93
11. การก่อสร้าง	93
12. รายละเอียดเพิ่มเติม	94
13. ข้อควรระวัง	94
14. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรีซีล	94
15. เอกสารอ้างอิง	95
21. มาตรฐานงานฉาบผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal) (มยผ. 2136 - 57)	
1. ขอบข่าย	97
2. นิยาม	97
3. มาตรฐานอ้างอิง	97
4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)	97
5. ผิวทางชั้นที่สอง สเลอรีซีล (Slurry Seal)	99
6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบเคพซีล	101
7. เอกสารอ้างอิง	102
22. มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal) (มยผ. 2142 - 57)	
1. ขอบข่าย	103
2. นิยาม	103
3. มาตรฐานอ้างอิง	103
4. วัสดุ	103
5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบ	104
6. การกองหินหรือทราย	105
7. ชนิดของพาราสเลอรีซีล	105
8. ข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรีซีล	105
9. เครื่องจักรและเครื่องมือ	107
10. การเตรียมการก่อสร้าง	108
11. การก่อสร้าง	108
12. การอำนวยความสะดวกและการเปิดการจราจร	109

สารบัญ (ต่อ)

13. ข้อควรระวัง	110
14. เอกสารอ้างอิง	110
23. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal) (มยผ. 2143 - 57)	
1. ขอบข่าย	111
2. นิยาม	111
3. มาตรฐานอ้างอิง	111
4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)	111
5. ผิวทางชั้นที่สอง พาราสลูรี่ซีล (Para Slurry Seal)	113
6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบพาราเคพซีล	115
7. เอกสารอ้างอิง	116
24. มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) (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. มาตรฐานอ้างอิง	133
4. เครื่องมือและอุปกรณ์	133
5. การเตรียมตัวอย่าง	134
6. การทดสอบ	134
7. การคำนวณ	136
8. การรายงานผล	137
9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	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.) (มยพ. 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) (มยพ. 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) (มยพ. 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 (มยพ. 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) (มยพ. 2210 - 57)	
1. ขอบข่าย	183
2. นิยาม	183
3. เครื่องมือและอุปกรณ์	183
4. การเตรียมตัวอย่าง	184
5. การทดสอบ	184
6. การรายงานผล	184
7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ	184
8. ข้อควรระวัง	184
9. เอกสารอ้างอิง	185
34. มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump) (มยพ. 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) (มยพ. 2217 - 57)	
1. ขอบข่าย	191
2. นิยาม	191
3. มาตรฐานอ้างอิง	191
4. เครื่องมือและอุปกรณ์	191
5. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ	193
6. การทดสอบ	194
7. การคำนวณ	195
8. การรายงานผล	197
9. ข้อควรระวัง	197
10. เอกสารอ้างอิง	197
36. มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความยาว (Elongation Index) (มยพ. 2221 - 57)	
1. ขอบข่าย	201
2. นิยาม	201
3. มาตรฐานอ้างอิง	201
4. เครื่องมือ	201
5. การเตรียมตัวอย่าง	201
6. การทดสอบ	202
7. การคำนวณ	202
8. การรายงานผล	202
9. ข้อควรระวัง	202
10. เอกสารอ้างอิง	203
37. มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index) (มยพ. 2222 - 57)	
1. ขอบข่าย	207
2. นิยาม	207
3. มาตรฐานอ้างอิง	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

มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

2. นิยาม

“วัสดุถมคันทาง (Embankment Material)” หมายถึง วัสดุที่ได้จากบ่อขุดข้างทาง ถนนเดิม หรือที่อื่นๆ แล้วนำมาใช้ก่อสร้างคันทาง

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 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 ซึ่งเป็นสารผูกพันอยู่อ่อนอาจทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต
- 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 เป็นวัสดุที่ปราศจากรากไม้ใบไม้หรือวัสดุอินทรีย์ซึ่งเป็นสารผูกพันอยู่อ่อนอาจทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต
- 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: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- 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 ซึ่งเป็นสารรบกวนปนอยู่อันอาจทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต
 - 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: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - 4.3.5 มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

5. เอกสารอ้างอิง

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

มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

2. นิยาม

“วัสดุรองพื้นทาง (Subbase)” หมายถึง วัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นคันทางหรือใช้เป็นชั้นพื้นทางของถนนชนิดที่มีผิวจราจรเป็นลูกรัง

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)
- 3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 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 มยพ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)
- 4.5 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 11 ตาม มยพ. 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 มยพ. 2203-57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

- 4.7 ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง
- 4.8 มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดและ ตะแกรง มาตรฐาน	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)

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 วัสดุซึ่งมีขนาดคละกัน สม่่าเสมอจากใหญ่ไปหาเล็ก นำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นคันทาง

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)
- 3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

4. คุณสมบัติ

- 4.1 ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) วัสดุจำพวกเชล (Shale) รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ
- 4.2 มีอัตราส่วนคละสมม่่าเสมอประกอบด้วยส่วนหยาบและส่วนละเอียด
- 4.3 ส่วนหยาบต้องเป็นหินม่
- 4.4 ส่วนละเอียดเป็นวัสดุชนิดเดียวกับส่วนหยาบ หากมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุส่วนละเอียดชนิดอื่นเจือปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน
- 4.5 ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 25 ตาม มยพ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)
- 4.6 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 6 ตาม มยพ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

- 4.7 ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 40 ตาม มยพ. 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 มยพ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- 4.9 มีมวลคละผ่านตะแกรงดังตารางข้างล่างนี้ โดยทำการทดสอบตาม มยพ. 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 มยช. 203 - 2543: มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

2. นิยาม

“วัสดุคัดเลือก (Selected Material)” หมายถึง วัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาใช้เสริมระหว่างวัสดุคันทาง และวัสดุรองพื้นทาง หรือตามตำแหน่งชั้นอื่นๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 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 ปรุคจากก้อนดินเหนียว (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 มยช. 204 - 2531: มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)
-

มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

2. นิยาม

“วัสดุไหล่ทาง (Shoulder)” หมายถึงวัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) หรือวัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุดังกล่าวแล้วประกอบเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการก่อสร้างไหล่ทาง (Shoulder) ของถนน

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 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: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (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

ขนาดของตะแกรง มาตรฐาน	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)

มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

2. นิยาม

“วัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร” หมายถึง วัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทางเพื่อใช้เป็นผิวจราจร

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)
- 3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 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 มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 4.4 ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยพ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)
- 4.5 ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) อยู่ในระหว่าง 4 - 11 ตาม มยพ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)
- 4.6 ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (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 มยพ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- 4.8 มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดของตะแกรง มาตรฐาน	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

มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

2. นิยาม

“วัสดุมวลรวมทำผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)” หมายถึง วัสดุหินย่อยซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 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: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความแบน (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: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความแบน (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 มยพ. 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)

มาตรฐานวัสดุรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ ครอบคลุมถึงวัสดุรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

2. นิยาม

“วัสดุหยาบ (Coarse Aggregates)” หมายถึง วัสดุที่มีขนาดข้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ขึ้นไป ได้แก่ หินย่อย (Crushed Rock) หรือวัสดุอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

“วัสดุละเอียด (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. มาตรฐานอ้างอิง

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

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2221 - 57: การทดสอบหาค่าดัชนีความยาว (Elongation Index)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index)

3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

4. คุณสมบัติ

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของวัสดุรวมไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุรวมต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.1 วัสดุมวลหยาบ

- 4.1.1 ต้องเป็นวัสดุที่แข็งและมีความคงทน (Hard and Durable) สะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ที่อาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง
- 4.1.2 มีค่าของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ตาม มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง ไม่มากกว่าร้อยละ 40
- 4.1.3 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ตาม มยพ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ น้ำหนักของวัสดุที่หายไป (Loss) ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 9 หรือไม่มากกว่าร้อยละ 18 เมื่อใช้แมกนีเซียมซัลเฟต
- 4.1.4 มีค่าจำนวนส่วนร้อยละของยางแอสฟัลต์เคลือบผิวได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95
- 4.1.5 มีค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index) ตาม มยพ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 30
- 4.1.6 มีค่าดัชนีความยาว (Elongation Index) ตาม มยพ. 2221 - 57: การทดสอบหาค่าดัชนีความยาว (Elongation Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 30

4.2 วัสดุมวลละเอียด

- 4.2.1 หินฝุ่นหรือทรายต้องสะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ ปะปนอยู่ซึ่งอาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง
- 4.2.2 มีค่าสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ตาม มยพ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50
- 4.2.3 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ตาม มยพ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ น้ำหนักของหินฝุ่น หรือ ทรายที่หายไป (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 ขนาดคละของวัสดุผสมแตรก

ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล
เบอร์ 30	100
เบอร์ 50	75-100
เบอร์ 200	55-100

4.4 วัสดุมวลหยาบ มวลละเอียด และวัสดุผสมแตรก 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: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์ติกคอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)
-

มาตรฐานงานทางป่า ขุดต่อ (Clearing and Grubbing)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึง งานทางป่า ขุดต่อ (Clearing and Grubbing)

2. นิยาม

“งานทางป่า ขุดต่อ (Clearing and Grubbing)” หมายถึงการกำจัดต้นไม้ ตอไม้ พุ่มไม้ เศษไม้ ขยะ วัชพืช และสิ่งอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ ภายในเขตทาง

3. วิธีการก่อสร้าง

- 3.1 การทางป่าให้ทำภายในบริเวณตลอดเขตทางและการขุดต่อให้ทำภายในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างคันทาง 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 20 เซนติเมตร
- 3.5 วัสดุจากการทางป่า ขุดต่อ ให้นำไปทิ้งตามบริเวณที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร
- 3.6 ตลอดระยะเวลาที่ทางป่า ขุดต่อให้ทำด้วยความระมัดระวังในการตัดต้นไม้ ไม่ให้เกิดอันตรายและทำความเสียหายแก่ต้นไม้ที่คงไว้
- 3.7 หลังจากการทางป่า ขุดต่อ ให้ปาดเกลี่ย ปรับแต่ง และเก็บเศษวัสดุไปทิ้งนอกเขตทางให้เรียบร้อย

4. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยช. 218 - 2531: มาตรฐานงานทางป่า ขุดต่อ (Clearing and Grubbing)

มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานการตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

2. นิยาม

“การตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)” หมายถึง การเกลี่ยปรับระดับของพื้นถนนและไหล่ทางเดิมให้ได้ระดับ รวมทั้งเอาวัชพืช และสิ่งสกปรกออกให้หมด

3. มาตรฐานอ้างอิง

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 การตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิมเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วผิวของคันทางเดิมต้องเรียบสม่ำเสมอได้ระดับสะอาด และไม่มีแอ่ง หลุม บ่อ

6. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยช. 219 - 2531: มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

2. นิยาม

“งานถมคันทาง (Embankment : Construction)” หมายถึง การก่อสร้างถมคันทาง การถมขยายคันทาง รวมทั้งการกลบแต่งหลุมบ่อต่างๆ ด้วยวัสดุคันทางที่มีคุณภาพและถูกต้องตามข้อกำหนด จากแหล่งที่ได้รับการเห็นชอบแล้วมาถมเป็นคันทาง โดยการเกลี่ยแต่งและบดอัดให้ได้แนว ระดับ และรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างอิง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. วัสดุ

4.1 กรณีแบบก่อสร้างไม่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภทดินทั่วไป ตาม มยพ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

4.2 กรณีบริเวณก่อสร้างคันทางมีลักษณะเป็นหนองน้ำ คูน้ำ ที่มีเลนและซากวัสดุตกตะกอนอยู่ ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภทวัสดุผสมรวม หรือวัสดุถมคันทางประเภททราย ตาม มยพ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

4.3 กรณีบริเวณก่อสร้างคันทางมีลักษณะเป็นดินอ่อน มีค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) น้อยกว่าร้อยละ 2 มีเลนและซากวัสดุตกตะกอนอยู่ หรือแบบก่อสร้างระบุให้ใช้ทรายเป็นวัสดุถมคันทาง (Sand Embankment) ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภททรายตาม มยพ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ 4.1

- 5.1.1 ก่อนถมดินคันทาง ถ้ามีหลุม แอ่ง หรือโพรงที่เกิดขึ้นจากการถางป่า ขุดต่อ ต้องใช้วัสดุที่เหมาะสม กลบแล้วบดอัดให้แน่นสม่ำเสมอเสียก่อน
- 5.1.2 การถมคันทาง จะต้องถมให้ได้แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง
- 5.1.3 ดินเดิมหรือลาดคันทางของถนนเดิม ซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับคันทางที่จะทำการก่อสร้างใหม่น้อยกว่า 1 เมตร ตามแบบก่อสร้าง หลังจากกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ ออกหมดแล้ว หรือหลังจากการถางป่า และขุดต่อแล้ว จะต้องทำการบดอัดดิน 15 เซนติเมตรสุดท้าย วัดจากระดับดินเดิมหรือผิวถนนเดิมลงไป ให้ได้ความแน่นแห้ง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ตาม มยพ. 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 มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)
- 5.1.6 ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม ให้ตัดลาดคันทางเดิมเป็นแบบขั้นบันได (Benching) จากปลายเชิงลาดถึงขอบไหล่ทาง มีความกว้างพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ วัสดุที่ตัดนี้ให้เกลี่ยแผ่ววัสดุอย่างสม่ำเสมอในแนวราบ โดยให้ดำเนินการก่อสร้างเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)
- 5.1.7 วัสดุที่ใช้ทำคันทางที่อยู่ติดกับท่อ หรือคอกสะพาน หรือบริเวณอื่นใดก็ตาม ที่ไม่สามารถบดอัดด้วยเครื่องจักรขนาดใหญ่ได้ทั่วถึง ให้ใช้เครื่องมือบดอัดขนาดเล็กทำการบดอัดได้ ทั้งนี้เครื่องมือและวิธีการบดอัดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน และให้ดำเนินการก่อสร้างเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)
- 5.1.8 ในกรณีที่แบบก่อสร้างไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผิวทางเดิมที่ยังไม่มีผิวถาวรและต้องการจะถมคันทางให้สูงขึ้นอีกไม่เกิน 30 เซนติเมตร จากระดับเดิม จะต้องคราดผิวทางเดิมให้ลึกไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดรวมไปกับชั้นใหม่ ที่ถมด้วยวัสดุถมคันทางนั้น ความหนาของชั้นที่คราดไถรวมกับวัสดุใหม่จะต้องมีความหนาของแต่ละชั้นไม่เกิน 20 เซนติเมตร เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว

- 5.1.9 ในกรณีทำงานชั้นดินเดิมเป็นบริเวณ ไหล่เขา หรือทางลาด หรืองานดินตัด ก่อนทำการถมดินชั้นแรกในบริเวณดังกล่าว ให้ทำการคราดไถชั้นดินเดิมลึกไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร เพื่อการยึดเกาะที่ีระหว่างชั้นดินเดิมและวัสดุถมคันทาง
- 5.1.10 เมื่อถมวัสดุจนเสร็จถึงชั้นสุดท้ายแล้ว ให้เกลี่ยวัสดุจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาดและรูปตัดตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง บดทับจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ไม่มีหลุมบ่อ หรือวัสดุที่หลุมหลวมไม่แน่นอยู่บนผิว แล้วก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที
- 5.2 การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ 4.2
- 5.2.1 ให้ทำการถางป่า ขุดต่อ 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 มยพ. 2202 - 57: วิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)
- 5.2.5 ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม เมื่อดำเนินงานตามข้อ 5.2.2 เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการก่อสร้างคันทางโดยตัดลาดคันทางเดิมออกไปเป็นแบบขั้นบันไดจากปลายเชิงลาดถึงขอบไหล่ทาง มีความกว้างพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ แล้วถมวัสดุเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)
- 5.2.6 เมื่อถมวัสดุจนเสร็จถึงชั้นสุดท้ายแล้ว ให้เกลี่ยวัสดุจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาดและรูปตัดตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง บดทับจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ไม่มีหลุมบ่อ หรือวัสดุที่หลุมหลวม ไม่แน่นอยู่บนผิว แล้วก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที
- 5.2.7 ให้ทำการป้องกันลาดคันทาง (Slope Protection) เพื่อป้องกันน้ำเซาะด้วยวัสดุ และวิธีการที่เหมาะสมหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- 5.3 การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ 4.3
- 5.3.1 ให้ทำการถางป่า ขุดต่อ 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 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)
- 5.3.5 ในกรณีที่ดินเดิมเป็นดินอ่อนที่มีอัตราการทรุดตัวสูง การดำเนินงานตามข้อ 4.3.4 ถ้าไม่ได้รับบู่ไว้เป็นอย่างอื่น 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 และรูปตัด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง บดอัดจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ให้ก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที ในกรณีที่ต้องทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาถมทิ้งไว้ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อครบระยะเวลาถมทิ้งไว้ ให้ตรวจสอบระดับผิวชั้นทรายถมคันทางและทำการปรับระดับ เสริมด้วยทรายที่มีคุณภาพถูกต้องก่อสร้างขึ้นมาเป็นชั้นๆ ตามวิธีการข้างต้นจนเสร็จชั้นสุดท้าย เกลี่ยแต่งจนได้แนวระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง บดอัดจนได้ความแน่นตามข้อกำหนดและต้องก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที
- 5.3.7 ในกรณีที่ขยายคันทางเดิม 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 รถแทรกเตอร์ (Bull Dozer Tractor) ขนาด D-4 และห้ามบดอัด โดยใช้การสั่นสะเทือนเป็นอันขาด
- 5.3.10 ในระหว่างก่อสร้างไม่ควรกองวัสดุ หรือจอดเครื่องจักร หรือจอดรถบรรทุกใดๆ บนคันทางส่วนที่ขยายใหม่

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

- 6.1 งานถมคันทางที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการปรับตามแบบก่อสร้าง 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)

มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

2. นิยาม

“ดินตัดคันทาง” หมายถึง การขุดตัดวัสดุที่อยู่ในเขตทาง และนำวัสดุที่ไม่ต้องการซึ่งขุดตัดแล้วไปทิ้งในที่ที่เหมาะสม งานตัดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

- 2.1 งานตัดชนิดที่ไม่ระบุประเภทของวัสดุ ซึ่งหมายถึง การขุดตัดวัสดุชนิดใดๆ ก็ได้ เพื่อการก่อสร้างคันทาง ตบแต่งคันทาง นำวัสดุที่ไม่ต้องการไปทิ้ง และเพื่อการวางอาคารระบายน้ำ
- 2.2 งานตัดชนิดที่ระบุประเภทของวัสดุ ซึ่งหมายถึง การขุดตัดคันทางที่ระบุประเภทของวัสดุที่จะต้องขุดตัด โดยระบุตามชนิดและเครื่องจักรที่ใช้

3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 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 ระดับของคุระบายน้ำข้างทาง จะต้องอยู่ต่ำกว่าระดับก่อสร้างไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

- 6.1 งานตัดคันทางก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมียูปร่างตามแบบก่อสร้าง และต้องมีค่าระดับช่วง 3.00 เมตร ตามแนวนานและตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง ต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร การตรวจสอบค่าระดับให้ทำทุกระยะ 25 เมตร
- 6.2 ค่าระดับก่อสร้างของงานดินตัดคันทาง ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เกิน 1.5 เซนติเมตร และต้องไม่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 221 - 2543: มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

2. นิยาม

“งานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)” หมายถึงการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางโดยถมและบดอัดวัสดุรองพื้นทาง ให้ได้รูปร่างและระดับตามแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างอิง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2102 - 57: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยพ. 2102 - 57: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 ในกรณีที่ดินทางเป็นถนนเดิมที่มีผิวจราจรเป็นผิวรองพื้นทางหรือคันทาง

5.1.1 ถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจร เป็นผิวรองพื้นทางหรือคันทางที่ไม่ได้แนวและระดับ ต้องถมแต่งให้ได้แนวและระดับตามรูปแบบที่กำหนด

5.1.2 ถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือคันทางบริเวณใดซึ่งมีดินชั้นล่างอ่อน (SoftSpot) ต้องขุดออกแล้วนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก มาถมบดอัดเป็นชั้นๆ ให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Standard Proctor Densityตาม มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

5.1.3 การเสริมบริเวณใดที่ทำให้ชั้นรองพื้นทางที่เสริมใหม่มีความหนาน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ต้องขุดค้ำวัสดุชั้นรองพื้นทางเดิมช่วงนั้นออกไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร แล้วผสมคลุกเคล้ากับวัสดุชั้นรองพื้นทางใหม่ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะทำการบดให้แน่นและได้ระดับตามแบบ

5.2 วัสดุที่หลุดร่อนไม่คงทนหรือที่มีคุณภาพเลวบนถนนเดิม ซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทาง หรือบนคันทางใหม่ ต้องกวาดออกให้หมด

- 5.3 หลุมบ่อต่างๆ บนถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือบนคันทางใหม่ จะต้องกลบและบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก
- 5.4 เมื่อได้ตบแต่งถนนเดิมที่มีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือคันทางใหม่เรียบร้อยแล้วให้นำวัสดุรองพื้นทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด มาเกลี่ยแผ่บดอัดเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และให้มีความแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)
- 5.5 บริเวณใดหรือช่วงใด วัสดุรองพื้นทางที่เกลี่ยแผ่บดอัด มีมวลหยาบและมวลละเอียดแยกตัวจากกัน (Segregation) ให้แก้ไขโดยขุดคุ้ย (Scarify) ออกแล้วทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันหรือรื้อออกไปใส่วัสดุรองพื้นทางที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอแทน
- 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)

มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานชั้นพื้นทาง (Base)

2. นิยาม

“งานชั้นพื้นทาง (Base)” หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุพื้นทางให้ได้รูปร่างและระดับตามแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างอิง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2103 - 57: มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยพ. 2103 - 57: มาตรฐานวัสดุพื้นทาง (Base)

5. วิธีการก่อสร้าง

5.1 ต้องตรวจสอบระดับและความเรียบร้อยต่างๆ ของชั้นรองพื้นทางหรือคันทางให้ถูกต้องก่อน

5.2 ถ้าแบบกำหนดความหนาชั้นพื้นทางมากกว่า 15 เซนติเมตร ให้แบ่งทำเป็น 2 ชั้น หนาชั้นละเท่าๆ กัน โดยประมาณ

5.3 นำวัสดุพื้นทางลงบนชั้นรองพื้นทางแล้วพ่นน้ำ (Spray) ผสมคลุกเคล้าโดยให้ความชื้นสม่ำเสมอและใกล้เคียงกับ Optimum Moisture Content จึงเกลี่ยแผ่แล้วบดอัดทันทีด้วยรถดล้อยางหรือเครื่องจักรกลบดอัดที่เหมาะสม ให้ความแน่นสม่ำเสมอไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยพ.2202 - 57 : มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.4 ในระหว่างการบดอัดให้มีการเกลี่ยแต่งช่วยเพื่อให้ผิวหน้าเรียบ ปราศจากหลุมบ่อและวัสดุหลวมๆ และเพื่อให้ผิวหน้าราบเรียบแน่นสม่ำเสมอ ให้บดอัดตกแต่งชั้นสุดท้ายด้วยรถดล้อเหล็ก

5.5 บริเวณใดหรือช่วงใด พบว่าวัสดุพื้นทางเกิดการแยกตัว (Segregation) จากการเกลี่ยแผ่บดอัดจะต้องขุดคุ้ย (Scarify) ออกและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันใหม่ หากมีความชื้นลดลงให้พ่นน้ำเพิ่มเติม หากวัสดุพื้นทางที่ขุดคุ้ยทำการผสมคลุกเคล้าใหม่นั้น ตรวจสอบว่าคุณสมบัติไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดจะต้องขนวัสดุนั้นออกและนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ถูกต้องมาใส่แทน

- 5.6 ในระหว่างก่อสร้าง หากมีน้ำขังหรือเกิดมีฝนตกหรือมีน้ำในพื้นที่มากกว่าปริมาณที่กำหนดเพื่อการบดอัดจนเป็นเหตุให้ชั้นรองพื้นทางเสียหาย ต้องรื้อพื้นที่ทางออกและทำการตบแต่งบดอัดชั้นรองพื้นทางใหม่ให้ถูกต้อง
- 5.7 เมื่อทำการก่อสร้างพื้นที่ทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการเรียบสม่ำเสมอ มีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Tolerance)

เมื่อวัดสอบด้วยไม้บรรทัดข้างตรง (Straight Edge) ยาว 3.00 เมตร กับผิวหน้าของพื้นที่ทางในทิศทางขนานกับแนวศูนย์กลางทาง ระดับต่างกันต้องไม่เกิน 1.25 เซนติเมตร หากเกินกว่าที่กำหนดนี้ต้องปรับระดับโดยวิธีเสริมพื้นที่ต่ำและปาดพื้นที่สูงออก บดอัดให้แน่นแล้วเกลี่ยแต่งจนได้ระดับที่กำหนด

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 223 - 2531: มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base)

มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานไหล่ทาง (Shoulder)

2. นิยาม

“งานไหล่ทาง (Shoulder)” หมายถึง การก่อสร้างไหล่ทางหลังจากการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จแล้ว โดยทำการถมเสริมและบดอัดวัสดุไหล่ทางตามแนวบริเวณที่จะทำไหล่ทางบนขอบชั้นรองพื้นทางขึ้นมาจนได้ระดับตามรูปแบบก่อสร้าง

3. มาตรฐานอ้างอิง

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 วัสดุที่จะนำมาใช้จะต้องผสมน้ำและคลุกเคล้าจนเรียบร้อยแล้วจาก Stockpile โดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอใกล้เคียงกับความชื้นที่ Optimum Moisture Content และนำมาเกลี่ยถมแต่งบดอัดทันที ถ้านำวัสดุที่จะใช้มาทำการผสมคลุกเคล้ากับน้ำบนชั้นรองพื้นทาง ส่วนที่จะทำไหล่ทางต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ต้องมิให้โครงสร้างทางส่วนอื่นเสียหาย 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 มยช. 224 - 2531: มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder)

มาตรฐานงานไพรม์โคท (Prime Coat)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานไพรม์โคท (Prime Coat)

2. นิยาม

“งาน Prime Coat” หมายถึง การราดยางแอสฟัลต์ลงบนพื้นทางที่ได้ตบแต่งและเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้วัสดุผิวหน้าของพื้นทางเกาะยึดได้ดีและช่วยป้องกันน้ำมิให้ไหลซึมเข้าไปในพื้นทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1204 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1205 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)
- 3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์
- 3.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอไดอิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน

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: มาตรฐานแคตอไดอิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน

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 สูตรการคำนวณปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ทำ Prime Coat

$$\text{ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ทำ Prime Coat} = \frac{P}{R} \left(1 - \frac{\gamma}{G}\right) \text{ ลิตร/ตารางเมตร}$$

เมื่อ P = ความลึกที่จะให้ยางแอสฟัลต์ซึมลงไปเป็นมิลลิเมตร

R = ค่าของ Residual Asphalt P

γ = ความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรของวัสดุพื้นทาง Modified Proctor ตาม มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

G = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอัดตัวผิวแห้ง) ของวัสดุพื้นทาง

- ค่า P ขึ้นอยู่กับความพรุน (Porosity) ของวัสดุพื้นทาง ชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์ที่ใช้ราด สำหรับค่า แนะนำให้ใช้เท่ากับ 4.5 มิลลิเมตร แทนค่าในสูตรข้างบนคำนวณอัตรายางแอสฟัลต์ที่จะใช้ราด และทดลองราดยางแอสฟัลต์ตามปริมาณที่คำนวณได้ ถ้าเห็นว่าปริมาณยางแอสฟัลต์มากหรือน้อยไปยังไม่พอเหมาะให้เปลี่ยนค่า P ใหม่หรือเปลี่ยนชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์ตามความเหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าอัตรายางแอสฟัลต์เมื่อใช้ราดแล้วมีปริมาณที่พอเหมาะต่อไป

- ค่า R ให้ใช้ตามตาราง ดังนี้

ชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์	R
MC.-30	0.62
MC.-70	0.73
CSS-1	0.75
CSS-1h	0.75

- ค่า ให้คำนวณจากสูตร

$$G = \frac{P_1 + P_2}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2}} \quad \text{หรือเท่ากับ} \quad \frac{100}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2}}$$

- เมื่อ **P1** = คือส่วนของวัสดุพื้นทางที่ค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) เป็นร้อยละตาม มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- P2** = คือส่วนของวัสดุพื้นทางที่ผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) เป็นร้อยละตาม มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- G1** = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุพื้นทางชนิดหยาบซึ่งค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ตาม มยพ. 1204 - 50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)
- G2** = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุพื้นทางชนิดละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ตาม มยพ. 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 Coat ต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อควบคุมอัตราจำนวนยางที่ราดบนพื้นทางได้สม่ำเสมอ
- 5.1.4 การราดยางควรราดให้เต็มความกว้างของถนน หากจำเป็นจะราดยางที่ละครั้งของความกว้างหรือที่ละช่องทางวิ่งก็ได้
- 5.1.5 พื้นบริเวณรอยต่อการราดยางต่อเนื่องแต่ละครั้งต้องมีอัตรายางสม่ำเสมอโดยเฉพาะรอยต่อตามขวางที่ราดโดยวิธีการใช้ท่อพ่นยาง (Spray Bar) ที่ติดกับรถวิ่งราดให้ใช้กระดาดแข็งหรือวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร ปิดผิวยางที่ราดไปแล้ว
- 5.1.6 หลังจากราดยางแล้วให้ทิ้งบ่ม (Curing) ยางไว้ 24-48 ชั่วโมง โดยไม่ให้ยานวิ่งผ่านเข้าไปในบริเวณที่ราดไว้เป็นอันขาดหลังจากพ้นกำหนดเวลานี้แล้วถ้าจะอนุญาตให้ยานวิ่งผ่านได้หากมียางส่วนเกินเหลือปรากฏอยู่ให้ใช้ทรายละเอียดสาดทับบางส่วนที่เกินให้แห้งได้

ในกรณีที่เป็นจริง ๆ เช่น ทางเข้าบ้านหรือทางแยกที่มียวดยานผ่าน การทำ Prime Coat ธรรมดาโดยทั่วไปในภาวะอากาศแจ่มใส ปราศจากฝน พื้นทางแห้งหรือวัสดุพื้นทางมีความชื้น (Moisture Content) ไม่เกินร้อยละ 5 ให้ใช้ยาง Cut Back และชนิดยาง Cut Back ที่จะใช้นั้น แล้วแต่ลักษณะของสภาพพื้นทาง ความแน่น เวลา และการจราจรของเส้นทางนั้นๆ ส่วนพื้นที่ที่มีความชื้นสูง เปียก (ไม่แฉะ) สภาพอากาศไม่ดี หรือมีลักษณะความจำเป็นเร่งด่วน อนุญาตให้ใช้ยาง Asphalt Emulsions ได้ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

5.2 การทำ Prime Coat ด้วยยาง Asphalt Emulsions

- 5.2.1 พื้นทางที่จะ Prime Coat ผิวหน้าจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นหรือหินที่หลุดหรือวัสดุอื่นใดและผู้ควบคุมงานตรวจสอบเห็นชอบแล้ว
- 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) ในขณะที่มีฝนตกเป็นอันตราย และเมื่อราดยาง (Prime) แล้วใหม่ๆ ก่อนที่ Emulsion จะแตกตัว ถ้ามีฝนตกมากน้ำฝนจะชะบางส่วนของ Emulsion บนผิวหน้าออกไปจะต้องทำการราด Emulsion เพิ่มเติมในส่วนนั้นใหม่

6. ข้อควรระวัง

- 6.1 ยาง Cut Back Asphalt เป็นยางชนิดติดไฟได้ง่ายมาก ดังนั้นในขณะที่ตมยางหรือขณะทำการราดยาง จะต้องระมัดระวังมิให้มีเปลวไฟจากภายนอกมาถูกยางได้
- 6.2 ยาง Emulsified Asphalt เป็น Asphalt ที่แตกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ กระจายอยู่ในสารละลายซึ่งประกอบด้วยน้ำ อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (Emulsifying Agent) และอื่นๆ ผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะง่ายต่อการแยกตัวจึงต้องระมัดระวัง ดังนี้
 - 6.2.1 การขนส่งต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมิให้ถึงบรรจุ 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 ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานของวันต่อไป และป้องกันการกัดกร่อนของรถใน Emulsion
- 6.2.5 Emulsion ต้องเหลวมีเนื้อเดียวกันและมีสีน้ำตาลเข้ม ถ้าหากมีลักษณะเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ให้ใช้ไม้พายกวนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะนำไปใช้ได้ ถ้าหากกวนผสมแล้ว Emulsion ไม่เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แสดงว่า Emulsion นั้นเสื่อมคุณภาพ ห้ามนำไปใช้เป็นอันตราย

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 225 - 2531: มาตรฐานงานไพรม์โคท (Prime Coat)

มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานแทคโคท (Tack Coat)

2. นิยาม

“แทคโคท (Tack Coat)” หมายถึงการราดยางแอสฟัลต์ชนิดเหลว (Liquid Asphalt) บนไพรมโคทเดิมบนผิวทางเดิมและบนพื้นทางเดิมชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตตามชนิดเกรด อุณหภูมิ ปริมาณเครื่องจักร และเครื่องมือที่กำหนดให้เพื่อทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวชั้นผิวทางหรือชั้นพื้นทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังจะก่อสร้างใหม่

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอไออนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน
- 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 วัสดุยางแคตอไออนิกแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cationic Asphalt Emulsion) ซึ่งได้แก่ CRS-1, CRS-2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอไออนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน 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 หรือเป็นผิวจราจรแบบเพเนเตอร์ชั้นแมคคาดีม 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 ทำให้การอัด ปะ หลุมบนผิวไพรมโคท (ถ้ามี) ด้วย Hot Mixed หรือ Premixed แล้วบดอัดแน่นให้เรียบร้อย แล้วใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดฝุ่นออกจนหมดและไม่ทำให้ผิวไพรมโคทเดิมเสียหาย เสร็จแล้วใช้เครื่องเป่าลม ทำการเป่าฝุ่นออกให้หมด
- 5.1.2 ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์หรือผิวจราจรแบบเพเนเตอร์ชั้นแมคคาดีม ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดฝุ่นและหินที่หลุดลอยออกจนหมด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกให้หมด
- 5.1.3 ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตหรือเป็นพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นหรือเครื่องเป่าลมกวาด หรือเป่าฝุ่นออกให้หมด

5.2 การราดยางแอสฟัลต์

- 5.2.1 ใช้เครื่องราดยางแอสฟัลต์ซึ่งเตรียมพร้อมที่จะทำงาน ดำเนินการราดยางแอสฟัลต์ ตามชนิดเกรด อุณหภูมิ และอัตรา ที่กำหนดไว้ให้แล้วข้างต้น ถ้าพื้นที่ซึ่งจะทำแทคโคทมีปริมาณน้อย ให้ใช้เครื่องพ่นด้วยมือราดยางแอสฟัลต์ได้ แต่ถ้าไม่มีเครื่องพ่นด้วยมือ ให้ใช้ภาชนะใส่ยางแอสฟัลต์สั้ลัดราดบางๆ ให้ทั่วพื้นที่ แล้วใช้รถบดล้อยางบดทับไปมาเพื่อที่จะให้ยางแอสฟัลต์กระจายบนพื้นที่โดยสม่ำเสมอ
- 5.2.2 เมื่อราดยางแอสฟัลต์ทำแทคโคทแล้วให้ทิ้งไว้ประมาณ 10-18 ชั่วโมง เพื่อที่จะให้ Volatile Matter ใน Rapid Curing Cut-Back Asphalt ระเหยออกไปและน้ำใน Cationic Asphalt Emulsion ระเหยออกไปเช่นกัน จึงจะทำผิวชั้นต่อไปได้
- 5.2.3 ให้ปิดการจราจรห้ามยวดยานผ่านหลังจากทำแทคโคทแล้ว จนกว่าจะทำการก่อสร้างผิวทางหรือพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตเสร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 227 - 2531: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

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 ให้ถูกต้องตาม แนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2109 – 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2122-57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี มาร์แชลล์ (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 ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.851: แอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง การใช้แอสฟัลต์อื่นๆ หรือ แอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใดๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเท่าหรือดีกว่า ทั้งนี้ต้องผ่านการ ทดสอบคุณภาพและพิจารณาความเหมาะสม รวมทั้งต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นกรณีไป สำหรับปริมาณการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์โดยประมาณ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
- 4.2 วัสดุมวลรวม ให้เป็นไปตาม มยพ. 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		ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
	(นิ้ว)				
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 ร้อยละ โดยมวลของมวลรวม		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 มยพ. 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 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับสำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

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 จะต้องมีความใช้งานได้ดี 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

โรงงานผสมนี้จะต้องมีความใช้งานได้ดีและอย่างน้อยต้องมีเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

6.1.1 อุปกรณ์สำหรับการเตรียมแอสฟัลต์ (Equipment for Preparation of Asphalt)

โรงงานผสมต้องมีถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Storage Tank) ซึ่งมีอุปกรณ์ให้ความร้อนประเภทท่อเวียนไอน้ำร้อนหรือน้ำมันร้อน (Steam or Oil Coil) หรือประเภที่ใช้ไฟฟ้า (Electricity) หรือประเภทอื่นใดที่ไม่มีเปลวไฟสัมผัสกับถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยตรง อุปกรณ์ทุกประเภทต้องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้ได้ตรงตามข้อกำหนดและต้องมีระบบทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ไหลเวียน (Circulation System) ที่เหมาะสมที่ทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ไหลเวียนได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาขณะทำงาน พร้อมกันนี้ต้องมีอุปกรณ์ให้หรือรักษาความร้อนที่ระบบท่อ

ไหลเวียน โดยอาจเป็นประเภทใช้ไอน้ำ (Steam Jacket) หรือน้ำมันร้อน (Hot Oil Jacket) หรือประเภทฉนวนรักษาความร้อน (Insulation) เพื่อรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ในท่อส่งแอสฟัลต์ มาตรฐานแอสฟัลต์ ท่อพ่นแอสฟัลต์ ถังบรรจุแอสฟัลต์ และอื่นๆ ให้มีอุณหภูมิตามที่กำหนด ปลายท่อไหลเวียนแอสฟัลต์ต้องอยู่ที่ระดับแอสฟัลต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ขณะปั๊มแอสฟัลต์ทำงาน

- 6.1.2 ยุงหินเย็น (Cold Bin) และเครื่องป้อนหินเย็น (Aggregate Feeder) โรงงานผสมต้องมียุงหินเย็นไม่น้อยกว่า 4 ยุง สำหรับแยกไส้วัสดุหินหรือวัสดุอื่นๆ แต่ละขนาดช่องเปิด ปากยุงจะต้องเป็นแบบปรับได้ ยุงหินเย็นต้องประกอบด้วยเครื่องป้อนหินเย็นแบบที่เหมาะสมสามารถป้อนหินเย็นได้อย่างสม่ำเสมอไปยังหม้อเผา (Dryer) ได้ถูกต้องตามอัตราส่วนที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องป้อนหินเย็นสำหรับยุงมวลละเอียด เช่น หิน ผุ่น หรือทราย จะต้องเป็นแบบสายพานยาวต่อเนื่อง หรือสายพานอื่นใดที่ให้ได้เทียบเท่า
- 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 ยุงหินร้อน (Hot Bin) โรงงานผสมต้องมียุงหินร้อนอย่างน้อย 4 ยุง ทั้งนี้ไม่รวมยุงวัสดุผสมแทรกสำหรับเก็บมวลรวมร้อนที่ผ่านตะแกรงแยกขนาดแล้ว ยุงหินร้อนนี้ต้องมีผนังแข็งแรงไม่มีรอยรั่ว มีความสูงพอที่จะป้องกันไม่ให้น้ำมวลรวมไหลข้ามยุงไปปะปนกันได้ และต้องมีความจุมากพอที่จะป้อนมวลรวมร้อนให้กับห้องผสม (Pugmill Mixer) ได้อย่างสม่ำเสมอเมื่อโรงงานผสมทำการผสมเต็มกำลังผลิตในแต่ละยุงต้องมีท่อสำหรับให้มวลรวมไหลออกไปข้างนอก เพื่อป้องกันไม่ให้ไปผสมกับมวลรวมที่อยู่ในยุงอื่นๆ ในกรณีที่มีมวลรวมในยุงนั้น ๆ มากเกินไป
- 6.1.6 ยุงเก็บวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler Storage Bin) โรงงานผสมต้องมียุงเก็บวัสดุผสมแทรกต่างหาก 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) โรงงานผสมต้องมีเทอร์โมมิเตอร์แบบแห้งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะ (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 มาตรฐานที่ใช้วัดอัตราการไหลของแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปล่อยเข้าสู่ห้องผสมจะต้องเที่ยงตรง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนจากปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการใช้เมื่อเทียบเป็นน้ำหนักไม่เกินร้อยละ 2

6.1.10 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบชุด

(1) ถังชั่งมวลรวม (Weigh Box or Hopper) โรงงานผสมแบบชุดต้องมีอุปกรณ์สำหรับชั่งมวลรวมที่ปล่อยออกมาแต่ละถังได้อย่างละเอียดถูกต้อง ถังชั่งน้ำหนักต้องแขวนอยู่กับเครื่องชั่ง และต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุมวลรวมได้เต็มชุด (Batch) โดยมวลรวมไม่ล้นถัง ถังชั่งน้ำหนักจะต้องวางบนฟูลครัม (Fulcrum) ซึ่งวางอยู่บนขอบใบมีด (Knife Edge) อย่างแน่นหนาอีกทีหนึ่งซึ่งขณะทำงานฟูลครัมและขอบใบมีดต้องไม่เคลื่อนตัวออกจากแนวเดิม ประตูลังหินร้อนและถังชั่งน้ำหนักต้องแข็งแรงและไม่รั่ว

(2) ห้องผสม (Pugmill Mixer) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบชุดนี้จะต้องเป็นชนิดมีเพลลาผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์ได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอ ประตูลังส่วนผสมเมื่อปิดจะต้องปิดให้สนิทโดยไม่มีวัสดุรั่วไหล ต้องมีเครื่องตั้งเวลา และควบคุมเวลาการผสมเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะควบคุมไม่ให้ประตูห้องผสมเปิดจนกว่าจะได้เวลาตามที่กำหนดไว้ ภายในห้องผสมจะประกอบด้วยใบพาย (Paddle Tip) ที่มีจำนวนเพียงพอ จัดเรียงตัวกันอย่างเหมาะสม สามารถผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้อย่างถูกต้องสม่ำเสมอ ระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด

(3) เครื่องชั่ง (Plant Scale) เครื่องชั่งต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของมวลรวมสูงสุดที่ต้องการชั่ง หน้าปัดเครื่องชั่งต้องมีขนาดใหญ่พอ ซึ่งสามารถอ่านน้ำหนักได้ในระยะห่างอย่างน้อย 7 เมตร และต้องอยู่ในตำแหน่งที่พนักงานควบคุมเครื่องมองเห็นได้ชัดเจน หน้าปัด

เครื่องชั่งมวลรวมจะต้องมีเข็มชี้น้ำหนักแต่ละยั้ง สำหรับเครื่องชั่งต้องมีตม้มน้ำหนักมาตรฐานหนัก ตม้ละ 25 กิโลกรัม ไม่น้อยกว่า 10 ตม้ หรือมีจำนวนเพียงพอที่จะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของ เครื่องชั่ง

(4) การควบคุมปริมาณมวลรวม และแอสฟัลต์ที่ใช้ผสมในแต่ละชุด จะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ

6.1.11 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง

- (1) ชุดอุปกรณ์ควบคุมมวลรวม (Gradation Control Unit) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ ควบคุมปริมาณมวลรวมที่ไหลออกมาจากยั้งหินร้อนแต่ละยั้งได้อย่างถูกต้องแน่นอน อนุประกอบด้วยเครื่องป้อนหิน (Feeder) อยู่ภายใต้ยั้งหินร้อน สำหรับการป้อนวัสดุผสมแทรก จะต้องมียุกรณ์ควบคุมปริมาณต่างหาก ติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้ควบคุมการป้อนวัสดุผสม แทรกลงในห้องผสมเพื่อผสมกับมวลรวมในจังหวะของการผสมแห้ง (Dry Mixing) ก่อนที่จะไป ผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่จ่ายเข้ามาภายหลังในจังหวะของการผสมเปียก (Wet Mixing)
- (2) จังหวะสัมพันธ์ของการควบคุมการป้อนมวลรวม และแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Synchronization of Aggregate and Asphalt Cement Feed) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมการป้อน มวลรวมแต่ละขนาดและแอสฟัลต์ซีเมนต์เข้าสู่ห้องผสมเป็นแบบขับเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้ ได้อัตราส่วนผสมที่คงที่ตลอดเวลา
- (3) ชุดห้องผสม (Pugmill Mixer Unit) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบต่อเนื่องนี้ ต้องเป็นแบบ ทำงานต่อเนื่อง (Continuous Mixer) เป็นชนิดมีเพลผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอใบพายจะต้องเป็นชนิดปรับมุมให้ไป ในทางเดียวกันเพื่อให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวได้เร็ว หรือให้กลับทางกัน เพื่อถ่วงเวลาให้ส่วนผสม เคลื่อนตัวช้าลงได้ และห้องผสมจะต้องมียุกรณ์ควบคุมระดับของส่วนผสมด้วยระยะห่าง ระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด ที่ห้องผสมจะต้องมีแผ่นแสดงปริมาตรของห้องผสม เมื่อมีส่วนผสมบรรจุในห้องผสมที่ความสูง ต่างๆ ติดตั้งไว้อย่างถาวร นอกจากนั้นจะต้องมีตารางแสดงอัตราการป้อนวัสดุมวลรวมต่อนาที เมื่อโรงงานผสมทำงานในอัตราเร็วปกติ

การคำนวณเวลาในการผสม ให้กำหนดโดยใช้น้ำหนักตามสูตรดังนี้ คือ

$$\text{เวลาในการผสม (วินาที)} = \frac{A}{B}$$

เมื่อ A = ปริมาณของส่วนผสมทั้งหมดในห้องผสม (Pugmill Dead Capacity) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

B = ส่วนผสมที่ออกจากห้องผสม (Pugmill Output) มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อวินาที

- (4) ยั้งพักส่วนผสม (Discharge Hopper) โรงงานผสมแบบนี้ต้องประกอบด้วยยั้งสำหรับพัก ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกมาจากห้องผสม ยั้งพักส่วนผสมนี้มีประตูเปิดที่ด้านล่างของยั้ง และจะปล่อยส่วนผสมได้เมื่อส่วนผสมเต็มยั้งแล้ว

- (5) สัญญาจ้างปริมาณมวลรวมในยังหินร้อน โรงงานผสมต้องมีสัญญาซึ่งจะแจ้งให้ทราบว่าง ปริมาณมวลรวมในยังหินร้อนยังมีปริมาณเพียงพอที่จะดำเนินการต่อไปได้หรือไม่ ถ้าปริมาณ มวลรวมยังใดขาดหรือน้อยไป สัญญาดังกล่าวจะทำให้ผู้ควบคุมทราบทันทีผู้รับจ้างต้องหยุด การดำเนินการและทำการแก้ไข จนกว่าผู้ควบคุมจะเห็นสมควร จึงจะอนุญาตให้ดำเนินการ ต่อไปได้

6.2 รถบรรทุก (Haul Truck)

รถบรรทุกที่นำมาใช้จะต้องมีจำนวนพอเพียงกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และความสามารถในการปูของ เครื่องปู ทั้งนี้เพื่อให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องมากที่สุดในแต่ละวันที่ ปฏิบัติงาน จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ให้คำนวณให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม ความจุของรถบรรทุก เวลา ในการบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงรถบรรทุก ระยะทาง และระยะเวลาในการขนส่ง เวลาในการรอและการ เทส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงในเครื่องปู ความสามารถในการปูของเครื่องปู และอื่น ๆ

กระบะรถบรรทุกจะต้องไม่รั่ว พื้นกระบะจะต้องเป็นแผ่นโลหะเรียบ ภายในกระบะจะต้องสะอาดปราศจาก วัสดุที่ไม่พึงประสงค์อื่น ๆ ตกค้างอยู่ ก่อนใช้ขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องพ่นหรือเคลือบภายในกระบะ ด้วยน้ำสบู่ น้ำปูนขาวหรือสารเคมีเคลือบชนิดใดๆ ที่มีน้ำหนักผสมไม่เกินร้อยละ 5 โดยต้องได้รับความเห็นชอบจาก ผู้ควบคุมงาน ห้ามใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันประเภทเดียวกัน การพ่นหรือเคลือบภายใน กระบะให้ทำเพียงบาง ๆ เท่านั้น และก่อนบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงกระบะให้ยกกระบะเทวัสดุหรือสาร เคลือบที่อาจมีมากเกินไปจนความจำเป็นออกให้หมด ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่ใช้ได้อย่างเหมาะสม คลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ด้วย

6.3 เครื่องปู (Paver or Finisher)

เครื่องปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองโดยจะเป็นชนิดล้อเหล็กตีนตะขาบ หรือชนิดล้อยางที่มีคุณภาพเทียบเท่า มีกำลังมากพอและสามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างสม่ำเสมอ ทั้งในขณะที่เคลื่อนไปพร้อมกับรถบรรทุกส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตและในขณะที่เคลื่อนตัวไปตามลำพัง เครื่องปู จะต้องสามารถปรับความเร็วการปูได้หลายอัตรา และปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ความลาดถูกต้องตามแบบ

6.3.1 ส่วนขับเคลื่อน (Tractor Unit) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ต้นกำลังมีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ เครื่องยนต์ (Governor) ให้คงที่ระหว่างทำงาน กระบะบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Hopper) จะต้องเป็นแบบข้างกระบะหุบได้ สายพานบ่อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Slat Conveyor) เกลี่ยว เกลี่ยจ่ายส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Auger หรือ Screw Conveyor) แยกเป็น 2 ข้าง ซ้ายและขวา ซึ่งสามารถแยกทำงานเป็นอิสระแก่กันได้ ประตูควบคุมการไหล (Flow Gate) ของส่วนผสมแอสฟัลต์ คอนกรีตสามารถปรับระดับความสูงของช่องประตูได้

6.3.2 ส่วนเตารีด (Automatic Screed Unit) ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมความหนา (Thickness Control) อุปกรณ์ควบคุมความลาดเอียงที่ผิว (Crown Control) อุปกรณ์ให้ความร้อนแผ่นเตารีด (Screed Heater) แผ่นเตารีด (Screed Plate) และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น ระบบการควบคุม ความลาดชัน (Grade Control) และระดับแอสฟัลต์คอนกรีตควรเป็นแบบอัตโนมัติ โดยอาจเป็นแบบ

(1) Erected Grade Line (2) Mobile String Line (3) Ski (4) Floating Beam หรือ (5) Joint-matching Shoe สำหรับแบบที่ (2) แบบที่ (3) และแบบที่ (4) ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 9 เมตร แผ่นเตารีดจะต้อง มีความยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร และสามารถขยายได้ยาวไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร แผ่นเตารีดจะต้องตรงแนวและได้ระดับ ไม่บิดงอหรือสึกหรอมากเกินไปจนสมควร ไม่สึกเป็นหลุม มีระบบการอัดแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้นต้นเป็นแบบสั่นสะเทือน (Vibratory Screed) หรือแบบคานกระแทก (Tampers 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 และมีความยาวของช่วงเพลลา (Wheel Base) ไม่น้อยกว่า 4.8 เมตร การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

6.5 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับทุกชนิดจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ต้องมีน้ำหนักและคุณสมบัติอื่นๆ ถูกต้องตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดที่กำหนด สำหรับเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิด น้ำหนักในการบดทับของเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิดจะต้องเหมาะสมกับชนิดและลักษณะของส่วนผสม ความหนาของชั้นที่ปู ขั้นตอนการบดทับและอื่นๆ เครื่องจักรบดทับต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เพื่อให้ได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความแน่น ความเรียบและคุณสมบัติอื่นๆ ตามกำหนด การกำหนดน้ำหนักเครื่องจักรบดทับ น้ำหนักในการบดทับของเครื่องจักรแต่ละคัน ตลอดจนการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับจากจำนวนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรบดทับจะต้องประกอบด้วยเครื่องจักรชนิดต่างๆ ซึ่งต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงานก่อน โดยมีจำนวนอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก. รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ไม่น้อยกว่า 1 คัน และรถบดสั่นสะเทือน 1 คัน หรือรถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ไม่น้อยกว่า 2 คัน ในกรณีที่ไม่มียรถบดสั่นสะเทือน

ข. รถบดล้อยาง ไม่น้อยกว่า 3 คัน

รายละเอียดของเครื่องจักรชนิดต่างๆ เป็นดังนี้

6.5.1 รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (Steel-Tired Tandem Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 8 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้จนมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน จะต้องมียาน้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบดไม่น้อยกว่า 37.9 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร รถบดจะต้องอยู่ในสภาพดี สามารถขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลังได้ การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุดและการถอยหลังจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ล้อเหล็กทั้ง 2 ล้อจะต้องตรงตามแนว ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบไม่เป็นร่อง (Groove) ลึก เป็นหลุม หรือเป็นรอยบุ่ม (Pit) สลักยึดล้อ (KingPin) และลูกปืนล้อ (Wheel Bearing) ต้องไม่สึกหรอมากเกินไปจนทำให้ล้อหลวม

ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ (Sprinkler System) มีอุปกรณ์คราดผิวล้อเหล็ก (Scraper) และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำ สำหรับเลี้ยงล้อรถบดที่ใช้ได้ดีและถูกต้องตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ

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 ส่วนล้อและเพลาคือเคลื่อนตัวขึ้นลงได้อิสระอย่างน้อย 1 แกว มีแรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดขณะบดอัดไม่มากกว่า 620 กิโลปาสกาล (90 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อยาง และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำสำหรับเลี้ยงล้อรถบดที่ใช้ได้ดีและถูกต้องตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ รถบดล้อยางขณะใช้งานจะต้องมีความดันลมยางเท่ากันทุกล้อ โดยอนุญาตให้มีความดันลมยางแต่ละล้อแตกต่างกันได้ไม่เกิน 35 กิโลปาสกาล (5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

6.5.3 รถบดสั่นสะเทือน (Vibratory Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 4 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่เกิน 35 มิลลิเมตร และต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 6 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาตั้งแต่ 40 มิลลิเมตรขึ้นไป โดยอาจเป็นแบบสั่นสะเทือนล้อเดี่ยวหรือสองล้อก็ได้ 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 จะต้องตรงแนวที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบ ไม่ลึกลงเป็นหลุมหรือเป็นรอยบวม สลักล้อและลูกปืนล้อต้องไม่สึกหรอมากเกินไป จนทำให้ล้อหลวม ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อ และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำเลี้ยงล้อรถบด เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ 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 พร้อมทั้งมีตัวเลขบอกระยะทางรวมที่รถวิ่ง

ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ เป็นชนิดมีฉนวนหุ้มป้องกันความร้อน ภายในถังประกอบด้วยท่อนำความร้อนจากหัวเผา (หนึ่งหัวเผาหรือมากกว่า) มีแผ่นโลหะช่วยกระจายความร้อน มีท่อระบายแอสฟัลต์ ที่ถังต้องมีเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์เป็นแบบไม้วัด หรือเข็มวัดบอกปริมาณหรือทั้งสองชนิด มีเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเป็นแบบหน้าปัด (Dial) หรือแบบแท่งแก้วหุ้มด้วยเปลือกโลหะ (Armoured Thermometer) หรือทั้งสองชนิด ที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส

อุปกรณ์สำหรับเครื่องพ่นแอสฟัลต์ต่างๆ เหล่านี้ ก่อนนำไปใช้งานต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี การตรวจสอบและตรวจปรับอุปกรณ์ต้องดำเนินการตามวิธีที่กำหนด ซึ่งแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาจะต้องมีปริมาณสม่ำเสมอตลอดความกว้างและความยาวและเมื่อตรวจสอบโดยวิธีทดสอบหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามขวางและตามยาว จะต้องถูกต้องตามข้อกำหนดกล่าวคือ ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ลาดตามขวางคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 17 และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ลาดตามยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 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 ไนลอน หวาย หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

6.7.3 เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนา หรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

6.8 เครื่องมือประกอบ

6.8.1 เครื่องมือบดทับแบบสั่นสะเทือนขนาดเล็ก (Small Vibratory Compactor) ต้องมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้บดทับแอสฟัลต์คอนกรีต บริเวณที่รถบดไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้ หรือใช้ในงา นซ่อมขนาดเล็ก 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 อันจะเป็นการป้องกันมิให้น้ำท่วมกองวัสดุได้ พื้นที่สำหรับกองวัสดุที่นำมาใช้งานจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ เช่น วัชพืช สิ่งสกปรกอื่นๆ ควรรองพื้นด้วยวัสดุหินหรือปูด้วยแผ่นวัสดุที่เหมาะสม สถานที่กองวัสดุจะต้องราบเรียบได้ระดับพอควร การกองวัสดุแต่ละขนาดจะต้องกองแยกไว้อย่างชัดเจน โดยการกองแยกให้ห่างกันตามสมควรหรือทำรั้วกั้นไว้เพื่อป้องกันวัสดุที่จะใช้แต่ละชนิด แต่ละขนาดไม่ให้ปะปนกัน หรือปะปนกับวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ การกองวัสดุต้องดำเนินการให้ถูกต้องเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุเกิดการแยกตัวโดยการกองวัสดุเป็นชั้นๆ สูงชั้นละไม่เกินความสูงของกองวัสดุกองเดียวๆ เมื่อเทจากรถบรรทุกเทท้ายคันหนึ่งๆ ถ้าจะกองวัสดุชั้นต่อไปจะต้องแต่งระดับยอดกองให้เสมอ และไม่ควรรองวัสดุสูงเป็นรูปกรวย

7.2 การเตรียมมวลรวมและวัสดุผสมแทรก

กองวัสดุที่ใช้ทุกชนิด จะต้องมีการป้องกันไม่ให้วัสดุเปียกน้ำฝน โดยการกองวัสดุในโรงที่มีหลังคาคลุม หรือคลุมด้วยผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสม หรือโดยวิธีอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน วัสดุที่ใช้ทุกชนิดเมื่อป้อนเข้าโรงงานผสม ต้องไม่มีความชื้นเกินกำหนด ตามข้อกำหนดของ บริษัทผู้ผลิตโรงงานผสมที่ใช้งานนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อให้โรงงานผสมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มวลรวมที่ใช้แต่ละชนิดก่อนนำไปใช้งานจะต้องบรรจุอยู่ในถังหินเย็นแยกกันแต่ละถัง และการผสมมวลรวมแต่ละชนิดจะต้องดำเนินการโดยผ่านถังหินเย็นเท่านั้น ห้ามนำมาผสมกันภายนอกถังหินเย็น ในทุกกรณีวัสดุผสมแทรกหากนำมาใช้จะต้องแยกใส่ถังวัสดุผสมแทรกโดยเฉพาะ การป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องแยกต่างหากโดยไม่ปะปนกับวัสดุอื่นๆ และจะต้องป้อนเข้าห้องผสมโดยตรง

7.3 การเตรียมแอสฟัลต์ซีเมนต์

แอสฟัลต์ซีเมนต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อผสมกับมวลรวมที่โรงงานผสม จะต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 159 ± 8 องศาเซลเซียส หรือมีอุณหภูมิที่แอสฟัลต์ซีเมนต์มีความหนืด 170 ± 20 เซนติสโตกส์ (Centistokes) หรือมีอุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน การจ่ายแอสฟัลต์ซีเมนต์ไปยังห้องผสม จะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีอุณหภูมิตามที่กำหนดสม่ำเสมอตลอดเวลา

7.4 การเตรียมเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดตามที่ระบุไว้ในข้อ 6 ที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับตามรายการและวิธีการที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด และผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

7.5 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

7.5.1 รองพื้นทาง พื้นทาง หรือไหล่ทาง จะต้องเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและความลาดตามรูปแบบ ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ กรณีรองพื้นทางหรือพื้นทางหรือไหล่ทางมีความเสียหายเป็นคลื่น เป็นหลุมบ่อมีจุดอ่อนตัว (Soft Spot) หรือไม่ถูกต้องตามรูปแบบ ให้แก้ไขให้ถูกต้องก่อนโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

7.5.2 ผิวทางลาดยางเดิม ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับมีผิวหน้าไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่น และไม่มี การทำชั้นปรับระดับ 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 ให้พิจารณาการขัด (Scarify) พื้นทางหรือไหล่ทางนั้น แล้วบดทับใหม่ให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วทำไพรมโคทใหม่ทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ทำไพรมโคทก่อน จึงทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

7.5.5 พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้นาน โดยไม่ได้ทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขั้นตอนการก่อสร้างปกติ แต่ไพรมโคทไม่หลุดเสียหายก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับอาจพิจารณาให้ทำ

แทคโคท (Tack Coat) โดยให้ดำเนินการตาม มยพ. 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
- การแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตนี้ ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางจนได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วจึงปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป
- 7.5.7 รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ต้องสะอาดปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปน
- 7.5.8 การทำความสะอาดรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิม ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ โดยการกวาดฝุ่น วัสดุหลุดหลวม ทราบที่สาดทับไพรมโคท สำหรับพื้นทางหรือไหล่ทาง ออกจนหมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่น ต้องปรับอัตราเร็วการหมุนและน้ำหนักกดที่ตกลงบนรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทางหรือผิวทางลาดยางเดิมให้พอดี โดยไม่ทำให้รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางเดิมเสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด
- 7.5.9 กรณีที่มีคราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งอยู่ที่พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ให้กำจัดคราบแข็งดังกล่าวออกโดยการใช้เครื่องมือใดๆ ที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ ขูดออก ล้างให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด
- 7.5.10 ผิวทางลาดยางเดิมที่มีแอสฟัลต์เยิ้ม ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนโดยการปาดแอสฟัลต์ที่เยิ้มออก หรือโดยวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ
- 7.5.11 ผิวทางลาดยางเดิมหรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใดๆ ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องทำแทคโคทก่อน โดยให้ดำเนินการตาม มยพ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)
- 7.5.12 ขอบของโครงสร้างคอนกรีตใด ๆ หรือผิวหน้าตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่ต่อเชื่อมกับแอสฟัลต์คอนกรีตที่จะก่อสร้างใหม่จะต้องทำแทคโคทก่อน โดยให้ดำเนินการตาม มยพ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)
- 7.5.13 ผิวพื้นสะพานคอนกรีตที่ต้องปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องขูดวัสดุยาแนวรอยแตกและรอยต่อส่วนเกินที่ติดอยู่ที่ผิวพื้นคอนกรีตให้หมด ล้างทำความสะอาดทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นออกให้หมด แล้วทำแทคโคทโดยดำเนินการตาม มยพ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

8. วิธีการก่อสร้าง

8.1 การควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม

การดำเนินการควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

8.1.1 การควบคุมคุณภาพส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต มวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีคุณสมบัติตามข้อ 4 คุณภาพของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต้องสม่ำเสมอตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้กำหนดขึ้น สำหรับแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นๆ สูตรส่วนผสมเฉพาะงานอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามเหตุผลในข้อ 5.5 และข้อ 5.6

8.1.2 การควบคุมเวลาในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต โรงงานผสมต้องมีเครื่องตั้งเวลาและควบคุมเวลาแบบอัตโนมัติ ที่สามารถตั้งและปรับเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกได้ตามต้องการ สำหรับโรงงานผสมแบบชุด ระยะเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกควรใช้ประมาณ 15 วินาที และ 30 วินาที ตามลำดับ

สำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง ระยะเวลาในการผสมให้คำนวณจากสูตรตามข้อ 6.1.11 (3) ในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยโรงงานผสมทั้ง 2 แบบ ต้องได้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่สม่ำเสมอ ในกรณีที่ผสมกันตามเวลาที่กำหนดไว้แล้ว แต่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังผสมกันไม่ได้ไม่สม่ำเสมอตามต้องการ 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 พร้อมทั้งจะให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลา และผู้รับจ้างจะต้องส่งบันทึกผลการอุณหภูมิดังกล่าวประจำวันแก่ผู้ควบคุมงานทุกวันที่ปฏิบัติงาน
- (5) การวัดอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่อยู่ในรถบรรทุก ต้องใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่อ่านอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว การวัดอุณหภูมิให้วัดผ่านรูที่เจาะไว้ข้างกระเบรรถบรรทุกทั้ง 2 ด้านที่ประมาณกึ่งกลางความยาวของกระเบร และสูงจากพื้นกระเบรประมาณ 150 มิลลิเมตร การวัดอุณหภูมิให้วัดจากรถบรรทุกทุกคันแล้วจดบันทึกอุณหภูมิไว้

8.2 การขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

การขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากโรงงานผสมไปยังสถานที่ก่อสร้าง ต้องใช้รถบรรทุกที่เตรียมไว้แล้ว โดยถูกต้องตามข้อ 6.2 ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบ หรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ

8.3 การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องใช้เครื่องปูที่ถูกต้องตามที่กำหนดในข้อ 6.3 โดยต้องผ่านการตรวจสอบ ตรวจสอบปรับ และอนุญาตให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงาน การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องคำนวณความเร็วของเครื่องปูให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ การปูจะต้องดำเนินการไปโดยต่อเนื่องมากที่สุดด้วยความเร็วการปูที่สม่ำเสมอ ปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกจากเตารีดของเครื่องปูจะต้องมีปริมาณสม่ำเสมอตลอดความกว้างของพื้นที่ที่ปู โดยขณะปูควรป้อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากกระเบรบรรจุผ่านไปยังเกลียวเกลียวจ่ายทั้ง 2 ข้าง จนถึงส่วนเตารีดโดยสม่ำเสมอมีระดับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตคงที่และในการปฏิบัตินี้ให้เป็นไปโดยต่อเนื่องมากที่สุด ในส่วนของเตารีดอัตราเร็วการกระแทกของคานกระแทกและจำนวนรอบการสั่นสะเทือนของเตารีดแบบสั่นสะเทือนตลอดจนระยะเดินจะต้องคงที่และใช้ให้เหมาะสมกับชนิดลักษณะของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ความหนาของชั้นทาง และอื่นๆ ในการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผิวหน้าของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตขณะยังไม่ได้บดทับ จะต้องมึลักษณะผิวหน้าที่มีความเรียบ ความแน่นสม่ำเสมอทั้งทางด้านตามขวางและตามยาวโดยไม่มีรอยฉีก (Tearing) รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง (Shoving) การแยกตัวของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหรือลักษณะความเสียหายอื่นๆ ขณะปูหากปรากฏว่ามีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นให้รีบแก้ไขในทันที ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีลักษณะจับตัวเป็นก้อนแข็ง ห้ามนำมาใช้

8.3.1 สภาพผิวชั้นทางก่อนการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องแห้ง ห้ามปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะฝนตกหรือเมื่อผิวชั้นทางที่ปูเปียกชื้น

8.3.2 อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะปู ไม่ควรคลาดเคลื่อนไปจากอุณหภูมิเมื่อออกจากโรงงานผสมที่กำหนดให้โดยผู้ควบคุมงานเกินกว่า 14 องศาเซลเซียส แต่ทั้งนี้จะต้องไม่ต่ำกว่า 120 องศา

เซลเซียส การตรวจวัดอุณหภูมิแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูแล้วบนถนน จะต้องดำเนินการเป็นระยะๆ ตลอดเวลาของการปู หากปรากฏว่าอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไม่ถูกต้องตามที่กำหนดให้ ตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขโดยทันที

8.3.3 การวางแผนก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ก่อนการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทุกชั้น จะต้องวางแผนขอบชั้นทางที่จะปูก่อน โดยการใช้เชือกขึงวางแผนและยึดติดกับพื้นที่ที่จะปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้แน่น หรือวิธีการกำหนดแนวอื่นใดที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตของจราจรแรกของชั้นทางแต่ละชั้น 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 แนวก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขวางที่เปลี่ยนแปลงก่อสร้างที่สิ้นสุดการก่อสร้างประจำวัน การก่อสร้างรอยต่อตามขวางอาจดำเนินการได้ 2 วิธี คือ

(1) การใช้ไม้แบบ โดยใช้ไม้แบบที่มีความหนาเท่ากับความหนาของชั้นทางที่ปู วางที่จุดสิ้นสุดของการปูแต่ละแปลงให้ตั้งฉากกับแนวการปู เมื่อปูแอสฟัลต์คอนกรีตถึงไม้แบบนี้ให้ปูเลยไปเป็นทางลาดที่มีความยาวเพียงพอที่จะไม่ทำให้หยุดยานสะดุดเมื่อแล่นผ่านและอาจอนุญาตให้ใช้ทรายรองพื้นส่วนลาดได้เพื่อความสะดวกในการลอกแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เป็นทางลาดออก โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

(2) การใช้กระดาษแข็งสำเร็จรูปหรือแผ่นวัสดุสำเร็จรูปใดๆ ที่ใช้สำหรับทำรอยต่อตามขวาง โดยเฉพาะ ซึ่งใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยนำมาวางที่จุดสิ้นสุดของการปูแต่ละแปลงให้ตั้งฉากกับแนวการปู แล้วปูแอสฟัลต์คอนกรีตทับเป็นทางลาดที่มีความยาวเพียงพอที่จะไม่ทำให้หยุดยานสะดุดเมื่อแล่นผ่าน

เมื่อจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อจากรอยต่อตามขวางนั้น ก็ให้ยกไม้แบบแผ่นกระดาษแข็งหรือแผ่นวัสดุสำเร็จรูปนั้น รวมทั้งชั้นทางส่วนที่ปูเป็นทางลาดออกไป ตรวจสอบระดับด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากระดับหรือความหนาของชั้นทางส่วนใดไม่ถูกต้องตามแบบ ให้ตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนนั้นออกไปจนถึงชั้นทางส่วนที่มีระดับและความหนาถูกต้องตามแบบด้วยเครื่องตัดรอยต่อแอสฟัลต์คอนกรีตให้ได้แนวตรงและตั้งฉากโดยเรียบร้อย ก่อนที่จะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป ให้ทำรอยต่อตามขวางนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อเชื่อมกับชั้นทางที่จะปูใหม่ได้ดี การทำรอยต่อด้วยแอสฟัลต์นี้ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

ในกรณีที่การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหยุดชะงักด้วยเหตุใดก็ตาม ในระหว่างการก่อสร้างประจำวัน จนทำให้อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณหน้าเตารีดลดลงต่ำ

กว่าที่กำหนด ก็ให้ทารอยต่อตามขวางที่บริเวณนั้นด้วย โดยให้ตัดรอยต่อถึงบริเวณที่มีความหนาตามแบบและได้บดทับเรียบรื้อแล้ว โดยตัดให้ตั้งฉากพร้อมกับตักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่ตัดออกทิ้งไป ให้ทารอยต่อตามขวางนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อต่อเชื่อมกับชั้นทางที่จะปูใหม่ได้ดี การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์ให้ดำเนินการตาม มยพ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat) การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อเชื่อมกับรอยต่อตามขวางในครั้งใดๆ เมื่อเริ่มปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไปได้กระยะแรก ให้ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบระดับที่รอยต่อ หากไม่ได้ระดับตามที่กำหนด ให้ดำเนินการแก้ไขโดยด่วนขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่นั้นยังร้อนอยู่

ในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตแต่ละช่องจราจร รอยต่อตามขวางของการก่อสร้างชั้นทางที่ช่องจราจรข้างเคียงต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน โดยต้องก่อสร้างให้มีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เมตร ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดเป็นจุดอ่อนทำให้เกิดความเสียหายภายหลังได้

ในกรณีที่ปูแอสฟัลต์คอนกรีตหลายชั้น รอยต่อตามขวางของแต่ละชั้นจะต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เมตร และจะต้องห่างจากรอยต่อตามขวางของช่องจราจรข้างเคียงไม่น้อยกว่า 5 เมตร ด้วย

8.3.6 การก่อสร้างรอยต่อตามยาวในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตประกบชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบรื้อแล้วนั้น อาจทำได้ 2 วิธี คือ

- (1) การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เหลื่อมเข้าไปในชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบรื้อแล้ว 25-50 มิลลิเมตร แล้วดันส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เหลื่อมเข้าไปนี้ให้ชนแนวรอยต่อ โดยให้สูงกว่าระดับที่ด้านนอกถัดไปให้มากพอที่เมื่อบดทับแล้ว รถบดจะไปอัดส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตรงรอยต่อนั้นแน่นและเรียบได้ระดับสม่ำเสมอกับผิวชั้นทางที่ก่อสร้างประกบนั้น
- (2) การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เหลื่อมเข้าไปในชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบรื้อแล้ว 25-50 มิลลิเมตร คัดเม็ดวัสดุก่อนโอบบริเวณที่เหลื่อมกันตรงรอยต่อนั้นออกทิ้งไป ซึ่งเมื่อบดทับจะได้รอยต่อตามยาวที่แน่น ไม่ขรุขระและเรียบได้ระดับสม่ำเสมอกับผิวทางที่ก่อสร้างประกบนั้น

ก่อนจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ประกบกับชั้นทางช่องจราจรที่ได้ดำเนินการเรียบรื้อแล้ว ให้ตัดแต่งรอยต่อตามยาวนั้นด้วยเครื่องมือตัดรอยต่อตามที่ระบุไว้ในข้อ 6.8.3 โดยตัดให้ตั้งฉากกับชั้นทางที่ปูทับ และรอยต่อนั้นจะต้องตรงแนวเรียบรื้อคม ไม่ฉีกขาด เสริมแล้วให้ทารอยต่อนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อเชื่อมกันได้ดีกับชั้นทางที่ประกบ การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์นี้ ให้ดำเนินการตาม มยพ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

ในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายชั้น แต่ละชั้นให้ก่อสร้างให้มีรอยต่อตามยาวเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ถ้าเป็นชั้นทาง 2 ช่องจราจร รอยต่อตามยาวของชั้นทางชั้นบนสุดให้อยู่ในแนวขอบช่องจราจรตามแบบ

การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายช่องจราจรพร้อมกัน โดยใช้เครื่องปูหลายเครื่อง การปูชั้นทางโดยเครื่องปูที่ตามหลัง ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหล่อมเข้าไปในชั้นทางที่กำลังปูโดยเครื่องปูเครื่องหน้า 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 โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบวางทาบบนผิวหน้าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ ให้ดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิตามที่กำหนด

8.4 การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้น จะต้องใช้เครื่องจักรบดทับที่ถูกต้องตามที่กำหนดในข้อ 6.5 และจะต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยความสะดวกให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติ ไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เครื่องจักรบดทับต่างๆ ดังกล่าวก่อนนำไปใช้งานจะต้องผ่านการตรวจสอบ ตรวจสอบปรับ ให้เหมาะสมตามรายการและวิธีการตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด และอนุญาตให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงาน

การบดทับจะต้องกระทำทันทีหลังจากการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต และเริ่มบดทับขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังร้อนอยู่ โดยมีอุณหภูมิระหว่าง 120-150 องศาเซลเซียส เมื่อบดทับแล้วจะต้องได้ชั้นทางแอสฟัลต์

คอนกรีตที่มีความแน่น ความเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและความลาดตามแบบ ไม่มีรอยแตก รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง รอยคลื่น รอยล้อรถบด หรือความเสียหายของผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตอื่นๆ

8.4.1 หลักการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่างๆ ไป ในกรณีที่ยังกำหนดไม่ได้ระบุวิธีการบดทับเป็นอย่างอื่น การบดทับให้พิจารณาดำเนินการตามหลักการบดทับดังนี้ ในเบื้องต้นให้บดทับรอยต่อต่างๆ ก่อน โดยทันที ต่อจากนั้นก็ให้บดทับขั้นต้น (Initial or Breakdown Rolling) โดยให้รถบดทับตามหลัง เครื่องปูให้ใกล้ชิดเครื่องปูมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และในการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลัง บดทับต้องไม่มีรอยแตก ไม่มีส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด ต่อไปเป็นการบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) โดยให้บดทับตามติดการบดทับในขั้นต้นให้ใกล้ชิดที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ และต้องดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิเหมาะสมที่จะทำให้ได้ความแน่น ตามที่กำหนด ต่อจากนั้นเป็นการบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ซึ่งจะต้องดำเนินการขณะที่ ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิที่รถบดจะสามารถลอรอยล้อรถบดทับที่ผ่านมาได้เรียบร้อยแล้ว

ในการบดทับจะต้องเริ่มบดทับที่ขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านต่ำหรือด้านขอบนอกก่อน แล้วจึงค่อยๆ บดทับเหลื่อมเข้าไปสู่ด้านเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน เว้นแต่การบดทับช่วงการยกโค้งซึ่ง จะต้องบดทับทางด้านต่ำก่อน แล้วจึงบดทับเหลื่อมไปทางด้านสูง การบดทับแต่ละเที่ยวให้บดทับขนาน ไปกับเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน และให้แนวบดทับเหลื่อมกัน (Overlap) ประมาณ 150 มิลลิเมตร แต่ถ้า บดทับแล้วเกิดเป็นคลื่นตามขวางหรือส่วนผสมเคลื่อนตัวเป็นแอ่งก็ให้เปลี่ยนเป็นบดทับเหลื่อมกัน ครึ่งหนึ่งของความกว้างของล้อรถบด การหยุดรถบดแต่ละเที่ยวของการบดทับ ต้องไม่หยุดที่แนว เดียวกับรอยหยุดของรถบดเที่ยวก่อน แต่ควรหยุดรถบดให้เหลื่อมกันเป็นระยะห่างพอสมควร

ในระหว่างการบดทับ หากมีส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด ควรใช้น้ำหรือสาร สำหรับ เคลือบล้อรถบดใดๆ ที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ พ่นล้อรถบดบางๆ เพียงเพื่อเคลือบผิวหน้าล้อ รถบดให้เปียกชื้น เพื่อป้องกันไม่ให้อส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด หากหมดความจำเป็นแล้ว ให้เลิกใช้ การบดทับรถบดจะต้องวิ่งด้วยความเร็วต่ำและสม่ำเสมอโดยใช้ล้อขับ (Drive Wheel) นำหน้าให้ใกล้ชิดเครื่องปูมากที่สุด หากมีการเปลี่ยนความเร็วรถขณะบดทับ จะต้องค่อยๆ เปลี่ยน ความเร็วทีละน้อย ในช่องทางการบดทับช่องทางใดๆ การบดทับเดินหน้าและถอยหลังให้อยู่ในแนว ช่องทางการบดทับเดียวกัน ก่อนเดินหน้าและถอยหลังรถบดจะต้องหยุดนิ่งก่อน ถ้าเป็นรถบด สิ้นสະເຫຼີອນຈະຕ້ອງหยุดการสั่นสະເຫຼີອນก่อนด้วย การเปลี่ยนแนวช่องทางการบดทับจะต้องค่อยๆ เปลี่ยน โดยให้เปลี่ยนบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่ได้บดทับและเย็นตัวแล้ว ห้ามเปลี่ยนบนผิวชั้นทาง แอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับหรือที่ยังร้อนอยู่ การบดทับช่องทางบดทับถัดไปจะต้องขนานกับ ช่องทางเดิม การจอดรถบดขณะบดทับหรือบดทับเสร็จแล้ว ให้จอดบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต บริเวณที่เย็นตัวแล้ว ห้ามจอดบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ยังร้อนอยู่ ถ้าในการบดทับทำให้ ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดการเคลื่อนตัวออกไปต้องแก้ไขโดยด่วน โดยการคราดส่วนผสมแอสฟัลต์ คอนกรีตบริเวณดังกล่าวให้หลวม แล้วนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณภาพและอุณหภูมิถูกต้อง มาเพิ่ม พร้อมกับแต่งระดับให้สม่ำเสมอได้ระดับถูกต้องแล้วจึงบดทับใหม่

8.4.2 ความเร็วของรถบดในการบดทับ ในการบดทับโดยทั่วๆ ไป รถบดจะต้องวิ่งด้วยความเร็วต่ำและ สม่ำเสมอความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการบดทับขึ้นอยู่กับชนิดของรถบด อุณหภูมิ ชนิด ลักษณะและ

ความหนาของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ขั้นตอนการบดทับ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ความเร็วสูงสุดในการบดทับ สำหรับรถบดล้อเหล็กแบบไม่สิ้นสະเทือน รถบดล้อเหล็กแบบสิ้นสະเทือนซึ่งบดทับโดยไม่สิ้นสະเทือน และรถบดล้อยาง ในการบดทับขั้นตอนต่างๆ ควรจะเป็นไปตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความเร็วของการบดในการบดทับ

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
รถบดสิ้นสະเทือน**	4-5	2.5-3	4-5	2.5-3	-	-

หมายเหตุ * รวมถึงรถบดสิ้นสະเทือนบดทับโดยไม่สิ้นสະเทือน

** ดูตารางที่ 6 ประกอบ

ความเร็วสูงสุดของการบดทับสำหรับรถบดสิ้นสະเทือนที่มีความถี่ในการสิ้นสະเทือนใดๆ ขึ้นอยู่กับระยะกระแทกของล้อรถบด (Impact Spacing) ซึ่งตามปกติระยะการกระแทกของล้อรถบดจะน้อยกว่าความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว ในการบดทับระยะกระแทกของล้อรถบดไม่ควรน้อยกว่า 10 ครั้ง ต่อระยะทาง 300 มิลลิเมตร (หรือ 33 ครั้งต่อระยะทาง 1 เมตร) ที่รถบดเคลื่อนตัวไป สำหรับความเร็วที่เหมาะสมในการบดทับของรถบดสิ้นสະเทือนที่ความถี่การสิ้นสະเทือนใดๆ 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 ผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาให้ปรับปรุงแก้ไขหรือทำแปลงทดลองในสนามเพื่อทดสอบหาความเหมาะสมใหม่ก็ได้ 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)
ความเร็ว รถบด	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. บดทับชั้นต้น
- ง. บดทับชั้นกลาง
- จ. บดทับชั้นสุดท้าย

(2) เมื่อปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายช่องจราจรพร้อมกัน หรือปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ประกบกับช่องจราจรเดิมที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว หรือประกบกับแนวโครงสร้างใดที่มีอยู่แล้ว การบดทับจะต้องดำเนินการตามลำดับดังนี้

- ก. บดทับรอยต่อตามขวาง
- ข. บดทับรอยต่อตามยาว
- ค. บดทับขอบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านนอก
- ง. บดทับชั้นต้น
- จ. บดทับชั้นกลาง
- ฉ. บดทับชั้นสุดท้าย

8.4.5 การบดทับรอยต่อตามขวาง ให้ใช้รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ หรือ รถบดสันสะเทือน แต่ให้บดทับโดยไม่สันสะเทือน

สำหรับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรก ก่อนการบดทับรอยต่อตามขวาง ควรใช้แผ่นไม้ที่มีความเหมาะสม วางรองขีดขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณรอยต่อตามขวางทั้ง 2 ด้าน เพื่อรองรับล้อรถบดเวลาบดทับเลยขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตออกไป เป็นการป้องกันมิให้ขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปลายรอยต่อตามขวางเสียหายเสร็จ แล้วจึงบดทับรอยต่อตามขวาง โดยในการบดทับเที่ยวแรกให้รถบดวิ่งบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว และให้ล้อรถบดเลี้ยวเข้าไปในบริเวณชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่ประมาณ 150 มิลลิเมตร ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบความเรียบของรอยต่อ หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้เรียบรอยทันที และในการบดทับเที่ยวต่อไปให้แนวบดทับค่อยๆ เลื่อนเข้าไปในบริเวณชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่ทีละ 150-200 มิลลิเมตร จนในที่สุดล้อรถบดจะเข้าไปบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่ทั้งหมด

สำหรับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรประกบกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรที่ได้ก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว การบดทับในครั้งแรกให้บดทับบริเวณปลายรอยต่อตามขวางด้านที่บรรจบกับรอยต่อตามยาว โดยให้บดทับขนานไปตามรอยต่อตามยาวเป็นระยะประมาณ 0.5-1 เมตร แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบความเรียบของรอยต่อ หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้เรียบรอยทันที ต่อจากนั้นให้เริ่มบดทับรอยต่อตามขวาง ก่อนบดทับควรใช้แผ่นไม้ที่มีความเหมาะสมวางรองขีดขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณรอยต่อตามขวางด้านนอก เสร็จแล้วให้บดทับรอยต่อตามขวาง โดยให้ดำเนินการตามวิธีการบดทับดังกล่าวข้างต้น

8.4.6 การบดทับรอยต่อตามยาว รอยต่อตามยาวแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- (1) รอยต่อเย็นหรือรอยต่อเก่า (Cold Joint) หมายถึง รอยต่อตามยาวระหว่างช่องจราจรที่ได้ก่อสร้างขึ้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต และบดทับเรียบร้อยแล้ว กับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ที่ก่อสร้างประกบกัน

ในการบดทับรอยต่อตามยาว เมื่อใช้รถบดล้อเหล็กชนิดไม่สันสะเทือน การบดทับเที่ยวแรก ให้ล้อรถบดส่วนใหญ่อยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว โดยให้ล้อรถบดเลี้ยวเข้าไปบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ 100-150 มิลลิเมตร และในการบดทับเที่ยวต่อไป ให้ล้อรถบดค่อยๆ เลื่อนแนวบดทับเลี้ยวเข้าไปบนชั้นทางที่ก่อสร้างใหม่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งล้อรถบดทั้งหมดจะอยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ ในกรณีใช้รถบดสันสะเทือนบดทับ การบดทับจะต้องให้ล้อรถบดส่วนใหญ่อยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่สร้างใหม่โดยให้ล้อรถบดเลี้ยวเข้าไปบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้ว 100-150 มิลลิเมตร และให้ดำเนินการบดทับซ้ำตามแนวบดทับดังกล่าว จนกระทั่งได้รอยต่อตามยาวที่เรียบร้อยและได้ความแน่นตามที่กำหนด

- (2) รอยต่อร้อนหรือรอยต่อใหม่ (Hot Joint) หมายถึง รอยต่อตามยาวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างช่องจราจร 2 ช่อง ที่ก่อสร้างพร้อมกัน โดยการปูด้วยเครื่องปู 2 ชุด

ในการบดทับรอยต่อตามยาวแบบนี้ให้ใช้รถบดล้อเหล็กเข้าบดทับพื้นที่บริเวณรอยต่อทั้ง 2 ข้างของรอยต่อตามยาว กว้างประมาณ 400 มิลลิเมตร ที่เว้นไว้ในระหว่างการบดทับชั้นต้น การบดทับให้แนวรอยต่อตามยาวอยู่กึ่งกลางความกว้างของล้อรถบด โดยให้บดทับจนกว่าจะได้รอยต่อตามยาวที่เรียบร้อยและได้ความแน่นตามที่กำหนด

- 8.4.7 การบดทับชั้นต้น (Initial or Breakdown Rolling) ภายหลังจากที่ได้บดทับรอยต่อต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการบดทับชั้นต้นเมื่อส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียส การบดทับให้ใช้ได้ทั้งรถบดล้อเหล็กแบบไม่สันสะเทือนหรือรถบดสันสะเทือน เครื่องจักรบดทับที่ใช้ต้องถูกต้องตามข้อ 6.5 โดยน้ำหนักรถบด น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด ความถี่การสันสะเทือนระยะเต็นของล้อรถบด ความเร็วของรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะต้องพิจารณาใช้ให้เหมาะสมกับชนิด ลักษณะ ความคงตัว อุณหภูมิ ความหนาของชั้นทางที่ปู และสภาพของชั้นทางที่อยู่ภายใต้ที่จะก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ การบดทับให้เริ่มบดทับจากขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านต่ำ หรือขอบชั้นทางด้านนอก ไปหาขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านสูง หรือขอบชั้นทางด้านใน

การบดทับโดยใช้รถบดสันสะเทือน ควรใช้ความถี่การสันสะเทือน และระยะเต็นของล้อรถบดให้เหมาะสม ความถี่การสันสะเทือนควรอยู่ระหว่าง 33-50 เฮิร์ตซ์ (2,000-3,000 รอบต่อนาที) และระยะเต็นของล้อรถบดควรอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 มิลลิเมตร สำหรับการบดทับชั้นผิวทางหรือผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ควรใช้ค่าความถี่การสันสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะเต็นด้านต่ำ แต่ถ้าเป็นชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ใช่ชั้นผิวทางและมีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร อาจใช้ค่าความถี่การสันสะเทือนด้านต่ำ และใช้ค่าระยะเต็นด้านสูงได้ อย่างไรก็ตามการใช้ค่าความถี่การสันสะเทือนและค่าระยะเต็นของล้อรถบดในการบดทับให้พิจารณาจากผลการทำแปลงทดลองตามข้อ 8.4.3

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาน้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ต้องพิจารณาความเหมาะสมเป็นพิเศษ หากใช้รถบดล้อเหล็ก ไม่ควรบดทับโดยการสั่นสะเทือน หากจะใช้รถบดทับโดยการสั่นสะเทือนก็ให้ใช้ค่าระยะต้นของล้อรถบดด้านค่าต่ำ โดยเมื่อบดทับแล้วจะต้องไม่เกิดความเสียหายของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต เช่น เกิดการยุบตัว ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาระหว่าง 25-50 มิลลิเมตร หากใช้รถบดสั่นสะเทือนบดทับ ควรใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะต้นของล้อรถบดด้านค่าต่ำ

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร ด้วยรถบดสั่นสะเทือนสำหรับการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ใช่ชั้นผิวทาง อาจใช้ค่าระยะต้นของล้อรถบดด้านสูงได้ แต่สำหรับชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ควรจะใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะต้นของล้อรถบดด้านค่าต่ำ

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร และไม่มีแนวสิ่งก่อสร้าง เช่น คันหิน หรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้วช่วยอัดด้านข้างไว้ หากบดทับตามวิธีการปกติแล้วปรากฏว่ามีการเคลื่อนตัวของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้านข้างให้เปลี่ยนวิธีการบดทับใหม่ โดยให้รถบดทับเที่ยวแรกเข้าไปให้ห่างจากขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตประมาณ 300 มิลลิเมตร หลังจากนั้นให้บดทับต่อไปตามปกติ เสร็จแล้วจึงกลับมาบดทับขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เว้นไว้นั้นในเที่ยวสุดท้ายของการบดทับเต็มหน้าเที่ยวแรกต่อไป

การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต 2 ช่องจราจรพร้อมกัน การบดทับในขั้นตอนนี้ให้ดำเนินการพร้อมกันทั้ง 2 ช่องจราจร โดยให้เว้นระยะของแนวบดทับให้ห่างจากรอยต่อหรือรอยต่อใหม่ของแต่ละช่องจราจร ไว้ข้างละประมาณ 200 มิลลิเมตร พื้นที่แนวรอยต่อดังกล่าวนี้ให้ดำเนินการบดทับตามข้อ 8.4.6 (2) ต่อเนื่องกันไป

8.4.8 การบดทับชั้นกลาง (Intermediate Rolling) ให้เริ่มดำเนินการบดอัดเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส การบดทับชั้นกลางควรดำเนินการตามรูปแบบการบดทับขั้นต้น โดยให้บดทับตามหลักการบดทับขั้นต้นให้ใกล้ขีดที่สุด และให้บดทับโดยต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้รับความแน่นตามที่กำหนดและสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงที่ก่อสร้าง

การบดทับชั้นกลางตามปกติให้ใช้รถบดล้อยางเป็นหลัก โดยเฉพาะชั้นผิวทางและผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ปรับน้ำหนักรถบด และความดันลมยาง เพื่อให้ได้แรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดที่เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ

สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตอื่นๆ หรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ใช่ชั้นผิวทางและผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต อาจพิจารณาให้ใช้รถบดล้อเหล็ก รถบดสั่นสะเทือนบดทับร่วมกับรถบดล้อยางด้วยได้ตามความเหมาะสม โดยน้ำหนักรถบด น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด ความถี่การสั่นสะเทือน ระยะต้นของล้อรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะต้องพิจารณาใช้ให้เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

8.4.9 การบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) มีจุดประสงค์เพื่อลบรอยล้อรถบดที่ผิวหน้าและทำให้ผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอเท่านั้น ทั้งนี้ให้เริ่มดำเนินการเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 66 องศาเซลเซียส โดยให้ใช้รถบดล้อเหล็กแบบไม่สันสะเทือนหรือใช้รถบดสันสะเทือนแต่บดทับโดยไม่สันสะเทือนเท่านั้น รถบดต้องมีน้ำหนัก น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ

8.4.10 การบดทับพื้นที่พิเศษ

- (1) การบดทับบนพื้นที่ลาดชันสูง (Steep Grade) สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง หรือในทางโค้งที่มีการยกโค้งสูง การบดทับโดยรถบดล้อเหล็กแบบไม่สันสะเทือน ให้ใช้ล้อตาม (Tiller Wheel) เดินหน้า โดยให้บดทับตามหลังเครื่องปู โดยใกล้ชิดที่สุด ไม่ว่าเครื่องปูจะปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้นทางลาดชันหรือปูลงตามทางลาดชันก็ตาม ในการบดทับโดยใช้รถบดสันสะเทือนนั้น การบดทับในเที่ยวแรกให้บดทับโดยไม่สันสะเทือน แต่หลังจากที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้นทางมีความคงตัว (Stability) สูงขึ้นมากพอที่จะบดทับโดยการสันสะเทือนได้ ก็ให้บดทับต่อไปโดยการสันสะเทือน โดยให้ใช้ค่าระยะเดินของล้อรถบดด้านต่ำ
- (2) การบดทับบนพื้นที่ที่รถบดเข้าไปดำเนินการไม่ได้ (Inaccessible Area) สำหรับพื้นที่ที่ก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่รถบดเข้าไปดำเนินการไม่ได้ เช่น บริเวณที่ติดกับคันหินและร่องระบายน้ำ 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 วางทาบบนผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในแนวตั้งฉากและในแนวนานกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบจะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

9.3 ความแน่น (Density)

การตรวจสอบรับรองความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จากการเปรียบเทียบค่าความแน่นของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตกับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องปฏิบัติการตาม มยผ. 2217.-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องปฏิบัติการ ตามรายละเอียดดังนี้

9.3.1 การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องปฏิบัติการ ให้เก็บตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากรถบรรทุกที่โรงงานผสมก่อนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้างโดยการสุ่มตัวอย่างจากรถบรรทุกจากการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตประจำวันเป็นระยะๆ แล้วนำไปดำเนินการในห้องปฏิบัติการ โดยให้ได้ก้อนตัวอย่างอย่างน้อย 8 ก้อนตัวอย่างในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน ทดสอบหาค่าความแน่น แล้วนำค่าความแน่นที่ทดสอบได้จากก้อนตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เป็นความแน่นในห้องปฏิบัติการประจำวัน สำหรับใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบเป็นค่าความแน่นร้อยละของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม

การเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ดำเนินการตามรายละเอียดและวิธีการที่กำหนด การทดสอบหาค่าความแน่นให้ดำเนินการตาม มยผ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องปฏิบัติการ จะต้องตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน และมีอุณหภูมิในขณะบดอัดก้อนตัวอย่างตรงตามที่กำหนด สำหรับตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการนั้น อนุญาตให้นำเข้าอบในเตาอบเพื่อรักษาอุณหภูมิไว้ได้นานไม่เกิน 30 นาที ในระหว่างดำเนินการถ้าอุณหภูมิของตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิการบดอัดที่กำหนดให้นำตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดังกล่าวทิ้งไป 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. การอำนวยความสะดวกและควบคุมการจราจรระหว่างการก่อสร้าง

ในระหว่างการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องจัดและควบคุมการจราจรไม่ให้ผ่านชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ จนกว่าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตจะเย็นตัวลงมากพอ โดยเมื่อเปิดให้การจราจรผ่านแล้วจะไม่ทำให้เกิดร่องรอยบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นโดยจะต้องติดตั้งป้ายจราจร พร้อมอุปกรณ์ควบคุมการจราจรอื่นๆ ที่จำเป็นตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด พร้อมจัดบุคลากรเพื่ออำนวยความสะดวกจราจรให้ผ่านพื้นที่ก่อสร้างได้โดยสะดวกปลอดภัย 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)

มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซกรีตเมนต์ (Surface Treatment)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซกรีตเมนต์ (Surface Treatment)

2. นิยาม

“งานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซกรีตเมนต์ (Surface Treatment)” หมายถึง การก่อสร้างผิวหรือผิวไหล่ทาง ด้วยการลาดแอสฟัลต์และเกลี่ยวัสดุหินย่อยปิดทับ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นบนชั้นพื้นทางที่ได้ลาดแอสฟัลต์ไพรม์โคท (Prime Coat) แล้วหรือบนพื้นที่อื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้ว

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.2107 - 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซกรีตเมนต์ (Surface Treatment)
- 3.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตไอออนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน
- 3.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 851: แอสฟัลต์ซีเมนต์ สำหรับงานทาง
- 3.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัทแบคแอสฟัลต์

4. วัสดุ

4.1 วัสดุยางแอสฟัลต์ ที่ใช้ต้องเป็นประเภทและชนิด ดังต่อไปนี้เป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง

- 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 แคตไอออนิกแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cationic Asphalt Emulsion) CRS-1, CRS-2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตไอออนิก แอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน
อุณหภูมิที่ใช้ลาดแอสฟัลต์ชนิดต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วให้เป็นไปตามตารางที่ 1
- 4.1.4 แอสฟัลต์ชนิดอื่นๆ หรือแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใดๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นกรณีไป
- 4.1.5 กรณีที่ทางมีความลาดชันมากหรือมีปัญหาแอสฟัลต์ไหลก่อนลงหินย่อย ผู้ควบคุมงานอาจห้ามใช้แอสฟัลต์อิมัลชันหรือคัทแบคแอสฟัลต์ชนิดนั้นๆ
- 4.1.6 กรณีที่มีปริมาณการจราจรมาก หรือไม่สามารถปิดการจราจรได้นาน ผู้ควบคุมงานอาจกำหนดให้ใช้เฉพาะแอสฟัลต์ซีเมนต์เท่านั้น

4.1.7 กรณีที่อุณหภูมิของผิวทางต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ห้ามใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ หากมีความจำเป็นต้องใช้ จะต้องใช้น้ำมัน (Cutter) ผสม และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน ปริมาณของน้ำมันที่ใช้ให้ เป็นไปตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด 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 ในการปฏิบัติการในสนามต้องให้ความร้อนแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่อุณหภูมิระหว่าง 160-185 องศาเซลเซียส จากนั้นใช้เครื่องสูบลม (Pump) สูบน้ำมันจากถังเก็บน้ำมันไป ใส่ในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ตามปริมาณที่ได้คำนวณไว้ แล้วให้เวียนส่วนผสมแอสฟัลต์ ซีเมนต์กับน้ำมัน ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประมาณ 20 นาทีจึงนำไปลาดได้

ในระหว่างที่สูบน้ำมันเติมลงในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์เพื่อผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดประกายไฟเกิดขึ้น เช่น การจุดไฟ การสูบบุหรี่ หรือการใช้เตาฟู่ ภายในรัศมี 15 เมตร จากเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพราะระหว่างการผสมนี้จะมีไอระเหยของน้ำมันและแอสฟัลต์ซีเมนต์ ซึ่งติดไฟได้ง่ายเกิดขึ้น นอกจากนั้นจะต้องระมัดระวัง ไม่ให้มีการติดเครื่องยนต์ที่มีการสันดาปภายใน บริเวณดังกล่าว ซึ่งจะก่อให้เกิดประกายไฟที่สามารถจุดไอระเหยน้ำมันให้ลุกเป็นไฟได้

4.2 หินย่อย

หินย่อยให้เป็นไปตาม มยพ. 2107-57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.3 สารเคลือบผิวหิวย่อย (Pre-Coating Material)

สารที่ใช้เคลือบผิวหิวย่อย อาจเป็นน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นเกรดที่ใช้กันทั่วไป หรือสารอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้

4.4 สารผสมแอสฟัลต์ (Additive)

สารผสมแอสฟัลต์ที่นำมาใช้ต้องเป็นชนิดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบแล้วและอนุญาตให้ใช้ได้

4.5 การเลือกใช้ขนาดของหิวย่อย

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 จะต้องมีความใช้งานได้ดีโดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจรับ 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) โดยมีปั๊มแอสฟัลต์ที่สามารถใช้ได้ตั้งแต่แอสฟัลต์เหลวจนถึงแอสฟัลต์ซีเมนต์ และต้องทำงานได้ดังนี้

- ดูดแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้แล้วเข้าถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้
- หมุนเวียนแอสฟัลต์ในท่อพ่นแอสฟัลต์และในถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้

- พ่นแอสฟัลต์ผ่านทางท่อพ่นแอสฟัลต์และท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้
- ดูดแอสฟัลต์จากท่อพ่นแอสฟัลต์และท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือกลับเข้าสู่ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้
- ดูดแอสฟัลต์จากถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถไปยังถังเก็บแอสฟัลต์ภายนอกได้
- เครื่องต้นกำลัง หรือเครื่องท้าย ต้องมีมาตรบอกความดัน หรืออื่นๆ

เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ต้องติดเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ที่ผ่านปั๊มโดยวัดเป็นรอบ หรือวัดเป็นความดันหรืออื่นๆ ท่อพ่นแอสฟัลต์อาจประกอบด้วยท่อหลายท่อนต่อกัน มีหัวฉีดติดตั้งโดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดเท่ากัน หัวฉีดปรับทำมุมกับท่อพ่นแอสฟัลต์ได้และต้องมีอุปกรณ์ปิดเปิดได้ ท่อพ่นแอสฟัลต์ต้องเป็นแบบที่แอสฟัลต์หมุนเวียนผ่านได้ เมื่อใช้งานต้องมีความดันสม่ำเสมอตลอดความยาวของท่อและต้องปรับความสูงต่ำได้ การพ่นแอสฟัลต์สามารถปรับให้พ่นแอสฟัลต์ที่มีความกว้างต่างๆ กันได้

ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ ต้องเป็นแบบใช้หัวฉีดเคลื่อนตัวได้อิสระใช้พ่นแอสฟัลต์บนพื้นที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้

อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ประกอบด้วยล้อสำหรับวัดความเร็วต่อสายเชื่อมไปยังมาตรวัดความเร็วในแก๊งรถมาตรวัดความเร็วนี้ต้องบอกความเร็วเป็นเมตรต่อนาทีหรือฟุตต่อนาที 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 กระจับบรรจุหิน

5.2.3 สายพานลำเลียงหิน เป็นชนิดที่มีประตูปรับปริมาณการไหลของหินได้

5.2.4 เครื่องขับเคลื่อนสายพานลำเลียงหิน ซึ่งสามารถปรับความเร็วสายพานได้

5.2.5 ยุ่งโรยหิน (Spread Hopper) ที่ปากยุงด้านล่างปรับความกว้างได้ เพื่อให้สามารถปรับปริมาณและความสม่ำเสมอในการโรยหินได้อย่างถูกต้อง เครื่องโรยหินต้องมีความสามารถโรยหินได้แต่ละครั้งไม่น้อยกว่าความกว้างของแอสฟัลต์ที่ได้พ่นไว้แล้ว เครื่องโรยหินนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนใช้งาน และห้ามเทหินจากรถบรรทุกลงบนแอสฟัลต์ที่ลาดไว้แล้วโดยตรง

5.3 เครื่องเคลือบผิวหินย่อย

ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้คือ อุปกรณ์สำหรับป้อนหินตะแกรงร้อนหินที่สามารถคัดก้อนใหญ่หรือเล็กเกินไปและฝุ่นออกได้ หัวฉีดสำหรับพ่นสารที่ใช้เคลือบผิวถึงกวน หรืออุปกรณ์อื่นใดที่สามารถทำให้หินย่อยได้รับการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ สายพานลำเลียงและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

5.4 เครื่องล้างหินย่อย

ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ คือ อุปกรณ์สำหรับป้อนหินตะแกรงร้อนหินที่สามารถคัดก้อนใหญ่หรือเล็กเกินไปและฝุ่นออกได้ หัวฉีดน้ำที่สามารถล้างหินให้สะอาดได้ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น ทั้งนี้อาจนำเครื่องเคลือบผิว

หินย่อยมาใช้แทนก็ได้ โดยต้องเปลี่ยนใช้หัวฉีดน้ำที่เหมาะสมและหรือใช้ฉีดน้ำจากภายนอกช่วย โดยต้องสามารถล้างหินได้สะอาด ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

5.5 เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom)

อาจเป็นแบบลากแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็กในล่อนหวาย หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาดหรือกำจัดหินส่วนเกินออกก่อนการเปิดการจราจร

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
แอสฟัลต์อิมัลชัน ลิตรต่อตารางเมตร	1.2-3.3	0.9-2.3	0.5-1.5

- 6.2 ปริมาณของวัสดุตามตารางที่ 3 นี้ เป็นเพียงการแนะนำเท่านั้น ในการทำการก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซพริตเมนต์ ทุกครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างหินย่อยและแอสฟัลต์ชนิดที่ใช้ให้กรมโยธาธิการและผังเมือง ตรวจสอบและออกแบบ กำหนดปริมาณการใช้วัสดุต่อตารางเมตร ในกรณีที่ใช้คัทแบคแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ซีเมนต์ ต้องส่งตัวอย่างสารเคลือบผิวหินย่อยและสารผสมแอสฟัลต์มาด้วย
- 6.3 สำหรับผิวแบบเซอร์เฟซพริตเมนต์สองชั้น อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงปริมาณของแอสฟัลต์ที่ออกแบบไว้ตามความเหมาะสม กล่าวคือปริมาณแอสฟัลต์ลาดชั้นที่หนึ่งอาจลดปริมาณลงและปริมาณที่ลดลงนี้ให้นำไปเพิ่มในการลาดชั้นที่สอง
- 6.4 หากมีการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากแหล่งวัสดุหรือหินย่อยที่ใช้มีขนาดเปลี่ยนแปลงไปโดยมีความหนาเฉลี่ย (Average Least Dimension) ต่างไปจากที่กำหนดไว้ในการออกแบบ 0.3 มิลลิเมตรขึ้นไป หรือผู้รับจ้างขอเปลี่ยนประเภทและชนิดของแอสฟัลต์ที่ใช้ ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างหินย่อยและแอสฟัลต์ที่เปลี่ยนแปลง ให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบและออกแบบกำหนดปริมาณการใช้ต่อตารางเมตรใหม่ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน
- 6.5 การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุที่ทำผิวแบบเซอร์เฟซพริตเมนต์ทุกครั้ง หรือทุกสัญญาจ้าง ค่าใช้จ่ายในการนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 6.6 ในการออกแบบผิวเซอร์เฟซพริตเมนต์ ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้จะกำหนดไว้ เป็นมาตรฐานที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในการทำผิวเมื่อจะลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิต่างๆ ตามตารางที่ 1 จะต้องคำนวณแอสฟัลต์เป็นปริมาตรที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดโดยใช้ตารางที่ 4 สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์และคัทแบคแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีความถ่วงจำเพาะที่ 15 องศาเซลเซียสตั้งแต่ 0.966 ถึง 1.076 และตามตารางที่ 5 สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชัน การคำนวณปริมาตรของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาดที่อุณหภูมิต่างๆ คำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาตรหรืออัตราการลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิที่ใช้ลาด} = \frac{\text{ปริมาตรหรืออัตราการลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิ 15 }^{\circ}\text{C}}{\text{ค่าปรับปริมาตรที่อุณหภูมิที่ใช้ลาด}}$$

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 ค่าปรับปริมาตรแอสฟัลต์อิมัลชัน 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 ตรวจสอบปรับเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์

7.1.2.1 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ก่อนนำเครื่องพ่นแอสฟัลต์ไปใช้งาน จะต้องตรวจสอบและตรวจปรับอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเพื่อให้สามารถลาดแอสฟัลต์ได้ปริมาณที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ

7.1.2.2 เครื่องโรยหินก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้อง และตรวจปรับให้สามารถโรยหินย่อยได้ตามปริมาณที่กำหนดและสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ที่โรยหินย่อยนั้น

7.1.2.3 รถบดล้อยางก่อนจะนำไปใช้ ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องน้ำหนักรถและความดันลมยาง ให้ผู้ควบคุมงานกำหนดให้เหมาะสมกับงานก่อสร้าง

7.1.2.4 รถกระบะเท้ายก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องและจะต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะขนส่งหินย่อยไปใช้ในการก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ทำให้การโรยหินย่อยหยุดชะงักเมื่อได้ลาดแอสฟัลต์ไปแล้ว

7.1.2.5 เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้กำหนดไว้แล้ว หากจำเป็นต้องนำมาใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน โดยจะต้องตรวจสอบและตรวจปรับให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้งาน

7.1.3 การเตรียมพื้นทาง หรือผิวทางเดิม

7.1.3.1 กรณีพื้นทางหรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่นให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อจะต้องตัดหรือขุดออกแล้วซ่อมแบบสกินแพตชิง (Skin Patching) หรือแบบดีพแพตชิง (Deep Patching) แล้วแต่กรณี บดอัดให้แน่น มีผิวที่เรียบสม่ำเสมอ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ต้องเหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

7.1.3.2 กรณีพื้นทางที่ทำไพรมโคท (Prime Coat) หลุดหรือเสียหายต้องซ่อมแซมใหม่ให้เรียบร้อยตามวิธีการที่ผู้ควบคุมงานกำหนด แล้วทิ้งไว้จนครบกำหนดที่ต้องบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ซ่อมเสียก่อนจึงทำผิวทางได้

7.1.3.3 กรณีพื้นทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้นานมีผิวหลุดเสียหายเป็นพื้นที่ต่อเนื่องหรือมากเกินไปกว่าที่จะซ่อมตามข้อ 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 ทราบที่สาดทับไพรมโคทออกให้หมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่นต้องปรับอัตราเร็ว การหมุนและน้ำหนักกดที่ตกลงบนพื้นทางเดิมให้พอดี โดยไม่ทำให้พื้นทางหรือผิวทางเดิม เสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด

7.1.3.7 กรณีที่คราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งที่พื้นทาง หรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ ให้กำจัดคราบแข็งดังกล่าวออกเสียก่อน โดยการใช้เครื่องมือใดๆ ที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุม งานกำหนดหรือเห็นชอบแล้วขูดออกแล้วล้างให้สะอาดทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดและ ใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

7.1.4 การเคลือบผิวหรือการล้างหินย่อย

7.1.4.1 ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัทแบคแอสฟัลต์ การเคลือบผิวหินย่อยให้ปฏิบัติดังนี้

- (1) หินย่อย ต้องไม่มีความชื้นมากเกินไปจนทำให้เคลือบผิวได้ไม่ทั่วถึง ถ้าหินมีความชื้นมากเกินไป ผู้ควบคุมงานอาจใช้สารผสมแอสฟัลต์ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองได้ตรวจสอบและอนุญาต แล้วลงในสารเคลือบผิวหินย่อยด้วยปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยปริมาตรของสารเคลือบ ที่ใช้ทำให้เคลือบผิวได้ทั่วถึง
- (2) การเคลือบผิวให้ทำการเคลือบผิวหินย่อยโดยใช้เครื่องเคลือบผิวหินย่อยปริมาณ 4-10 ลิตร ต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและการดูดซึมของวัสดุหินย่อยและชนิดของสารที่ใช้เคลือบผิว
- (3) เครื่องเคลือบผิวหินย่อย จะร่อนคัดขนาดของหินย่อยแยกเอาฝุ่นและขนาดที่ไม่ต้องการออก แล้วนำส่วนที่เหลือมาเคลือบผิวให้ทั่วถึง ด้วยการใช้หัวฉีดพ่นสารเคลือบผิวลงบนหินย่อย การเคลือบผิวต้องเคลือบบางๆ ไม่ให้มีสารเคลือบผิวเยิ้ม
- (4) เมื่อเคลือบผิวหินย่อยเสร็จแล้วควรนำไปใช้งานทันที หากเก็บไว้นานจนสารเคลือบผิวแห้ง ต้องเคลือบผิวใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.1.4.2 ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์อิมัลชันไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างหินย่อยให้สะอาดโดยใช้เครื่องล้างหินย่อย ตามข้อ 5.4 หรือวิธีการอื่นใดที่เหมาะสม ซึ่งผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้วให้รับนำไปใช้โดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้นานแห้งหรือสกปรกต้องล้างใหม่

7.1.5 การใช้สารผสมแอสฟัลต์

สารผสมแอสฟัลต์ อาจใช้ผสมกับสารเคลือบผิวหินย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสมโดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ถ้าผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในแอสฟัลต์โดยตรง ควรผสมก่อนใช้งานเล็กน้อยแล้วทำให้แอสฟัลต์ ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประจํารถพ่นแอสฟัลต์ไหลเวียนผสมเข้ากันดี โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วจึงนำไปใช้งานทันที ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ ทิ้งไว้นานเพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นจะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์ และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบ ของผู้ควบคุมงาน

7.2 การก่อสร้าง

เมื่อได้ตรวจสอบ ตรวจสอบปรับเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ และเตรียมพื้นที่ที่จะก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว
ตามข้อ 7.1.2 และ 7.1.3 แล้ว ให้ดำเนินการก่อสร้างดังต่อไปนี้

7.2.1 การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) คือการลาดแอสฟัลต์ 1 ครั้ง และโรยหินย่อยทับหน้า 1 ครั้ง แล้วบดทับให้แน่นโดยดำเนินการดังต่อไปนี้

7.2.1.1 ใช้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ ลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1

7.2.1.2 เมื่อลาดแอสฟัลต์แล้วให้โรยหินย่อยปิดทับแอสฟัลต์ทันทีตามปริมาณที่กำหนด ถ้าในพื้นที่ บางส่วนไม่มีหินย่อยปิดทับหน้าหรือหินย่อยไม่เรียงก้อนสม่ำเสมอ ให้ใช้คนตักสาดหรือ เกลี่ยช่วยทันที จนหินย่อยเรียงก้อนติดกันแน่นสม่ำเสมอ

7.2.1.3 ในกรณีที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งละครั้งความกว้างของถนนในการลาดแอสฟัลต์ครั้งแรก การโรยหินย่อยให้โรยเว้นไว้ 100 หรือ 150 มิลลิเมตร เข้ามาจากขอบด้านในของแอสฟัลต์ ที่ลาดเพื่อแอสฟัลต์จากการลาดแอสฟัลต์ในอีกครั้งถนนที่เหลือเข้ามาซ้อนทับบนพื้นที่ ที่เว้นไว้นี้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ปริมาณแอสฟัลต์ที่ต้องการ และสม่ำเสมอทั่วพื้นที่

ในกรณีที่ใช้หัวฉีดชนิดพิเศษ ที่ริมท่อพ่นแอสฟัลต์ด้านนอกสุดซึ่งหัวฉีดชนิดพิเศษนี้จะทำให้ มีปริมาณแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาสม่ำเสมอเท่ากับปริมาณแอสฟัลต์ด้านในแล้ว ก็ให้โรยหินย่อย เติมความกว้างของพื้นที่ที่ลาดแอสฟัลต์ได้ แต่ทั้งนี้หัวฉีดชนิดพิเศษที่นำมาใช้เมื่อตรวจสอบ ความสม่ำเสมอของการลาดแอสฟัลต์ตามขวางและตามยาวถนนแล้วจะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ร้อยละ 17 และร้อยละ 15 ตามลำดับและผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้เสียก่อน

7.2.1.4 ขณะที่กำลังโรยหินย่อยปิดทับแอสฟัลต์ ให้ใช้รถบดล้อยางบดทับตามให้เต็มผิวหน้าทันที ประมาณ 2-3 เที่ยว

7.2.1.5 รถบดล้อยางที่ใช้ต้องมีจำนวนอย่างน้อย 2 คัน และหากในเวลา 1 ชั่วโมง ทำผิวทางได้เกิน 500 เมตร สำหรับ 1 ช่องจราจรแล้ว จะต้องเพิ่มรถบดล้อยางอีกไม่น้อยกว่า 1 คัน จำนวนรถบดล้อยางที่ เพิ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.2.1.6 หลังจากที่ใช้รถบดล้อยางบดทับเต็มหน้าผิวทางประมาณ 2-3 เที่ยวแล้ว ให้ใช้เครื่องเกลี่ยหินเกลี่ย หินย่อยที่เหลือค้างซ้อนกันอยู่ให้กระจายลงส่วนที่ขาด จนหินย่อยปิดทับผิวหน้าแอสฟัลต์ สม่ำเสมอ และต้องไม่ให้มีหินย่อยที่ติดแอสฟัลต์อยู่แล้วหลุดออกการเกลี่ยนี้ให้เกลี่ยเต็มหน้า ประมาณ 2 เที่ยว

7.2.1.7 ให้ใช้รถบดล้อยางบดทับต่อไปอีก จนกระทั่งหินย่อยฝังตัวลงไปเนื้อแอสฟัลต์เป็นอย่างดี 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 หากสามารถเบี่ยงการจราจรไม่ให้ผ่านพื้นที่ที่ ก่อสร้างผิวทางได้ แต่ถ้าไม่สามารถปิดการจราจรได้ก็ให้ควบคุมความเร็วของการจราจรที่ผ่าน ไม่ให้เกิน 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 สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชัน ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 10 ชั่วโมง

7.2.2.2.3 สำหรับคัทแบคแอสฟัลต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 18 ชั่วโมง

ทั้งนี้หมายถึง ภาวะอากาศปกติ เพื่อให้ น้ำมันหรือน้ำแล้วแต่ชนิดของแอสฟัลต์ระเหยออกไปเกือบหมด แต่ถ้ามีฝนตกหรือสภาวะอากาศที่มีความชื้นมาก อาจต้องทิ้งไว้เป็นนานกว่าที่ได้กำหนดไว้ข้างต้นก็ได้ โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

7.2.2.3 ก่อนที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งที่สอง ให้ทำความสะอาดผิวทางชั้นที่หนึ่งด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดหินย่อยที่หลุดหลวม หรือค้ำอยู่บนผิวทางชั้นที่หนึ่งออก แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด ในกรณีที่มีสิ่งสกปรกเกาะติดแน่นให้ล้างออกให้หมด แล้วจึงลาดแอสฟัลต์ตามอนุกรมที่กำหนดไว้ตามตารางที่ 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 สภาพอากาศ เครื่องจักร และหินย่อยที่ได้เตรียมไว้
- 8.3 ก่อนเริ่มลาดแอสฟัลต์ ให้จอดเครื่องพ่นแอสฟัลต์ห่างจากจุดเริ่มต้นแปลงที่จะลาดแอสฟัลต์พอประมาณ เพื่อให้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ทำความเร็วของการลาดแอสฟัลต์ได้ตามที่กำหนดไว้
- 8.4 ที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการลาดแอสฟัลต์แต่ละแปลง ให้ใช้กระดาษหนาหรือวัสดุที่บดใดๆ กว้างอย่างน้อย 500 มิลลิเมตร วางยาวตลอดความกว้างของการลาดแอสฟัลต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ลาดแอสฟัลต์ซ้า โดยต้องเริ่มและหยุดลาดแอสฟัลต์แปลงนั้นบนกระดาษ หรือวัสดุที่บดดังกล่าว เพื่อให้ได้รอยต่อการลาดแอสฟัลต์ที่เรียบร้อย ไม่มีแอสฟัลต์เลอะล้าไปในแปลงที่ได้ลาดแอสฟัลต์ไว้แล้ว
- 8.5 การลาดแอสฟัลต์ ไม่ควรลาดจนหมดถัง ควรเหลือแอสฟัลต์ในถังไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของความจุของถัง ทั้งนี้เพราะแอสฟัลต์ที่ออกจากเครื่องสูบล้อแอสฟัลต์จะมีปริมาณลดลง 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 เช่นตอนเย็น หรือค่ำ ห้ามเปิดการจราจรในขณะที่ฝนตก

9. ข้อควรระวัง

- 9.1 ในการใช้คัทแบคแอสฟัลต์ เนื่องจากคัทแบคแอสฟัลต์นั้นติดไฟได้ง่าย การปฏิบัติงานจะต้องระมัดระวัง มิให้เปลวไฟมาถูกได้ ทั้งในขณะตัมหรือขณะลาดคัทแบคแอสฟัลต์
- 9.2 การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชันแบบบรรจุถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นและขนลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรง เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้
- 9.3 การใช้แอสฟัลต์อิมัลชันแบบบรรจุถัง ก่อนถ่ายเทแอสฟัลต์อิมัลชันลงในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ควรล้างถังไปมา หรือกวาดให้เข้ากันเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันทั่วถัง หากใช้ไม่หมดถังควรปิดฝาให้แน่นเพื่อป้องกันน้ำในแอสฟัลต์อิมัลชันระเหยออกไป ทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวและหมดคุณภาพ การเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้
- 9.4 หลังการลาดแอสฟัลต์ประจำวัน ควรดูแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ออกให้หมดแล้วล้างเครื่องพ่นแอสฟัลต์ โดยเฉพาะที่ท่อพ่นแอสฟัลต์ การล้างควรใช้น้ำมันก๊าดหรือสารทำละลายใดๆ สูดผ่านท่อต่างๆ ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพื่อล้างส่วนที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด ทั้งนี้เพื่อป้องกันแอสฟัลต์เกาะติดแน่น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานต่อไป และช่วยป้องกันไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์อุดตันในแอสฟัลต์อิมัลชันบางชนิดก่ดทะเลาะเสียหายได้

9.5 ในการผสมน้ำมัน (Cutter) กับแอสฟัลต์ให้ดำเนินการตามรายละเอียดในข้อ 4.1.7 โดยเคร่งครัดเพื่อป้องกันอันตรายจากการลื่นไถล

10. เอกสารอ้างอิง

10.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยช. 226-2539: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

10.2 มาตรฐานกรมทางหลวงทล-ม 401/2533: มาตรฐานผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

2. นิยาม

“มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)” หมายถึง การฉาบผิวทางเดิมหรือทำผิวทางบนพื้นทางที่ได้ทำการไพรมโคท (Prime Coat) ไว้แล้วด้วยส่วนผสมของมวลรวมที่มีขนาดคละกันดี (Well Graded) กับแอสฟัลต์อิมัลชันและน้ำ รวมทั้งวัสดุชนิดละเอียด (Mineral Filler) เช่น ปูนซีเมนต์หรือปูนขาว และอาจใช้สารผสมเพิ่มเพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง การทำสลอรี่ซีลมีจุดประสงค์เพื่อบำรุงรักษาผิวทางเดิมหรือเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)
- 3.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: มาตรฐานแคตอ็อกนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน

4. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำสลอรี่ซีล ประกอบด้วย

- 4.1 วัสดุแอสฟัลต์อิมัลชันซึ่งได้แก่ CSS-1 หรือ CSS-1h ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371-2530: แคตอ็อกนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนนหรือแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดอื่นซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว
- 4.2 วัสดุสารผสมเพิ่ม (Additive) เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์เคลือบมวลรวมดียิ่งขึ้น ปริมาณที่จะใช้ต้องพอเหมาะเพื่อสามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ วัสดุสารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมือง
- 4.3 น้ำต้องใสสะอาดและปราศจากสิ่งเจือปนที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อวัสดุผสมสลอรี่ซีล
- 4.4 มวลรวม (Aggregate) ต้องเป็นหินใหม่ ถ้าจำเป็นอาจใช้หินไม่ผสมทราย แต่จะใช้ทรายได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด และทรายนั้นจะต้องมีค่าดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 1.25 มวลรวมนี้ต้องแข็ง คงทนสะอาด

ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อย่างอื่น ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

4.4.1 หินโม่หรือทรายจะต้องมีค่าสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ตาม มยพ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

4.4.2 หินโม่ ต้องมีค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง (Grade D)

4.4.3 มวลรวมที่จะนำไปผสมทำสเลอรีซีลต้องให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจคุณภาพและอนุมัติให้ใช้ได้ก่อน

4.4.4 มวลรวมต้องมีขนาดคละตามตารางที่ 1

4.5 วัสดุชนิดละเอียด (Mineral Filler) เป็นส่วนหนึ่งของส่วนผสมมวลรวมต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น และจะใช้เมื่อต้องการปรับปรุงความขึ้นเหลว (Workability) ของสเลอรีซีลหรือขนาดคละ (Gradation) ของมวลรวม เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว

5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ขนาดคละของมวลรวม โดยทดสอบตาม มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

6. การกองหินหรือทราย

การกองหินหรือทราย ให้กองไว้อย่างเป็นระเบียบ ต้องไม่เป็นบริเวณที่มีน้ำขัง ถ้าหากมีการผสมต้องทำการผสมกันให้ได้ส่วนคละอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอก่อนนำไปใช้ผสมเป็นสเลอรีซีล

ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ชนิดของสเลอรีซีล	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) ของแอสฟัลต์ โดยน้ำหนักของหินแห้ง	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 ซึ่งแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน ขนาดของมวลรวม และอัตราการใช้วัสดุ การจะกำหนดให้ฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม สิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์ของการทำงาน 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 เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีส่วนละเอียดมากพอที่จะซึมลงไปนรอยแตกได้ เหมาะที่จะใช้งาน ดังต่อไปนี้

- (1) ฉาบผิวทางเดิมที่ขรุขระปานกลาง เช่น ผิวเซอร์เฟสทรีตเมนต์ หรือเพนนีเทรชันแมคคาตัม
- (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 ซึ่งจะต้องมอบให้ผู้ควบคุมงานนำส่งให้กรมโยธาธิการและผังเมือง ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง 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 ในการออกแบบส่วนผสมนั้น จะต้องให้เหมาะสมกับสภาพและปริมาณการจราจร สภาพอากาศ การบ่ม และการใช้งาน

8.3 คุณสมบัติของสเลอรีซีลต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

8.3.1 ต้องไม่ชื้นหรือเหลวมากเกินไป มีค่าการไหล (Flow) อยู่ระหว่าง 20-30 มม.

8.3.2 ต้องมีระยะเริ่มก่อตัว (Initial Set) ไม่เกิน 12 ชั่วโมง

8.3.3 เวลาในการใช้ปัม (Cure Time) ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

8.3.4 ค่าเว็ทแทรคอะเบรชันลอส (Wet Track Abrasion Loss) ไม่มากกว่า 800 กรัมต่อ ตร.ม.

8.3.5 เวลาที่เปิดให้การจราจรผ่านได้ (Traffic Time) กำหนดให้เหมาะสมกับสภาพความจำเป็นในสนาม (รายละเอียดเพิ่มเติมข้อ 12)

8.4 ระหว่างทำการฉาบหรือปูสเลอรีซีล ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าส่วนผสมสเลอรีซีลที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม ให้ออกแบบส่วนผสมใหม่โดยดำเนินการตามข้อ 8.1, 8.2 และ 8.3

9. เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องมือและเครื่องจักรต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลและรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์ เครื่องมือหรือเครื่องจักรใดชำรุด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขก่อนนำไปใช้งาน

9.1 เครื่องจักรผสมสเลอรีซีล (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 เครื่องปัมแอสฟัลต์อิมัลชันและน้ำ

9.1.7 เครื่องผสม

9.1.8 เครื่องฉาบ

สำหรับเครื่องปัมแอสฟัลต์และเครื่องลำเลียงมวลรวมจะต้องมีมาตรแสดงปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำสเลอรีซีล

9.2 เครื่องผสม เครื่องผสมจะต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของสเลอรีซีลได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอนและต้องสามารถลำเลียงหิน น้ำและแอสฟัลต์อิมัลชันลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้องและสามารถถ่ายวัสดุผสมที่เข้ากันได้ดีแล้วลงสู่เครื่องฉาบได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน ทันทีที่จะลำเลียงหินลงสู่เครื่องผสม ต้องทำให้หินเปียกเสียก่อน เครื่องผสมจะต้องมีเครื่องลำเลียงวัสดุชนิดละเอียด และอุปกรณ์วัดปริมาณที่สามารถลำเลียงวัสดุชนิดละเอียดในอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ลงในถังผสมในตำแหน่งเดียวกับหินที่กำลังถูกลำเลียงลงสู่ถังผสม เครื่องผสมจะต้องติดตั้งเครื่องฉีดน้ำให้เป็นฝอยหรือละออง อยู่หน้าหน้าเครื่องฉาบที่สามารถฉีดน้ำทำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

9.3 เครื่องฉาบ (Spreader) เครื่องฉาบติดตั้งอยู่ด้านหลังของเครื่องผสม จะต้องสามารถปรับอัตราการปูได้ตามที่กำหนด ในมาตรฐาน ปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาบได้เรียบและสม่ำเสมอ

9.4 เครื่องกวาดฝุ่น ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่น และไม้กวาดมือ ซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทาง และรอยแตกได้

9.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาบด้วยมือ พลั่ว

9.6 เครื่องจักรที่ใช้ขับเคลื่อน ต้องเป็นรถดล้อย่างหนักประมาณ 5 ตัน ยางเรียบ ความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสกาล (3.5 กก. ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

10. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

ก่อนทำการก่อสร้างให้เจ้าหน้าที่ ที่รับผิดชอบดำเนินการ ดังนี้

10.1 พิจารณาตรวจสอบพื้นที่ที่จะก่อสร้าง และแก้ไขความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมมีความเสียหาย ไม่แข็งแรงพอ เป็นแห่งๆ ให้ทำดีพแพตชิง (Deep Patching) ถ้าระดับไม่ดี ให้ทำสกินแพตชิง (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 ในกรณีที่ผิวเดิมมีรอยแตก ขนาดกว้างที่เห็นว่าถ้าใช้น้ำล้างแล้ว 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 คู่มือเรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

11.4 ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้ เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

12. รายละเอียดเพิ่มเติม

12.1 การบ่ม

12.1.1 ให้อบมสเลอร์ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน ถ้ามีความจำเป็นอาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาด เพื่อให้รถยนต์ผ่านได้ เช่น ทางแยก ทางเชื่อม

12.1.2 ให้ตรวจสอบการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชันในสเลอร์ซีล โดยดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาล เป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนผิวสเลอร์ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏ ให้เปิดการจราจรได้โดยปกติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง ระยะเวลาในการบ่มจะกำหนด โดยกรมโยธาธิการและผังเมือง

12.2 การบดทับ

12.2.1 การก่อสร้างสเลอร์ซีล ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 ไม่จำเป็นต้องบดทับ สำหรับลานจอดรถและทางวิ่ง ทางขับของสนามบินต้องทำการบดทับ

12.2.2 การฉาบผิวชนิดที่ 4 ต้องบดทับ ขณะที่แอสฟัลต์กำลังแข็งตัว (ขณะบ่ม) โดยใช้รถบดล้อยางหนักประมาณ 5 ตันความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสกาลบดทับเต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เทียวด้วยความเร็ว 5-8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

13. ข้อควรระวัง

13.1 การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชัน ในกรณีเป็นถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นและลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรงมาก เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

13.2 ก่อนใช้แอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถัง ตั้งเก็บรอไว้นานๆ ควรลှ้าถึงไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสมสเลอร์ซีล ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันทั่วถึง

13.3 ทุกครั้งที่ทำการผสมสเลอร์ซีลเสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดแน่นในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานวันต่อไป

13.4 เมื่อเปิดถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นน้ำในถังจะระเหยได้ ซึ่งจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันหมดสภาพเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้

14. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอร์ซีล

14.1 ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมทั้งเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

14.2 เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสม และกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

- 14.3 การทำสลอรี่ซีลในสนาม ถ้าวัสดุมวลรวมหรือวัสดุผสมแอสฟัลต์ ผิดพลาดจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงหรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- 14.4 หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากวัสดุมวลรวมก็ดี หรือเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน
- 14.5 การทดสอบและตรวจสอบการออกแบบ การฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล ทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

15. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 232 - 2539: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

2. นิยาม

“งานผิวจราจรแบบเคพซีล” หมายถึง การก่อสร้างผิวทางสองชั้น ประกอบด้วยผิวทางชั้นแรกเป็นผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) แล้วปูทับด้วยสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) ลงบนผิวทาง หรือผิวไหล่ทางดังกล่าวอีกหนึ่งหรือสองชั้น ผิวทางชนิดนี้ใช้ทำเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2107 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)
- 3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57 : มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: มาตรฐานแคตอ็อกนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน

4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

4.1 วัสดุ

- 4.1.1 แอสฟัลต์ให้เป็นไปตาม มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) ข้อ 4.1.3 และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: แคตอ็อกนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนนหรือแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดอื่น ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว
- 4.1.2 หินย่อย ให้เป็นไปตาม มยพ. 2107 - 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.2 การกองวัสดุ

- 4.2.1 ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้ โดยไม่ปะปนกัน
- 4.2.2 ถ้าบริเวณที่กองหินย่อยไม่เรียบร้อย อันอาจทำให้มีวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์มาปะปน 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	น้ำหนักร้อยละ						
	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)
หินย่อยกิโลกรัมต่อตารางเมตร	16-22	12-18
แอสฟัลต์อีมีลชั้นลิตร์ต่อตารางเมตร	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 ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้ เพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นที่จะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์ และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อเสนอแนะของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

4.8 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ให้เป็นตาม มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) เครื่องโรยหินจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

4.9 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

การเตรียมการก่อนการก่อสร้างให้เป็นตาม มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.10 วิธีการก่อสร้าง

วิธีการก่อสร้างให้เป็นตาม มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.11 รายละเอียดเพิ่มเติม

รายละเอียดเพิ่มเติมให้เป็นตาม มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.12 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

5. ผิวทางชั้นที่สอง สเลอรีซีล (Slurry Seal)

5.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ให้เป็นไปตาม มยพ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรีซีล (Slurry Seal)

5.2 ขนาดของหินย่อย ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ขนาดของหินย่อย โดยทดสอบตาม มยพ. 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/ฉาบเป็นน้ำหนักของส่วนผสมสเลอรี ; กก./ตร.ม.	6.1-9.3	9.3-14.6

5.3 การกองหินย่อย หรือทราย

การกองหินย่อย หรือทราย ให้เป็นไปตาม มยพ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.4 ชนิดของสลอรี่ซีล

สำหรับงานผิวจราจรแบบเคพซีล ให้ใช้สลอรี่ซีล ชนิดที่ 2 หรือ ชนิดที่ 3 เท่านั้น

5.4.1 สลอรี่ซีล ชนิดที่ 2 ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยฉาบครั้งเดียวให้มีปริมาณส่วนผสมสลอรี่ซีลตามตารางที่ 3

5.4.2 สลอรี่ซีล ชนิดที่ 3 ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง ให้มีปริมาณส่วนผสมสลอรี่ซีลรวมทั้งหมด ตามตารางที่ 3

5.5 การออกแบบส่วนผสมสลอรี่ซีล

การออกแบบส่วนผสมสลอรี่ซีล ให้เป็นไปตาม มยพ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.6 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

5.6.1 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง ให้เป็นไปตาม มยพ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.6.2 เครื่องจักรที่ใช้บดทับต้องเป็นรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 10 ตัน แบบล้อยางผิวหน้าเรียบความดันลมยางประมาณ 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

5.7 การเตรียมการก่อสร้าง

การเตรียมการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยพ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

5.8 วิธีการก่อสร้าง

5.8.1 ลาดยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ลงบนผิวทางชั้นแรก ด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 0.6 ลิตรต่อตารางเมตร โดยวิธีฟ็อกสเปรย์ (Fog Spray) หลังจากนั้นจึงดำเนินการฉาบผิวสลอรี่ซีลต่อไป

5.8.2 ดำเนินการฉาบผิวสลอรี่ซีลทับบนผิวทางชั้นแรก สำหรับผิวทางชั้นแรกที่ก่อสร้างใหม่ การฉาบสลอรี่ซีลทับควรดำเนินการภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน และไม่มากกว่า 4 สัปดาห์ ฉะนั้นการลาดแอสฟัลต์อิมัลชันตามข้อ 5.8.1 ควรดำเนินการภายในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนฉาบผิวสลอรี่ซีล

5.8.3 ก่อนที่จะฉาบผิวสลอรี่ซีล ให้ทำความสะอาดผิวทางที่จะฉาบสลอรี่ซีลทับ ด้วยเครื่องกวาดฝุ่นและถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้าง เพื่อกำจัดวัสดุที่หลุดหลวม สิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด

5.8.4 ก่อนฉาบผิวสลอรี่ซีล ถ้าผิวทางที่จะฉาบทับนั้นแห้ง ให้พ่นน้ำลงไปเพียงบางๆ พอเปียกชื้นเท่านั้น อย่าให้มีน้ำขังบนผิวทางที่จะฉาบทับ

5.8.5 ส่วนผสมสลอรี่ซีล 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 เพิ่มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เทียบโดยเริ่มบดได้เมื่อไม่มีส่วนผสมสเลอรี่ซีลติดล้อรถบด แต่ต้องไม่ข้ามวันสำหรับการฉาบผิวสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 2 นั้นให้ดำเนินการฉาบผิวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องไม่นานเกิน 4 สัปดาห์ หลังจากฉาบผิวครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว การฉาบผิวครั้งที่ 2 นี้ปกติไม่ต้องบดทับ

5.9 รายละเอียดเพิ่มเติม

การบ่มให้บ่มผิวสเลอรี่ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน จนกว่าผิวสเลอรี่ซีลจะแตกตัวโดยสมบูรณ์แล้ว จึงเปิดให้การจราจรผ่านบริเวณที่มีความจำเป็นต้องให้การจราจรผ่านได้ก่อน เช่น ทางแยกทางเชื่อม ก็อาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดทับไว้

ให้ตรวจสอบการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชันในสเลอรี่ซีล โดยการดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง ระยะเวลาการบ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

5.10 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยพ. 2132 – 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) และมยพ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบเคพซีล

- 6.1 ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานการออกแบบส่วนผสมผิวแบบเคพซีลของผู้รับจ้างเองที่ใช้วัสดุชนิดและแหล่งเดียวกันกับที่เสนอขอใช้งานแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- 6.2 เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสมและกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

- 6.3 ในการทำผิวแบบเคพซีลในสนาม ถ้าวัสดุที่ใช้ผิดพลาดไปจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้น ไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง หรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด
- 6.4 หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสม เฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน
- 6.5 การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบผิวแบบเคพซีลทุกครั้ง หรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียม ตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 233 - 2539: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล(Cape Seal)

มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal)

2. นิยาม

“พาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal)” หมายถึง การฉาบผิวทางชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน (Para Asphalt Emulsion) มวลรวม (Aggregate) วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) และสารผสมเพิ่ม (Additive) มีลักษณะแข็งแรง ช่วยให้ผิวทางมีความคงทนสูง ลักษณะผิวหน้าไม่ลื่น ทนต่อการแปรเปลี่ยนของดินฟ้าอากาศและป้องกันน้ำซึม ในการก่อสร้างสามารถเปิดการจราจรได้รวดเร็ว จึงเหมาะสำหรับพื้นที่ก่อสร้างทั่วไปและย่านชุมชน โดยใช้สำหรับฉาบผิวทางและผิวไหล่ทาง แบ่งออกเป็น 3 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ซึ่งจะแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ขนาดผลของมวลรวม ปริมาณเนื้อยางที่ใช้และอัตราการใช้วัสดุ การที่กำหนดให้ฉาบผิวพาราสเลอรีซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม ปริมาณการจราจรและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน การฉาบผิวพาราสเลอรีซีลจะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามความต้องการ

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57 : ทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอสำหรับงานทาง (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบค่าสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)
- 3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 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

วัสดุที่ใช้ทำชั้นพาราสเลอรีซีลประกอบด้วย

- 4.1 แอสฟัลต์ คือพาราแอสฟัลต์อิมัลชันที่เป็น Polymer Modified Asphalt Emulsion ผลิตขึ้นมาจากแอสฟัลต์อิมัลชันชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ผสมกับยางธรรมชาติ (Nature Rubber) โดยมีคุณภาพตาม มอก. 2157: มอติฟายด์แอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับงานทาง
- 4.2 สารผสมเพิ่ม (Additives) ใช้เพื่อทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันเคลือบมวลรวมได้ดียิ่งขึ้น ปริมาณที่ใช้ต้องพอเหมาะเพื่อให้สามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ

สารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

- 4.3 น้ำ ต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสารที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของส่วนผสมพาราสเลอร์ซีลและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน
- 4.4 มวลรวม (Aggregate) ต้องเป็นหินไม่แข็ง คงทน สะอาด ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นใด อาจมีวัสดุผสมแทรกด้วยก็ได้
ในกรณีที่ไม้ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- 4.4.1 มีค่า Sand Equivalent เมื่อทดสอบตาม มยพ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
- 4.4.2 มีค่าความสึกหรอ เมื่อทดสอบตาม มยพ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) ไม่มากกว่าร้อยละ 35
- 4.4.3 มีค่าส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดสอบตาม มยพ. 2225 - 57: วิธีการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ไม่มากกว่าร้อยละ 9
- 4.5 วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) วัสดุผสมแทรก เช่นปูนซีเมนต์ ปูนขาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของมวลรวมต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น จะใช้เมื่อต้องการปรับปรุงความเสถียรในการทำงาน (Workability) หรือปรับปรุงขนาดคละ (Gradation)

5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบ

ขนาดคละของมวลรวม เมื่อทดสอบตาม มยพ. 2208 - 57: ทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณเนื้อยางแอสฟัลต์ และอัตราการฉาบพาราสเลอร์ซีล

ผ่านตะแกรงขนาด	ชนิดของพาราสเลอร์ซีล		
	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 ถ้าหากมีการผสมต้องทำการผสมกันให้ได้ส่วนคละอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอก่อนนำไปใช้ผสมเป็นพาราสเลอรีซีล

7. ชนิดของพาราสเลอรีซีล

7.1 มาตรฐานนี้ครอบคลุมพาราสเลอรีซีล 3 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานขนาดของมวลรวมและอัตราการใช้วัสดุ การจะกำหนดให้ฉาบผิวแบบพาราสเลอรีซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม สิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์ของการใช้งานซึ่งจะระบุในแบบก่อสร้าง

7.2 การฉาบผิวแบบพาราสเลอรีซีล จะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

7.2.1 พาราสเลอรีซีลชนิดที่ 1 เป็นชนิดที่สามารถแทรกซึมรอยแตกได้ดี ใช้สำหรับฉาบผิวทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- (1) ยารอยแตก
- (2) ฉาบเป็นผิวทาง กรณีต้องการปรับปรุง Texture ของผิวทางเดิมเล็กน้อย
- (3) ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

7.2.2 พาราสเลอรีซีลชนิดที่ 2 เป็นชนิดที่มีผิวหน้าหยาบกว่าชนิดที่ 1 ใช้สำหรับฉาบผิวทาง หรือผิวไหล่ทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- (1) เพิ่ม Skid Resistance ของผิวทางเดิม
- (2) ให้ผิวทางระบายน้ำออกไปได้รวดเร็ว
- (3) ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

7.2.3 พาราสเลอรีซีลชนิดที่ 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. ข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรีซีล

8.1 การออกแบบส่วนผสมนี้ ให้ใช้วิธีตาม The 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 ส่วนผสมพาราสเลอร์ซีล 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 ระหว่างการฉาบพาราสเลอร์ซีล ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าส่วนผสมของพาราสเลอร์ซีลที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม 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 การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบการฉาบผิวทางแบบพาราสเลอร์ซีลทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

9. เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี ตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์เครื่องจักรหรือเครื่องมือชิ้นนั้นไม่สามารถทำงานได้ผลตามต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ดีขึ้นก่อนนำไปใช้งาน

9.1 เครื่องจักรพาราสเลอรีซีล

เครื่องจักรพาราสเลอรีซีลต้องเป็นเครื่องจักรที่ขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ประกอบด้วย

- เครื่องผสม (Mixer)
- เครื่องฉีดน้ำ
- เครื่องฉาบ (Spreader)
- เครื่องปั๊มพาราเอสฟลด์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม
- สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม
- ถังใส่มวลรวม (Aggregate Bin)
- ถังใส่วัสดุผสมแทรก (Filler Bin)
- ถังใส่น้ำและใส่พาราเอสฟลด์อิมัลชัน
- ถังใส่สารผสมเพิ่ม (Additive Tank)
- อุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนผสมของวัสดุ

ส่วนประกอบของเครื่องจักรดังกล่าวข้างต้นสำหรับรายงานซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้

9.1.1 เครื่องผสม ต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของพาราสเลอรีซีลได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน มีเครื่องลำเลียงวัสดุต่างๆ พร้อมมาตรวัดปริมาณ สามารถลำเลียงมวลรวม วัสดุผสมแทรก น้ำ พาราเอสฟลด์อิมัลชัน และสารผสมเพิ่ม ลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง มวลรวมและวัสดุผสมแทรกถูกลำเลียงลงสู่ถังผสมในตำแหน่งเดียวกัน เครื่องผสมสามารถลำเลียงวัสดุที่ผสมเข้ากันได้ดีแล้วลงเครื่องฉาบได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน

9.1.2 เครื่องฉีดน้ำ ติดตั้งอยู่หน้าเครื่องฉาบ เช่น Fog Spray Bar สามารถฉีดน้ำให้เป็นฝอยหรือละอองใช้สำหรับฉีดน้ำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

9.1.3 เครื่องฉาบติดอยู่ทางด้านท้ายของเครื่องผสม ต้องสามารถปรับอัตราการฉาบได้ตามที่กำหนดปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาบได้เรียบและสม่ำเสมอ

9.1.4 เครื่องปั๊มพาราเอสฟลด์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรีซีล

9.1.5 สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรีซีล

9.2 เครื่องกวาดฝุ่นเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบลากที่ติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใด ซึ่งเป็นชนิดไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ไนลอน หวาย หรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างสะอาด อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่นและไม้กวาดมือซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทางและรอยแตกได้

9.3 เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนาหรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ให้กำลังลมแรง และมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

- 9.4 **เครื่องจักรบดทับ** ต้องเป็นรถบดล้อยางแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 5 ตัน ล้อยางต้องเป็นชนิดผิวหน้ายางเรียบ มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ ความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสกาล (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- 9.5 **อุปกรณ์อื่นๆ** ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาบด้วยมือ พลั่ว

10. การเตรียมการก่อสร้าง

ก่อนการทำการก่อสร้างให้ดำเนินการดังนี้

- 10.1 ให้กองมวลรวมให้เป็นระเบียบ โดยกองในบริเวณที่น้ำไม่ขังหรือบริเวณที่จะไม่ทำให้มวลรวมมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป ก่อนนำมวลรวมไปใช้งานจะต้องได้รับการตรวจสอบและได้รับการอนุญาตจากผู้ควบคุมงานก่อน
- 10.2 กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางแอสฟัลต์ให้ทำการตรวจสอบพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างและแก้ไข ความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมบางจุดมีความเสียหายหรือระดับไม่ดี ให้ทำ Deep Patching หรือ Skin Patching แล้วแต่กรณี
- 10.3 กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางคอนกรีต ให้ทำการตรวจสอบรอยต่อและรอยแตกต่างๆ แล้วทำการแก้ไขซ่อมแซมตามความเหมาะสม ทำความสะอาดให้เรียบร้อยแล้วทำการ Tack Coat ก่อนทำการฉาบผิวพาราสเลอร์ซีล
- 10.4 ตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องจักรและเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำออกใช้งานและผลิตส่วนผสมพาราสเลอร์ได้ตามที่ออกแบบไว้
- 10.5 ให้ทำการตรวจสอบและตรวจปรับมาตรฐานวัดต่าง ๆ เพื่อให้ใช้วัสดุได้ตามอัตราส่วนที่ต้องการ
- 10.6 ในกรณีที่จำเป็นต้องกวาดฝุ่น ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกจากผิวทางจนสะอาดถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้างด้วย
- 10.7 ต้องพิจารณาสภาพอากาศให้เหมาะสม ห้ามทำการฉาบผิวในระหว่างฝนตกและอุณหภูมิของอากาศขณะฉาบต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

11. การก่อสร้าง

วัสดุต่างๆ ที่จะนำมาผสมเป็นพาราสเลอร์ซีลต้องเป็นวัสดุที่ผ่านการทดสอบและมีคุณภาพใช้ได้แล้ว

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 พาราเอสเลอร์ซีลที่ผสมแล้วต้องสามารถกระจายได้อย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบ ต้องมีปริมาณมากพอ ตลอดเวลาเพื่อให้การฉาบ ฉาบได้เต็มความกว้างตามต้องการ

11.2 การฉาบ

11.2.1 ส่วนผสมพาราเอสเลอร์ซีลเมื่อฉาบบนผิวทางแล้วต้องมีส่วนผสมที่ถูกต้องตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

11.2.2 ส่วนผสมพาราเอสเลอร์ซีลต้องไม่จับกันเป็นก้อนหรือแตกตัวในเครื่องฉาบ ไม่มีมวลรวมใดที่ไม่ถูกเคลือบ ด้วยพาราเอสฟลด์อีมีลชัน ไม่เกิดการแยกตัวระหว่างพาราเอสฟลด์อีมีลชันและมวลรวมละเอียดออกจากมวลหยาบหรือมีมวลหยาบตกลงสู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกไปจากผิวทาง

11.2.3 ต้องไม่มีรอยครูดซึ่งอาจเกิดจากหินก้อนใหญ่เกินไปปรากฏให้เห็นบนผิวทางที่ฉาบเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวมก่อนนำมาผสม

11.2.4 กรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องฉาบทำการฉาบได้เนื่องจากสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

11.3 รอยต่อตามยาวหรือตามขวาง ต้องไม่เป็นสันนูนหรือมองเห็นชัดเจนว่าไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อยโดยวิธีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

11.4 การบดทับ

11.4.1 พาราเอสเลอร์ซีลชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ไม่ต้องทำการบดทับ

11.4.2 พาราเอสเลอร์ซีลชนิดที่ 3 อาจจะทำการบดทับหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน หากต้องทำการบดทับ ให้บดทับขณะที่ส่วนผสมกำลังแข็งตัว (ขณะบ่ม) โดยใช้รถบดล้อยางตามข้อ 9.4 บดทับด้วยความเร็วประมาณ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จำนวนไม่น้อยกว่า 5 เที่ยว

11.5 การบ่ม เมื่อฉาบผิวพาราเอสเลอร์ซีลเสร็จแล้ว ต้องปล่อยให้บ่มตัวระยะเวลาหนึ่งก่อนเปิดการจราจร การบ่มตัวจะนานเท่าไรให้ตรวจสอบการแตกตัวของพาราเอสฟลด์อีมีลชันในส่วนผสมพาราเอสเลอร์ซีล โดยดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำและปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถจะทำการตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนผิวพาราเอสเลอร์ซีล ถ้าไม่มีน้ำปรากฏบนผิวและผิวนั้นเป็นสีดำแล้วก็สามารถเปิดการจราจรได้ โดยปกติจะใช้เวลาบ่มไม่เกิน 2 ชั่วโมง ระหว่างการบ่มตัวถ้าจำเป็นต้องเปิดให้การจราจรผ่าน อาจใช้หินฝุ่นหรือทรายสาดปิดเพื่อให้รถยนต์ผ่านก็ได้

12. การอำนวยความสะดวกและการเปิดการจราจร

ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในระหว่างการก่อสร้าง โดยจัดหาติดตั้งอุปกรณ์ป้ายเครื่องหมายและสัญญาณจราจรเตือนล่วงหน้าเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ระยะเวลาที่จะเปิดการจราจรควรพิจารณาตามความจำเป็นในสนาม ควรเปิดการจราจรได้เมื่อบ่มตัวครบ 2 ชั่วโมงแล้ว ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดระยะเวลาในการเปิดการจราจรตามความเหมาะสม

13. ข้อควรระวัง

- 13.1 การขนส่งพาราแอสฟัลต์อิมัลชันในกรณีที่เป็นถังบรรจุ (drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นหรือลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุพาราแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง เพราะอาจทำให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้
- 13.2 ก่อนใช้พาราแอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถังเก็บไว้เป็นเวลานาน ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสมพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน ทั้งนี้เพื่อให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันอย่างทั่วถึง
- 13.3 ทุกครั้งที่ทำการผสมพาราแอสฟัลต์อิมัลชันเสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานในครั้งต่อไป
- 13.4 เมื่อเปิดถังบรรจุพาราแอสฟัลต์อิมัลชันออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นจะทำให้น้ำในถังระเหยได้ ซึ่งจะทำให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชันเสื่อมสภาพ

14. เอกสารอ้างอิง

- 14.1 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ม. 415/2546: วิธีการฉาบผิวทางแบบพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน (Para Slurry Seal)
- 14.2 มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มทข. 243 – 2555: งานฉาบผิวทางแบบพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน (Para Slurry Seal)

มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal)

2. นิยาม

“พาราเคพซีล (Para Cape Seal)” หมายถึง การก่อสร้างผิวทางสองชั้น ประกอบด้วยผิวทางชั้นแรกเป็นผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) แล้วปูทับด้วยพาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal) ลงบนผิวทางหรือผิวไหล่ทางดังกล่าวอีกหนึ่งหรือสองชั้น ผิวทางชนิดนี้ใช้ทำเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2107 - 57 : มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2132 - 57 : มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2136 - 57 มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)
- 3.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2142 - 57 : มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal)
- 3.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2208 - 57 : มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)
- 3.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอริกแอสปัลต์อิมัลชันสำหรับถนน

4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

4.1 วัสดุ

- 4.1.1 แอสฟัลต์ ให้เป็นไปตาม มยพ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) ตามข้อ 4.1.3 และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: แคตอริกแอสปัลต์อิมัลชันสำหรับถนน หรือแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดอื่น ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว
- 4.1.2 หินย่อย ให้เป็นไปตาม มยพ. 2107 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

4.2 การกองวัสดุ

- (1) ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้ โดยไม่ปะปนกัน
- (2) ถ้าบริเวณที่กองหินย่อยไม่เรียบร้อย อันอาจทำให้มีวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์มาปะปน 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

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ออกแบบในขั้นนี้ได้จากค่า 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
แอสฟัลต์อิมัลชัน (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 ห้ามตัมแอสฟัลต์ที่ผสมสารแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิต่ำสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้ เพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นที่จะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์และตัมที่อุณหภูมิต่ำที่ใช้งานทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อเสนอแนะของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ 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 พาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal)

5.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรีซีล (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

ชนิดของพาราสเลอรีซีล	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/ฉาบเป็นน้ำหนักของส่วนผสมสเลอรี ; กก./ตร.ม.	6.1-9.3	9.3-14.6

5.3 การกองหินย่อย หรือทราย

การกองหินย่อย หรือทราย ให้เป็นไปตาม มยพ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอร์ซีล (Para Slurry Seal)

5.4 ชนิดของพาราสเลอร์ซีล

สำหรับงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล ให้ใช้พาราสเลอร์ซีล ชนิดที่ 2 หรือ ชนิดที่ 3 เท่านั้น

5.4.1 พาราสเลอร์ซีล ชนิดที่ 2 ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยฉาบครั้งเดียวให้มีปริมาณส่วนผสมพาราสเลอร์ซีล ตามตารางที่ 3

5.4.2 พาราสเลอร์ซีล ชนิดที่ 3 ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง ให้มีปริมาณส่วนผสมพาราสเลอร์ซีลรวมทั้งหมด ตามตารางที่ 3

5.5 การออกแบบส่วนผสมพาราสเลอร์ซีล

การออกแบบส่วนผสมพาราสเลอร์ซีลให้เป็นไปตาม มยพ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอร์ซีล (Para Slurry Seal)

5.6 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

5.6.1 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยพ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอร์ซีล (Para Slurry Seal)

5.6.2 เครื่องจักรที่ใช้ในบดทับ ต้องเป็นรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 10 ตัน แบบล้อยางผิวหน้าเรียบ ความดันลมยางประมาณ 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

5.7 การเตรียมการก่อสร้าง

การเตรียมการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยพ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอร์ซีล (Para Slurry Seal)

5.8 วิธีการก่อสร้าง

5.8.1 ลาดยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ลงบนผิวทางชั้นแรก ด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 0.6 ลิตรต่อตารางเมตร โดยวิธีพ็อกสเปรย์ (Fog Spray) หลังจากนั้นจึงดำเนินการฉาบผิวพาราสเลอร์ซีลต่อไป

5.8.2 ดำเนินการฉาบผิวพาราสเลอร์ซีลทับบนผิวทางชั้นแรก สำหรับผิวทางชั้นแรกที่กำลังก่อสร้างใหม่ การฉาบพาราสเลอร์ซีลทับควรดำเนินการภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน และไม่มากกว่า 4 สัปดาห์ ฉะนั้นการลาดแอสฟัลต์อิมัลชันตามข้อ 5.8.1 ควรดำเนินการภายในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนฉาบผิวพาราสเลอร์ซีล

5.8.3 ก่อนที่จะฉาบผิวพาราสเลอร์ซีล ให้ทำความสะอาดผิวทางที่จะฉาบพาราสเลอร์ซีลทับ ด้วยเครื่องกวาดฝุ่น และถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้าง เพื่อกำจัดวัสดุที่หลุดหลวม สิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด

5.8.4 ก่อนฉาบผิวพาราสเลอร์ซีล ถ้าผิวทางที่จะฉาบทับนั้นแห้ง ให้พ่นน้ำลงไปเพียงบางๆ พอเปียกชื้นเท่านั้น อย่าให้น้ำขังบนผิวทางที่จะฉาบทับ

5.8.5 ส่วนผสมพาราสเลอร์ซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามที่ต้องการ

- 5.8.6 วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบและต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้ฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ
- 5.8.7 วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน หรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับพาราเอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างพาราเอสฟัลต์อิมัลชันกับส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง
- 5.8.8 ต้องไม่มีรอยขีดปรากฏให้เห็นบนผิวที่ฉาบพาราเอสเลอร์ซีลเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวม ก่อนนำมาผสม
- 5.8.9 ข้อกำหนดของรอยต่อ รอยต่อตามยาวควรจัดให้อยู่ตรงแนวเส้นแบ่งช่องจราจรและรอยต่อต้องไม่เป็นสันนูนเกินไป หรือมองเห็นชัดเจนดูไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน
- 5.8.10 ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน
- 5.8.11 ในการฉาบผิวพาราเอสเลอร์ซีล ชนิดที่ 2 ตามข้อ 5.4.1 หรือการฉาบผิวพาราเอสเลอร์ซีล ชนิดที่ 3 ครั้งที่ 1 ตามข้อ 5.4.2 ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองตามข้อ 5.6.2 เติมผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เทียวย โดยเริ่มบดได้เมื่อไม่มีส่วนผสมพาราเอสเลอร์ซีลติดล้อรถบด แต่ต้องไม่ข้ามวัน สำหรับการฉาบผิวพาราเอสเลอร์ซีล ชนิดที่ 3 ครั้งที่ 2 นั้น ให้ดำเนินการฉาบผิวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 4 สัปดาห์ หลังจากฉาบผิวครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว การฉาบผิวครั้งที่ 2 นี้ปกติไม่ต้องบดทับ

5.9 รายละเอียดเพิ่มเติม

การบ่มให้บ่มผิวพาราเอสเลอร์ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน จนกว่าผิวพาราเอสเลอร์ซีลจะแตกตัวโดยสมบูรณ์แล้ว จึงเปิดให้การจราจรผ่านบริเวณที่มีความจำเป็นต้องให้การจราจรผ่านได้ก่อน เช่น ทางแยก ทางเชื่อม ก็อาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดทับไว้

ให้ตรวจสอบการแตกตัวของพาราเอสฟัลต์อิมัลชันในพาราเอสเลอร์ซีล โดยการดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนพาราเอสเลอร์ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง ระยะเวลาการบ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

5.10 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal) และ มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราเอสเลอร์ซีล (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)

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) ตามวิธีพริกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

วิธี ข. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม.

(3/4 นิ้ว) ตามวิธีแอสโต ที่ 99 (AASHTO T 99)

วิธี ค. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4)

ตามวิธีพริกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

วิธี ง. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4)

ตามวิธีแอสโต ที่ 99 (AASHTO T 99)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใด ให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้ใช้วิธี 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) น้ำหนักรวมทั้งตุ้มคือ 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 หรืออาจใช้เครื่องมืออื่นที่สามารถขูดและตัวอย่างดินออกจากแบบก็ได้
- 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) สำหรับอบดินขึ้นให้แห้ง
- 3.6 **เหล็กปาดดิน (Straight Edge)** ทำด้วยเหล็กชุบแข็ง มีขอบเรียบยาวไม่น้อยกว่า 254 มม. (10 นิ้ว) มีขอบที่กลมมุมด้านหนึ่ง 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 ขนาดคือ 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 ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่างดินที่ละเอียดๆ ได้
- 3.9 **ถ้ำบรรจุดิน (Container)** ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่างการชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน
4. **การเตรียมตัวอย่าง**
- 4.1 ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบขึ้น ให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกัน โดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก
- 4.2 ในกรณีที่มีขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดโตกว่า 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 ในกรณีที่มีขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. ($3/4$ นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2
- 4.4 ในกรณีที่จะทำการทดสอบตามวิธี ค. หรือ ง. ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้น ส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป
- 4.5 ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดสอบวิธี ข. และ ง. ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง และหนักประมาณ 3,000 กรัม สำหรับการทดสอบวิธี 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 แต่งจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนักเมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินขึ้น 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 แล้วชั่งน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 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. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี ก. แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง
- 5.3 การทดสอบวิธี ค. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี ก. แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง
- 5.4 การทดสอบวิธี ง. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี ค. แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

6. การคำนวณ

6.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{WI - W2}{W2} \times 100$$

- เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง
 WI = น้ำหนักของดินขึ้น 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

- นำค่าความชื้นในดิน (W) และค่าความแน่นแห้งของดิน (γ_d) ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง
- เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้งประขังคว่ำ (Parabola Curve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้ง คือค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดินนั้น ตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้
- ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด
- ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด เป็นร้อยละ
- ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ. มยผ. 2201-57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

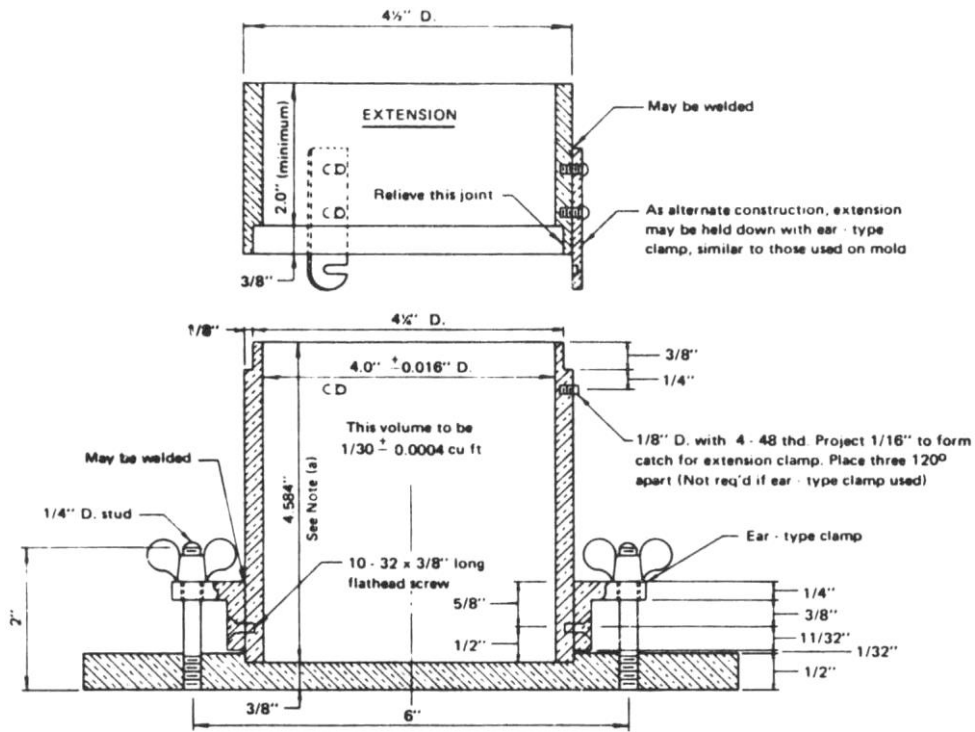
8. ข้อควรระวัง

- การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเพื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุดคือ เริ่มจากดินผึ่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มีมั่นคงแข็งแรง ราบเรียบขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา
- ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

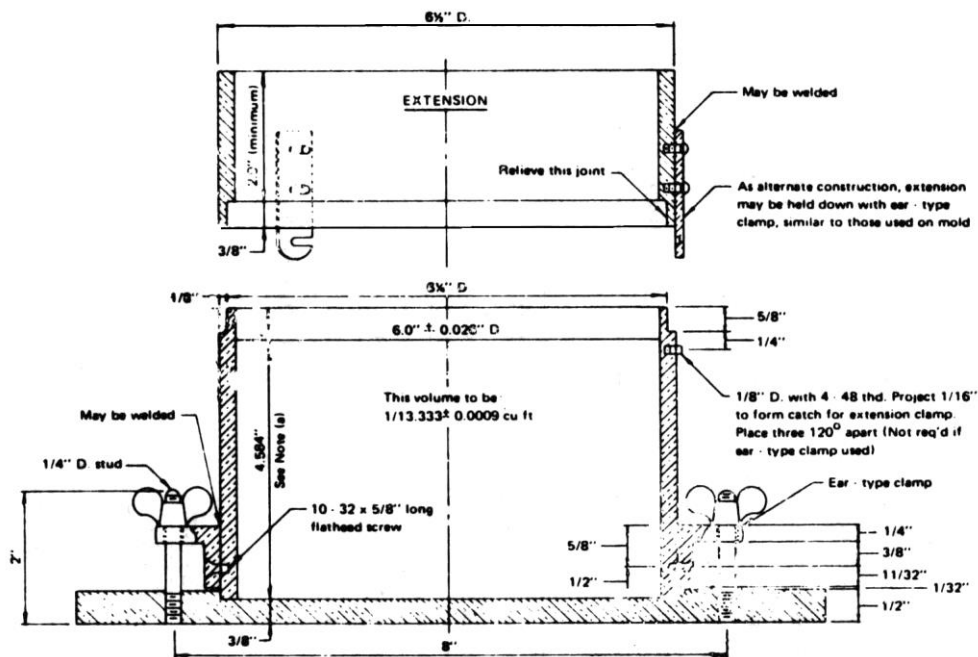
- 8.4 ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากฝั่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยางหรือใช้เครื่องบดจนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 8.5 ปริมาตรของแบบให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป
- 8.6 แบบที่ใช้งานแล้ว ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

9. เอกสารอ้างอิง

- 9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยช.(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 Soil Using 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/ft³ or 600 kN-m/m³)
-



รูปที่ 1 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว



รูปที่ 2 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว

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) ตามวิธีพร็อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (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) ตามวิธีพร็อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

วิธี ง. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีแอสโต ที 180 (AASHTO T 180)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใดให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้ใช้วิธี 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) เพื่อให้สามารถถอดดินให้สูง และมีปริมาตรตามต้องการ 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±0.005 นิ้ว) 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 ปลอกบังคับต้องมีระยะบายอากาศอย่างน้อย 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) สำหรับอบดินขึ้นให้แห้ง
- 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)** เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคลุกผสมดินให้เข้ากันได้แก่ ถาดใส่ดิน ช้อนตักดิน พลั่ว เกรียง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นเครื่องผสมดินที่ทำงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่งดินที่ละเอียดๆ ได้
- 3.9 **ตลับบรรจุดิน (Container)** ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่าง การชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน
4. **การเตรียมตัวอย่าง**
- 4.1 ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบขึ้นให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก
- 4.2 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. ($3/4$ นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้้ออกแล้ว แทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 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 ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออกให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควรจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนักเมื่อหักน้ำหนักของแบบออก 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 แล้วชั่งน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม
- 5.1.7 บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วนแล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2
- 5.1.8 ดำเนินการตามข้อ 5.1.2 ถึง 5.1.7 โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งจนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่า การเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบกลับลดลง
- 5.2 การทดสอบวิธี ข. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี ก. แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง
- 5.3 การทดสอบวิธี ค. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี ก. แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง
- 5.4 การทดสอบวิธี ง. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี 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 รูปประฆังคว่ำ (Parabola Curve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้งคือค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ของดินนั้น ตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้
- 7.3 ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด
- 7.4 ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) เป็นร้อยละ
- 7.5 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ.มยผ. 2202-57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

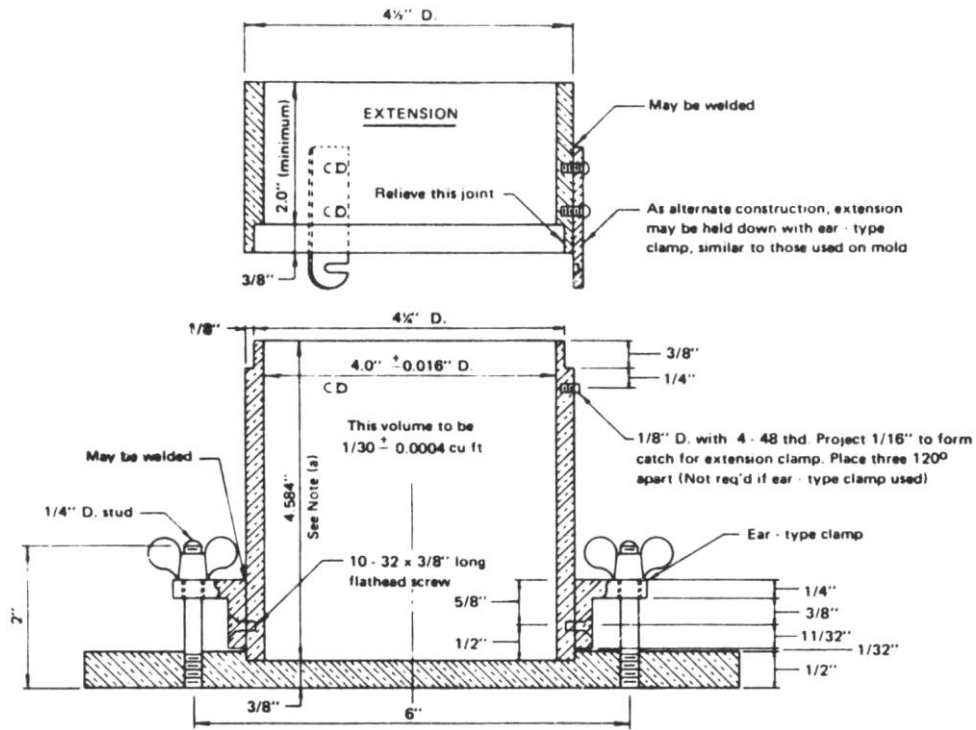
8. ข้อควรระวัง

- 8.1 การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดกันเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเผื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุด คือเริ่มจากดินฝั่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 8.2 ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มีมั่นคงแข็งแรง ราบเรียบ ขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา
- 8.3 ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

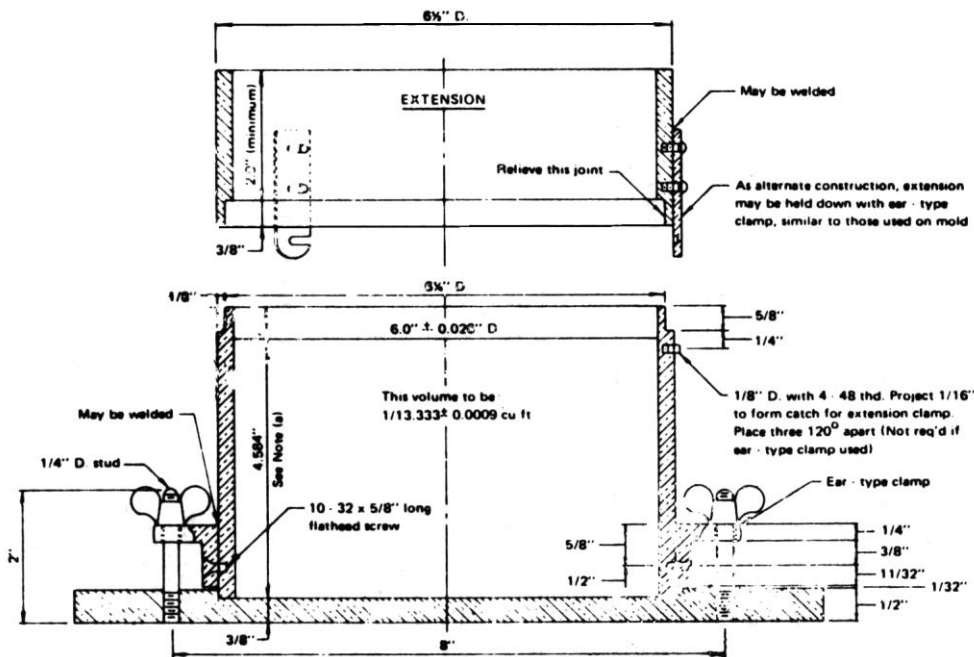
- 8.4 ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยาง หรือใช้เครื่องบดจนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 8.5 ปริมาตรของแบบ ให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบ ห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป
- 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/ft³ 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.....แผนที่.....	บพ.มยผ. 2202 - 57 (หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน ปริมาตรแบบ..... ซม. ³ <input type="checkbox"/> Mod. AASHTO หนักแบบ..... กก. <input type="checkbox"/> Mod. Proctor	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ..... ผู้ตรวจสอบ..... อนุมัติ.....			
DRY DENSITY gm./cc. MAXIMUM DRY DENSITY = gm./cc. OPT. MOISTURE CONTENT = %					
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:					

WATER CONTENT %

มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าเปรียบเทียบกับค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก (Bearing Value) กับวัสดุหินมาตรฐานเพื่อทดสอบวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) หินคลุกหรือวัสดุอื่นใด เมื่อทำการบดอัดวัสดุนั้น โดยใช้ตุ้มบดอัดในแบบ (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)

ถ้าไม่ระบุวิธีใดให้ใช้วิธี ก.

2. นิยาม

“มวลรวมดิน หินคลุก หรือวัสดุอื่นใด” หมายถึง วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร

“วัสดุหินมาตรฐาน” หมายถึง วัสดุหินคลุกบดอัดแน่นที่นำมาทดสอบหาค่ากำลังรับน้ำหนัก เพื่อกำหนดเป็นค่าหน่วยน้ำหนักมาตรฐาน สำหรับเปรียบเทียบค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก

3. มาตรฐานอ้างอิง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 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 ($5 \frac{5}{16}$ นิ้ว) มีความสูงขนาดต่างๆ

4.4 ตุ้มหนัก 4,537 กรัม (10 ปอนด์) และ 2,495 กรัม (5.5 ปอนด์)

- 4.5 เครื่องวัดการพองตัว ประกอบด้วย
- แผ่นวัดการพองตัว (Swell Plate)
 - สามขา (Tripod) สำหรับติดตั้งมาตรวัด (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 เครื่องชั่งแบบบาลานซ์ (Balance) มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 20 กก. ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กิโลกรัม
- 4.10 เครื่องชั่งแบบสเกล (Scale) หรือแบบบาลานซ์ มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 1,000 กรัม ชั่งได้ละเอียดถึง 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 กระจายกรองอย่างหยาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว)
5. การเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างได้แก่ ดิน หินคลุก หรือวัสดุมวลรวมดินหรือวัสดุอื่นใดที่ต้องการทดสอบ ให้เตรียมตัวอย่าง ดังนี้
- 5.1 วัสดุตัวอย่าง ก่อนจะนำมาทดสอบจะต้องปล่อยให้แห้ง (Air Dry) ในห้องปฏิบัติการ ทำการแบ่งสี่ (Quartering) แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้ว ส่วนที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้วให้ทิ้งไปและชดเชยด้วยดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้ว แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ด้วยจำนวนน้ำหนักเท่ากัน
- 5.2 หาปริมาณความชื้นที่ความแน่นสูงสุด โดยวิธีการทดสอบความแน่นสูงสุดตาม มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือ มยพ. 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 มยพ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยพ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) แล้วคลุกเคล้าตัวอย่างจนเข้ากันดี
- 6.4 ประกอบแบบเข้ากับฐานแบบและแท่งโลหะรอง ใช้กระดาษกรองปูทับบนแท่งโลหะรอง เพื่อป้องกันไม่ให้เกาะติดกับแผ่นเหล็ก
- 6.5 กระทุ้งดินอัดแน่นในแบบ จำนวน 3 ชั้น หรือ 5 ชั้น ตามวิธีการทดสอบความแน่นที่ปริมาณความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยพ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยพ. 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 ใช้เหล็กปาดปาดดินส่วนที่สูงเกินขอบแบบ พร้อมกับซ่อมแต่งผิวบนของดินตัวอย่างให้เรียบเสมอกับปากแบบ
- 6.7 ถอดฐานแบบและแท่งโลหะรองออก นำแบบและดินไปชั่งหาน้ำหนัก เพื่อจะนำไปหาความแน่นชื้น (Wet Density)
- 6.8 เอากระดาษกรองวางบนฐานแบบ เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเกาะแบบ ติดแผ่นเหล็กประกอบแบบที่มีดินอัดแน่นนี้เข้ากับฐานแบบ โดยให้ปากแบบด้านที่มีดินเสมอกว้างบนฐานแบบ และส่วนที่มีช่องว่างอยู่ด้านบน สำหรับการทดสอบแบบไม่แช่น้ำ ให้ทดสอบตาม ข้อ 6.9 ถึง 6.12
- 6.9 วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge) จำนวน 2 ชั้น สำหรับวัสดุพื้นทาง, วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชั้น สำหรับวัสดุคันทางทับบนดินตัวอย่างในแบบ
- 6.10 นำแบบเข้าเครื่องทดสอบ ซึ่งมีท่อนกดขนาดพื้นที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ประกอบติดอยู่ จัดให้ผิวหน้าของดินในแบบแตะสัมผัสกับท่อนกดดังกล่าว 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 เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องทดสอบ เก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 4.75 มม.หรือประมาณ 300 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 19.0 มม. แล้วนำไปหาความชื้นสำหรับการทดสอบแบบแช่น้ำให้ทำการทดสอบตาม ข้อ 6.13 ถึง 6.19 เพิ่มเติม
- 6.13 วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก จำนวน 2 ชั้น สำหรับวัสดุพื้นทาง, วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชั้น 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 เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องทดสอบ 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 สำหรับการเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. จำเป็นจะต้องทำการแก้เส้นกราฟ โดยเลื่อนจุดศูนย์ของค่าการจมตัว ในกรณีทีเส้นกราฟหงายเพื่อให้ได้ค่า 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

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

- 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)

$$\text{ค่าการพองตัวร้อยละ} = \frac{\text{ค่าการพองตัว (มม.)}}{\text{ความสูงของแท่งตัวอย่าง}}$$

$$\text{ค่าการพองตัว (มม.)} = \text{ผลต่างระหว่างการอ่านค่าที่มาตรวัดครั้งแรกและครั้งสุดท้าย}$$

7.5 คำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์.

ในการคำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์. ให้ใช้น้ำหนักมาตรฐาน (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

- ค่า ซี.บี.อาร์. ที่ความแน่นร้อยละ ของความแน่นแห้งสูงสุด (แบบสูงกว่ามาตรฐานหรือแบบมาตรฐาน) ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง
- ค่าความแน่นแห้ง ที่ให้ค่า ซี.บี.อาร์. ตามข้อ 8.1 ใช้ทศนิยม 3 ตำแหน่ง
- ค่าการพองตัว ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง
- ค่าอื่นๆ
- ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ.มยพ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

เกณฑ์การตัดสินให้เป็นไปตามมาตรฐานงานทาง และไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

10. ข้อควรระวัง

- สำหรับดินจำพวกดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากตากแห้งแล้วให้ทุบด้วยก้อนยาง จนได้ตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ในการใช้ตุ้มทำการบดอัด ให้วางแบบบนพื้นที่ยึดแน่น แข็งแรง ราบเรียบ เช่น พื้นคอนกรีต ไม่ให้แบบกระดกหรือกระดอนขึ้นขณะทำการบดอัด
- ในการทดสอบหาค่าการจมตัวโดยใช้เครื่องกดทดสอบแบบวงแหวน (Proving Ring) เป็นตัวอ่านน้ำหนัก และใช้มาตรวัดค่าการจมตัวติดที่โครง (Frame) ของเครื่องกดทดสอบ ต้องทำการแก้ค่าการจมตัว เนื่องจากการ

หัตถ์ของวงแหวน (Proving Ring) โดยหักค่าการหดตัวของวงแหวนออกจากค่าการจมตัว กรณีที่ติดมาตรวัดค่าการจมตัว (Penetration Dial) ที่ท่อนกไม่ต้องปฏิบัติตามความในข้อนี้

- 10.4 ในการเขียนกราฟระหว่างค่าน้ำหนักมาตรฐานและค่าการจมตัว จำเป็นจะต้องแก้จุดศูนย์ สำหรับเส้นกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งหงายขึ้น เนื่องจากความไม่ราบเรียบหรือเกิดจากการอ่อนยุบที่ผิวหน้าของตัวอย่าง เนื่องจากการแช่น้ำ 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. จะต้องมีความสูงกว่าค่า 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 อาจเพิ่มการบดอัดเป็นชั้นละ 75 ครั้ง หรือลดการบดอัดเป็นชั้นละ 8 ครั้ง เพื่อให้ได้ตัวอย่างมากขึ้นในการนำมาเขียนเส้นกราฟ ตามข้อ 6.21 ก็ได้ (หรือตามตัวอย่างการเขียนเส้นกราฟ (มยพ. 2203-57) ก็ได้)
- 10.7 ตุ่มที่ใช้ทำการบดอัดเพื่อเตรียมตัวอย่างเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. มี 2 ขนาด (ตามข้อ 4.4) ในการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. โดยวิธีการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐานให้ใช้ตุ่มขนาดเล็ก ส่วนการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. ตามวิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐานให้ใช้ตุ่มขนาดใหญ่

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	บพ.มยพ. 2203 - 57			ทะเบียนทดสอบ.....							
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)			ผู้ทดสอบ							
สถานที่ก่อสร้าง	แบบหมายเลข.....			ผู้ตรวจสอบ							
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง	น้ำหนักแบบ..... กก.										
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ปริมาตรแบบ..... ลบ.ชม.			อนุมัติ							
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....											
ความแน่นของวัสดุ		ก่อนแช่น้ำ			หลังแช่น้ำ						
น้ำหนักแบบ + วัสดุ	กรัม										
น้ำหนักแบบ	กรัม										
น้ำหนักวัสดุ	กรัม										
ความแน่นขึ้น	กรัม/ลบ.ชม.										
ความแน่นแห้ง	กรัม/ลบ.ชม.										
ปริมาณความชื้น		บน	กลาง	ล่าง							
ตลับหมายเลข											
น้ำหนักตลับ + วัสดุขึ้น	กรัม										
น้ำหนักตลับ + วัสดุแห้ง	กรัม										
น้ำหนักน้ำ	กรัม										
น้ำหนักตลับ	กรัม										
น้ำหนักวัสดุแห้ง	กรัม										
ความชื้นในวัสดุ	%										
ความชื้นในวัสดุเฉลี่ย	%										
การทดสอบหาค่าการจมตัว แผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge).....แผ่น.....กก. Proving Ring Us.....											
(PENETRATION TEST) พื้นที่หน้าตัดก่อนกด = 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./ชม. ²)	C.B.R. (%)
						0.63					
						1.27					
						1.90					
						2.54					
						3.17					
						3.81					
ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด					%	4.44					
ความชื้นของวัสดุ					%	5.08					
ปริมาณน้ำที่เพิ่มเข้าไป					ลบ.ชม.	6.35					
น้ำหนักวัสดุที่ร่อนผ่านตะแกรง					กรัม	7.62					
น้ำหนักวัสดุที่ค้างบนตะแกรง					กรัม	8.89					
ผลรวมของน้ำหนักวัสดุแห้ง					กรัม	10.16					
ผลรวมของน้ำหนักที่เพิ่มเข้าไป					กรัม	11.43					
						12.70					

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			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 PISTOLAREA =		pcs. =		Kg. cm. ²		PROVING RING No. 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 (บพ. มยพ. 2203 - 57)

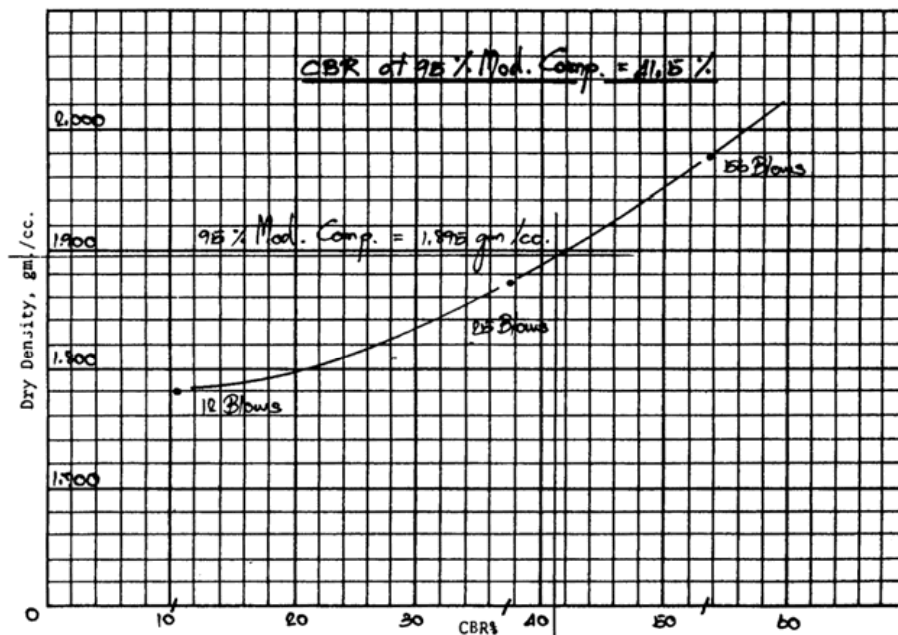
SUMMARY OF RESULTS

Type and No. of test C-443 (G-22).....
 Type of material Weathering Rock To be used for Subbase Layer.....
 Source บ่อสุววิทย อ.พแคว จ.สระบุรี Stock pile No.
 Location of sampling km. 43+150-43+295 Frontage Rd. RT.
 Tested by อวยพร ชัยฤทธิ์ 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. (มยพ. 2202 - 57) = 1.995 gm./cc.
 95%..... Mod Comp. (มยพ. 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%



มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางที่บดอัดในสนาม (In Place Density) ของวัสดุที่มีเม็ดไม่โตกว่า 50.8 มม. (2 นิ้ว) โดยใช้ทรายแทนที่เพื่อหาปริมาตร

2. นิยาม

“ทราย” หมายถึง ทรายออกตาวาที่มีเม็ดมีรูปร่างกลมขนาดเท่ากัน 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) ปากกรวยบานออกมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 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 ลูกบาศก์เซนติเมตร (0.01 ลบ.ฟ.) อาจดัดแปลงชุดเครื่องมือให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นได้แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งานแต่ละชนิด

3.2 ทราย ใช้ทรายออกตาวา (Ottawa Sand) หรือเตรียมจากทรายที่มีในท้องที่หรือวัสดุอื่นใดที่คล้ายทราย ต้องสะอาดแห้ง ไหลได้อย่างอิสระ (Free Flowing) ปราศจากเชื้อประสาน แข็ง กลม ไม่มีรอยแตก ไม่มีเหลี่ยมมุม ขนาดผ่านตะแกรงขนาด 0.85 มม. (เบอร์ 20) และค้างบนตะแกรงขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40) และมีความแน่นแบบบัพล์ (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 กระทะควั่วดิน เป็นต้น หรืออาจใช้ตู้อบไฟฟ้า ตู้อบน้ำมันก๊าดที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส เพื่อให้ดินตัวอย่างแห้ง สำหรับหาปริมาณความชื้นในดินได้
- 3.6 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น ช้อนตักดิน ตลับบรรจุดิน พร้อมฝาปิด ภาชนะสำหรับใส่ดิน เกรียง สิวค้อน 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 วิธีหาปริมาณความชื้น พร้อมกรวย จนถึงรูลินที่ปิด ดำเนินการ ดังนี้
- 4.1.1 ชั่งน้ำหนักขวดเปล่าพร้อมกรวย
- 4.1.2 ตั้งขวดเปล่าพร้อมกรวยบนพื้นที่ยึดแน่น เมื่อได้ระดับแล้วเปิดลิ้นไว้
- 4.1.3 ใส่ดินลงในกรวย จนกระทั่งระดับน้ำขึ้นท่วมกรวย และไม่มีฟองอากาศค้างอยู่ในขวด แล้วจึงปิดลิ้นให้สนิท และเทน้ำที่ล้นข้างบนออกให้หมด
- 4.1.4 ถ้าน้ำซึมออกตามบริเวณเกลียวปากขวด ให้ใช้ขี้ผึ้งหรือเทปป้องกันน้ำซึม
- 4.1.5 เช็ดน้ำที่ติดกรวย หรือข้างขวดให้แห้งแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักเมื่อน้ำเต็มขวด เมื่อนำน้ำหนักในข้อ 4.1.1 มาหักออกจะได้น้ำหนักน้ำเมื่อเต็มขวด ในกรณีที่ทำข้อ 4.1.4 ด้วยให้น้ำหนักแก้วสุญในข้อ 4.1.4 มาหักออกด้วย
- 4.1.6 วัดอุณหภูมิของน้ำในขวด
- 4.1.7 ให้ทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของน้ำเต็มขวด โดยแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 3 กรัม และอุณหภูมิของน้ำ เพื่อนำไปหาค่าความแน่นของน้ำตามตารางที่ 1
- 4.1.8 คำนวณหาปริมาณของขวด

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความแน่นของน้ำ

อุณหภูมิ		ปริมาตรของน้ำ ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก ลบ.ซม./กรัม (T)
องศาเซลเซียส	องศาฟาเรนไฮต์	
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 เกลียวต้องไม่ขยับในขณะที่ทดสอบ เพื่อให้ปริมาตรของขวดมีค่าคงที่ตลอดเวลาที่ทดสอบ

- 4.2 วิธีตรวจสอบความแน่นแบบบัลค์ของทราย (Bulk Density of Sand) ดำเนินการดังนี้
- 4.2.1 วางขวดเปล่าที่ประกอบเข้ากับกรวย ซึ่งได้ทำความสะอาดและซั่งเรียบร้อยแล้ว หายลงบนพื้นที่ราบมั่นคงและได้ระดับ ปิดล้นให้สนิทแล้วเททรายใส่ในกรวยจนเต็ม
 - 4.2.2 เปิดล้นให้ทรายไหลลงในขวด คอยเติมทรายในกรวย ไม่ให้น้อยกว่าครึ่งของกรวยอยู่ตลอดเวลา ต้องระวังไม่ให้ขวดและกรวยกระเทือน ซึ่งจะทำให้ค่าความแน่นของทรายผิดได้ เมื่อทรายเต็มขวดโดยหยุดไหลแล้ว ให้ปิดล้นเททรายที่เหลือในกรวยทิ้ง
 - 4.2.3 ซั่งน้ำหนักขวดพร้อมกรวยและทรายที่บรรจุอยู่เต็มขวด 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 แล้วซั่งน้ำหนักขวด พร้อมกรวยและทรายที่บรรจุอยู่เต็มขวด
 - 4.3.2 คั่วกรวยลงบนแผ่นฐาน ให้ปากกรวยตรงกับร่องของแผ่นฐาน โดยแผ่นฐานต้องวางอยู่บนพื้นที่ราบเรียบสะอาดและตรึงสนิทกับพื้น
 - 4.3.3 เปิดล้นให้ทรายไหลจนเต็มกรวยโดยไม่ให้ขวดทรายกระเทือน เมื่อทรายหยุดไหลแล้วจึงปิดล้น
 - 4.3.4 นำขวดทรายที่เหลือไปซั่งน้ำหนัก 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 เจาะดินตรงกลางแผ่นฐานเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางเท่าศูนย์กลางของแผ่นฐาน โดยเจาะเป็นแนวตั้ง ตลอดชั้นวัสดุที่ทดสอบหรือลึกประมาณ 10-15 ซม. แล้วแต่ชนิดของงาน แต่งหลุมให้เรียบร้อยเพื่อให้ทรายไหลลงแทนที่ได้สะดวก
 - 4.4.4 นำดินที่เจาะขึ้นมาทั้งหมดไปซั่งหาน้ำหนัก จะได้น้ำหนักของดินชั้น และภาชนะใส่ดิน เมื่อหักน้ำหนักภาชนะที่ใส่ดินออกแล้ว จะเหลือน้ำหนักรวมของดินชั้น
 - 4.4.5 คลุกดินที่เก็บจากหลุมในภาชนะใส่ดินให้ทั่ว แล้วเก็บใส่ตลับบรรจุดินอย่างน้อย 100 กรัม ปิดฝาตลับแล้วนำไปซั่งและอบให้แห้ง คำนวณหาปริมาณน้ำที่ผสมอยู่ในดินเป็นร้อยละของน้ำหนักดินที่อบแห้ง
 - 4.4.6 คั่วขวดที่บรรจุทรายอยู่เต็มพร้อมกรวยตามวิธีข้อ 4.3.1 และ 4.3.2 ซึ่งซั่งน้ำหนักไว้แล้วลงบนร่องของแผ่นฐาน เปิดล้นให้ทรายไหลจนเต็มหลุม โดยไม่ให้ขวดทรายกระเทือน เมื่อทรายหยุดไหลแล้วจึงปิดล้น นำขวดทรายที่เหลือไปซั่งน้ำหนัก เก็บทรายสะอาดเพื่อใช้งานต่อไป ส่วนทรายที่ซั่งหรือสกปรกให้นำไปทำความสะอาด นำน้ำหนักในตอนหลังหักออกจากรวมที่ซั่งได้ก่อนคั่วกรวย จะได้น้ำหนักของทรายที่ไหลออกไปจากขวด
 - 4.4.7 นำน้ำหนักที่ได้ในข้อ 4.3 ไปหักออกจากรวมของน้ำหนักของทรายที่ไหลออกไปจากขวดในข้อ 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

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

- 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 ความแน่นชั้นของดินที่ขุดออกจากหลุม

$$\gamma_w = \frac{P}{V}$$

- เมื่อ γ_w = ความแน่นชั้นของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
 P = น้ำหนักรวมของดินชั้นที่ขุดออกจากหลุม (กรัม)
 V = ปริมาตรของหลุม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

5.5 ความแน่นแห้งของดินที่ขุดออกจากหลุม

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + \frac{W}{100}}$$

- เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
 γ_w = ความแน่นชั้นของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

5.6 ร้อยละของการบดอัด

$$P_c = \frac{\gamma_d}{\gamma_m} \times 100$$

เมื่อ P_c = ร้อยละของการบดอัด

γ_d = ความแน่นแห้งของดินที่จุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

γ_m = ความแน่นแห้งสูงสุดของดินตัวอย่างชนิดเดียวกับดินที่จุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) ตามวิธีทดสอบ มยพ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือ มยพ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

6. การรายงานผล

- 6.1 ให้รายงานชื่อโครงการ สายทาง ชั้นของวัสดุ ชนิดของวัสดุ รายงานเจ้าหน้าที่ที่ทดสอบ วันเวลาที่ทดสอบความแน่นของทรายที่ทำได้ ตำแหน่งที่ทดสอบ ความหนาของชั้นต่างๆ ตามสัญญา และความหนาจริงในการก่อสร้างและรายละเอียดอื่นๆ
- 6.2 ค่าความแน่นของดินให้ใส่ทศนิยม 3 ตำแหน่ง และร้อยละของการบดอัดให้ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง
- 6.3 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ.มยพ. 2204 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

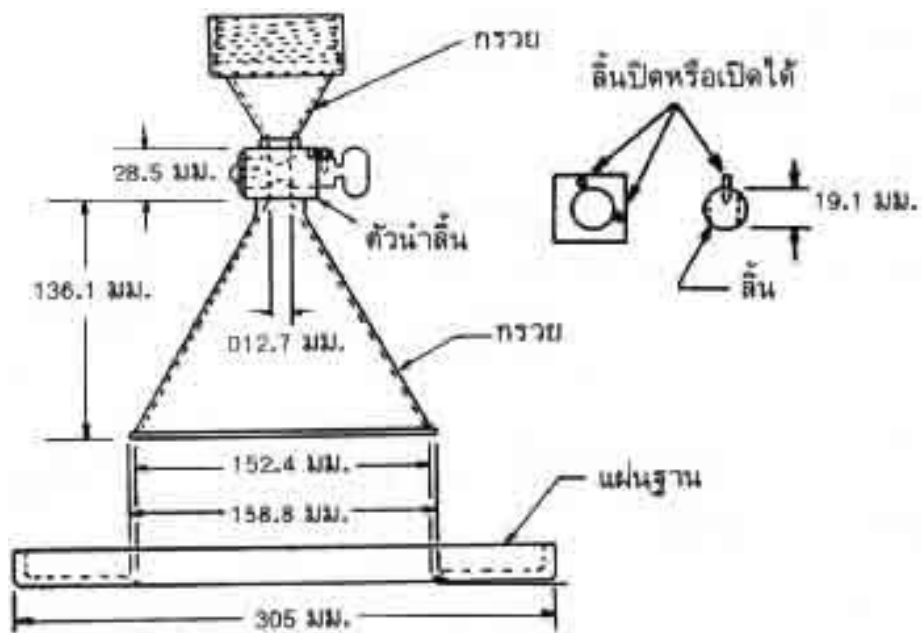
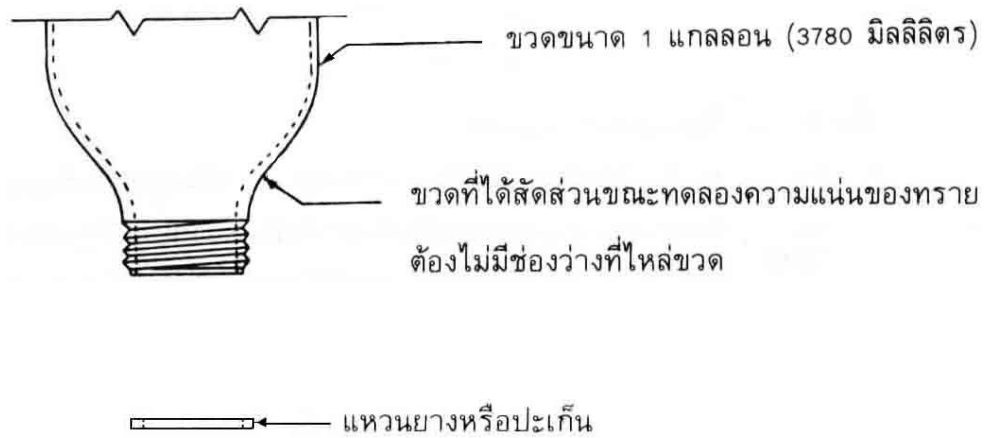
7. ข้อควรระวัง

- 7.1 แผ่นฐานที่วางบนพื้นทดสอบต้องตั้งให้แน่น
- 7.2 พื้นผิวที่ทดสอบควรราบเรียบได้ระดับ สะอาด
- 7.3 ขณะทดสอบต้องไม่ให้ขวดทรายกระเทือน
- 7.4 หาค่าความแน่นแบบบัลค์ของทราย อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- 7.5 ทรายที่ใช้ทดสอบต้องสะอาดและแห้ง
- 7.6 ต้องปิดลิ้นก่อนคว่ำขวดทรายทุกครั้ง
- 7.7 ในขณะที่ขนย้ายเครื่องมือให้อุ้มตัวขวดโดยตรง 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.....		บพ.มยผ. 2204 - 57					ทะเบียนทดสอบ.....			
สถานที่ก่อสร้าง.....							(หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม ความแน่นของทราย กรัม/ซม. ³ <input type="checkbox"/> Std. น้ำหนักทรายในกรวย กรัม <input type="checkbox"/> Mod. ความแน่นที่ต้องการ..... ร้อยละ			
ผู้รับจ้าง						ผู้ตรวจสอบ				
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....						อนุมัติ				
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....										
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 + วัสดุขึ้น (กรัม)									
	น.น.ภาชนะ (กรัม)									
	น.น.วัสดุขึ้น (กรัม)									
	ความแน่นของวัสดุขึ้น (กรัม/ซม. ³)									
	ตัวเลข									
	น.น.วัสดุขึ้น + 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..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้าง	บพ.มยผ. 2204 - 57						ทะเบียนทดสอบ.....		
	(หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม ความแน่นของทราย กรัม/ซม. ³ <input type="checkbox"/> Std. น้ำหนักทรายในกรวย กรัม <input type="checkbox"/> Mod. ความแน่นที่ต้องการ..... ร้อยละ						ผู้ทดสอบ		
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....							ผู้ตรวจสอบ		
							อนุมัติ		
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. OF SAND IN HOLE + FUNNEL	gm.								
WT. OF SAND IN HOLE	gm.								
VOLUME OF SAND	cc.								
WT. OF CONTAINER + WET SAMPLE	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									

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 ใบพายกวาดดิน (Spatula) ทำด้วยแผ่นโลหะบางไร้สนิม มีปลายมนขนาดยาวประมาณ 75 มม. (3 นิ้ว) กว้าง 19 มม. (3/4 นิ้ว)

3.3 เครื่องมือทดสอบ แบ่งเป็น 2 ชนิด

3.3.1 เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยมือ ประกอบด้วยถ้วยทองเหลืองและที่ยกถ้วย สร้างอย่างถูกต้องตามแบบ และขนาดตามรูปที่ 1 (ก)

3.3.2 เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยเครื่องกล เป็นเครื่องมือที่ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีความสูงในการยกถ้วยทองเหลืองและอัตราการตกกระทบพื้น ตามข้อกำหนดของการทดสอบนี้ ขนาดของถ้วยทองเหลืองและขนาดของส่วนที่สำคัญของเครื่อง ต้องสอดคล้องกับที่แสดงไว้ตามรูปที่ 1 (ก) และผลการทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยเครื่องกลนี้ ต้องเหมือนกับผลการทดสอบที่ทดสอบโดยใช้เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยมือ

3.4 เครื่องมือปาดร่องดิน (Grooving Tool) ต้องมีขนาดในส่วนที่สำคัญตามรูปที่ 1 (ข)

3.5 เครื่องวัดระยะ (Gage) ถ้าติดอยู่กับเครื่องมือปาดร่องดินต้องมีขนาดในส่วนที่สำคัญตามรูปที่ 1 (ข) ถ้าแยกส่วนกับเครื่องมือปาดร่องดินจะต้องมีลักษณะเป็นแท่งทำด้วยโลหะหนา 10.00 ± 0.02 มม. (0.394 ± 0.001 นิ้ว) และยาวประมาณ 50.8 มม. (2 นิ้ว)

3.6 ตลับบรรจุดิน (Container) ต้องมีขนาดพอเหมาะทำด้วยโลหะมีฝาปิด เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นขณะก่อนชั่ง และระหว่างชั่งหาน้ำหนัก

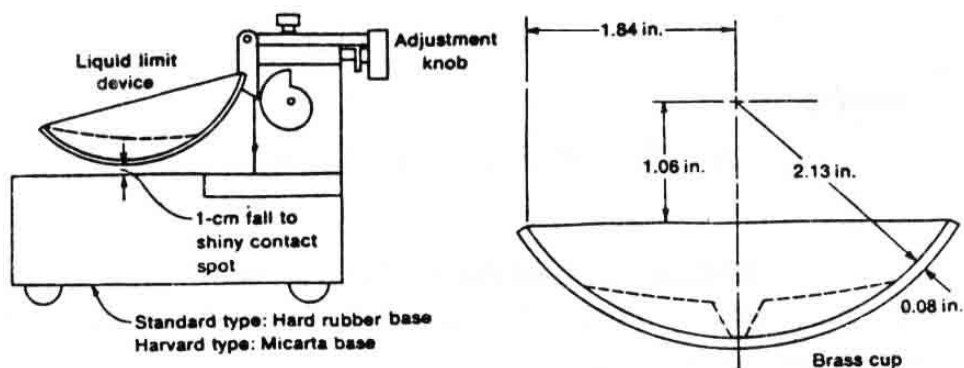
3.7 เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

3.8 ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส (230 ± 9 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลาที่ทำการอบดิน

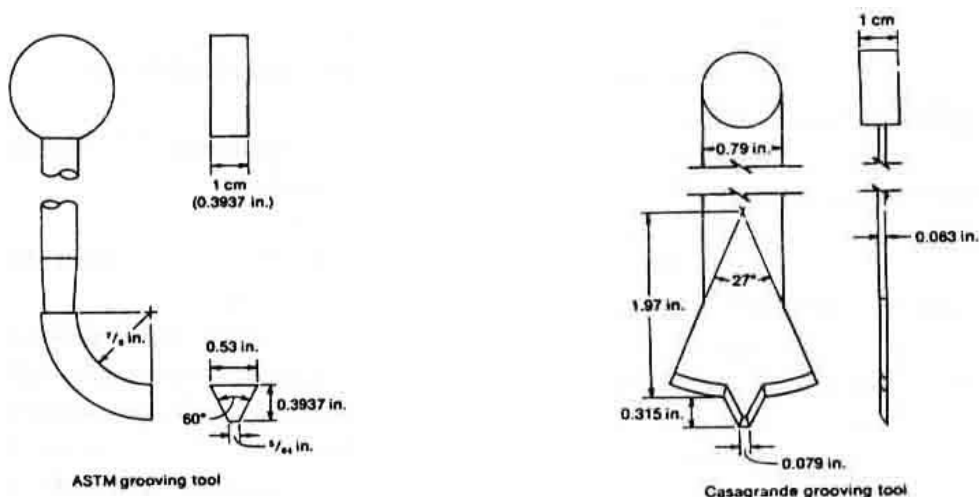
3.9 ถ้วยตวงน้ำ สำหรับตวงน้ำ เพื่อผสมลงในดิน

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 ส่วนที่ค้ำบนตะแกรงให้ทิ้งไปและเอาดินส่วนที่ร่อนผ่านมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 อีกครั้งหนึ่งโดยใช้เวลาร่อนไม่น้อยกว่า 5 นาที
- 4.4 ดินที่ค้ำบนตะแกรงเบอร์ 40 ให้ทิ้งไป ส่วนดินที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 คือ ดินที่จะนำไปใช้ทดสอบต่อไป

5. การทดสอบ

ก่อนทำการทดสอบทุกครั้งให้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทดสอบทั้งหมดว่าอยู่ในสภาพที่ดี มีขนาดถูกต้องตรงตามข้อกำหนด ตามรูปที่ 1 เสียก่อน และตรวจดูถ้วยทองเหลืองของเครื่องทดสอบขีดจำกัดเหลวว่ายกได้สูง 1 ซม. แล้วสามารถกระทบพื้นได้อย่างอิสระหรือไม่ 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 แล้วทิ้งไว้ประมาณ 50-60 นาที เพื่อให้ดินชุ่มน้ำตลอดทั่วถึงกัน
- 5.3 แบ่งดินส่วนหนึ่ง จำนวนพอควร ใส่ลงในถ้วยทองเหลืองของเครื่องมือทดสอบขีดเหลว บริเวณเหนือก้นถ้วยทองเหลืองที่อยู่บนฐาน ใช้พายกวนดินปาดแต่งให้ได้ระดับ และไม่ให้มีฟองอากาศในเนื้อดิน และให้เนื้อดินที่ก้นถ้วยทองเหลืองหนาประมาณ 1 ซม. พยายามปาดแต่งให้น้อยที่สุด ดินส่วนที่เหลือตักออกใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบอย่างเดิม
- 5.4 จับถ้วยทองเหลืองให้แน่น แล้วใช้เครื่องมือปาดร่องดิน ปาดดินให้เป็นร่องตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของถ้วยทองเหลือง โดยลากตัดไปมาจนร่องที่ได้สะอาดและเหลี่ยมมุมคม ขนาดของร่องต้องถูกต้อง เพื่อไม่ให้ร่องดินฉีกขาดหรือดินในถ้วยทองเหลืองเลื่อนไหล ให้ค่อย ๆ ลากเครื่องมือปาดร่องดินไปมาโดยเพิ่มความลึกลงในเนื้อดินทีละน้อย แต่ต้องไม่ปาดไปมาเกิน 6 ครั้ง โดยครั้งสุดท้ายเครื่องมือปาดร่องดินจะขีดผิวของก้นถ้วยทองเหลืองพอดี
- 5.5 หมุนเคาะถ้วยทองเหลืองด้วยอัตราเร็ว 2 ครั้งต่อวินาที จนดินสองข้างของร่องเลื่อนมาชนกันที่ก้นถ้วยทองเหลืองยาวประมาณ 12.7 มม. (0.5 นิ้ว) บันทึกจำนวนครั้งที่เคาะไว้ การทดสอบในข้อ 5.3 ถึง 5.5 นี้ต้องใช้เวลามากไม่เกิน 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 ในกรณีที่มีผสมดินเหลวไป ให้เกลี่ยดินออกเป็นชั้นบางๆ แล้วผึ่งลมไว้ชั่วคราวจนดินแห้งตามต้องการ อย่าทิ้งไว้ให้แห้งจนแข็ง ห้ามใช้วิธีเอาดินแห้งผสมเพิ่มลงไปดินเหลว

6. การคำนวณ

คำนวณปริมาณน้ำที่ผสมอยู่ในดินเป็นร้อยละของน้ำหนักต่อน้ำหนักดินอบแห้ง ดังนี้

$$\text{ความชื้นเป็นร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{\text{น้ำหนักของดินอบแห้ง}} \times 100$$

7. การรายงานผล

- 7.1 เขียนโฟลว์เคิร์ฟ (Flow Curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในเนื้อดินและจำนวนครั้งของการหมุนเคาะ ในการทดสอบลงบนกระดาษกราฟกึ่งลอการิทึม (Semi-Logarithmic Graph) โดยให้แกนตั้งแสดงค่าความชื้นในเนื้อดินเป็นร้อยละและจำนวนครั้งที่เคาะอยู่บนแกนนอน ซึ่งเป็นมาตราลอการิทึม (Logarithmic) โพลว์เคิร์ฟ ควรเป็นเส้นตรงที่ลากผ่านหรือใกล้จุดที่ได้บนกระดาษกราฟ มากจุดที่สุด
- 7.2 ค่าขีดเหลว คือ ความชื้นเป็นร้อยละ (Percentage of Moisture) ตรงจุดที่โฟลว์เคิร์ฟมีจำนวนครั้งที่หมุนเคาะ เท่ากับ 25 ครั้ง
- 7.3 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ.มยผ. 2205 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.) โดยใช้ศนิยมจำนวน 2 ตำแหน่ง

8. ข้อควรระวัง

- 8.1 ในดินบางชนิดที่มีค่า “ดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index : P.I.)” ต่ำ การเคลื่อนตัวของดินมาชนกัน ในถ้วยทองเหลืองขณะทดสอบ อาจมีลักษณะชนกันเฉยๆ ไม่เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถใช้ใบพายกวาดดินเปียก ให้แยกออกจากกันได้ ต้องเติมน้ำลงผสมในเนื้อดิน แล้วทำการทดสอบใหม่
- 8.2 การเตรียมตัวอย่างดิน ก่อนการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ต้องบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันให้หมดโดยไม่ทำให้ เม็ดดินแตกและไม่อบตัวอย่างดินเกินอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
- 8.3 เมื่อสิ้นสุดการเคาะดินแต่ละการทดสอบ ให้รีบเก็บตัวอย่างดินแล้วชั่งเพื่อหาความชื้นทันที เพราะน้ำในดินจะ ระเหยทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อนได้
- 8.4 ห้ามผสมดินในถ้วยทองเหลืองของเครื่องมือทดสอบขีดเหลว ให้ผสมในถ้วยกระเบื้องเคลือบเท่านั้น
- 8.5 ในขณะที่ทำการทดสอบให้วางเครื่องทดสอบบนพื้นที่มีน้ำหนักแข็งแรง และจับยึดเครื่องมือทดสอบไม่ให้เคลื่อนที่ขณะ หมุนเคาะถ้วยทองเหลือง
- 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

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. (3/4 นิ้ว)
- 3.3 พื้นผิวเรียบสำหรับคลึงดิน อาจใช้แผ่นกระจกเรียบหรือแผ่นวัสดุพื้นผิวเรียบไม่ดูดซึมน้ำในขณะคลึงตัวอย่างดิน
- 3.4 ตลับบรรจุดินต้องมีขนาดพอเหมาะทำด้วยโลหะมีฝาปิด เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นขณะก่อนชั่งและระหว่างชั่งน้ำหนัก
- 3.5 เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
- 3.6 ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส (230 ± 9 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลาที่ทำการอบดิน
- 3.7 ตะแกรงร่อนดินขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) และขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40)

4. การเตรียมตัวอย่าง

ดำเนินการตามวิธีการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลวตาม บพ.มยพ. 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 ให้กดดินด้วยแรงพอสมควรจนดินมีลักษณะเป็นเส้นยาวและมีเส้นผ่านศูนย์กลางสม่ำเสมอจนตลอดเส้นด้วยอัตราการคลึงไปมาระหว่าง 80-90 เที้ยวต่อนาที โดยถือว่าการคลึงไปและกลับเป็นหนึ่งเที้ยว
- 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 แล้วนำไปชั่งบนตีกน้ำหนักไว้แล้วเอาไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส (230 ± 9 องศาฟาเรนไฮต์) จนแห้ง นำไปชั่งใหม่บนตีกน้ำหนักดินแห้งไว้ 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 แล้วคลึงต่อไปโดยไม่ทำให้เส้นดินขึ้นเล็กลง 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

$$\text{ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (P.I.)} = \text{ค่าขีดเหลว (L.L.)} - \text{ขีดพลาสติก (P.L.)}$$

7. การรายงานผล

ให้รายงานเป็นค่าขีดพลาสติก และค่าดัชนีความเป็นพลาสติก นอกจากดินมีสภาพต่อไปนี้

- 7.1 ให้รายงานค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นนอน-พลาสติก (Non-Plastic) เมื่อไม่สามารถวัดค่าขีดเหลว หรือขีดพลาสติก
- 7.2 เมื่อค่าขีดพลาสติกเท่ากับหรือมากกว่าค่าขีดเหลว ให้รายงานค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นนอน-พลาสติก
- 7.3 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ. มยพ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.) โดยใช้ทศนิยมจำนวน 2 ตำแหน่ง

8. ข้อควรระวัง

- 8.1 ในการคลึงให้ดินเป็นรูปลักษณะแท่งกลมยาว ให้คลึงด้วยแรงกดและอัตราเร็วสม่ำเสมอและคงที่ ห้ามเร่งเพื่อให้ดินแตก
- 8.2 เมื่อคลึงดินแตกแล้ว ให้รีบชั่งน้ำหนักทันที ก่อนที่น้ำจะระเหยหายไป
- 8.3 ดินที่มีค่าดัชนีความเป็นพลาสติกต่ำ ให้แต่งดินเป็นแท่งยาวก่อนคลึงและน้ำหนักนิ้วที่กดขณะคลึงต้องเบา และให้คอยซับน้ำที่เริ่มออกจากตัวอย่างดินมาติดแผ่นผิวเรียบ
- 8.4 ตัวอย่างดินที่มีทรายปนมากอาจเป็นพวกนอน-พลาสติกให้ทดลองหาค่าขีดพลาสติกก่อนเพื่อประหยัดเวลา

9. เอกสารอ้างอิง

- 9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.6-2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (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
-

มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาคคุณสมบัติต่างๆ 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

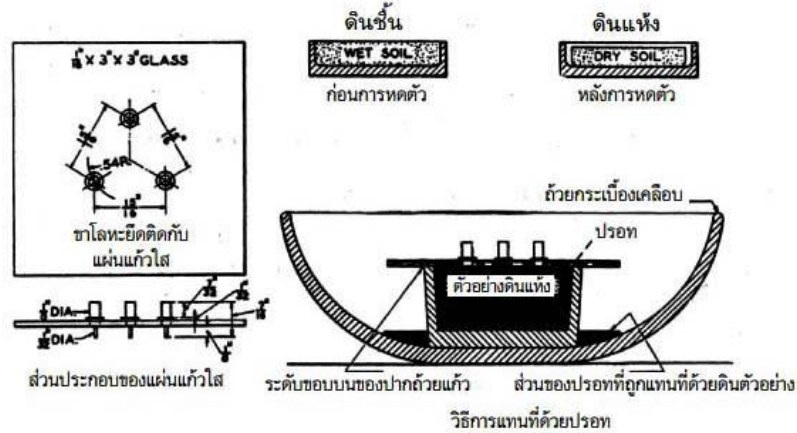
“ค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร” หมายถึง ค่าปริมาตรของมวลดินที่ลดลง เมื่อความชื้นลดลงจากร้อยละของความชื้นที่ทำให้จนถึงขีดหดตัว

“ค่าการหดตัวเชิงเส้น” หมายถึง ค่าการหดตัวของมิติใดมิติหนึ่งของมวลดิน เมื่อความชื้นในดินนั้นลดลงจากร้อยละของความชื้นที่ทำให้จนถึงค่าขีดหดตัว

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

- 3.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
 - 3.1.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับผสมดินหรือถ้วยในลักษณะเดียวกันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 115 มม. (4 1/2 นิ้ว)
 - 3.1.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 มม. (6 นิ้ว)
- 3.2 ใบพายกวาดดิน (Spatula) ใบพายกวาดดินหรือใบมีดบาง 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 พรอท (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

เตรียมโดยนำตัวอย่างดินมาผ่านตะแกรง ขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40) คลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วแบ่งดินประมาณ 30 กรัม มาใช้ทดสอบ

5. การทดสอบ

5.1 ผสมตัวอย่างดินในถ้วยกระเบื้องเคลือบ สำหรับผสมดินด้วยน้ำให้ทั่วถึงด้วยปริมาณน้ำที่เพียงพอที่จะแทนที่ช่องว่าง (Void) ระหว่างเม็ดดินทั้งหมดได้และเหลวพอที่จะบรรจุลงในภาชนะกระเบื้องเคลือบ โดยปราศจากฟองอากาศ จำนวนน้ำที่ต้องผสมดินร่วนเพื่อให้เหลวตามต้องการนั้น จะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าขีดเหลว (Liquid Limit) และจำนวนน้ำที่ต้องใส่ผสมกับดินเหนียว เพื่อให้เหลวตามต้องการอาจมากกว่าค่าขีดเหลวถึงร้อยละ 10

5.2 ทาด้านในของภาชนะกระเบื้องเคลือบ ด้วยขี้ผึ้งหรือน้ำมันหล่อลื่นเพียงบางๆ เพื่อป้องกันมิให้ดินติดภาชนะใส่ดินที่ผสมน้ำแล้วประมาณ 1/3 ของปริมาตรของภาชนะลงกลางภาชนะและค่อยๆ เคาะภาชนะบนพื้นที่ราบเรียบรองด้วยกระดาษซับหลาย ๆ ชั้นหรือวัสดุที่คล้ายกันจนดินไหลไปชนด้านข้างของภาชนะ ใส่ดินจำนวนเท่าๆ กับครั้งแรกลงในภาชนะอีก และคาะจนดินแน่นและฟองอากาศลอยขึ้นมาบนผิวจนหมดแล้วเติมดินจำนวนมากกว่คราก่อนเล็กน้อยลงในภาชนะและคาะจนดินเต็ม และล้นขอบภาชนะเล็กน้อยปาดดินที่ล้นออกด้วยเหล็กปาดและเช็ดดินที่ติดอยู่ข้างๆ ภาชนะออกให้หมด

- 5.3 ชั่งภาชนะที่มีดินบรรจุอยู่เต็มทันทีและบันทึกไว้ เป็นค่าน้ำหนักของภาชนะและดินขึ้น ปล่อยให้ตัวอย่างดินในภาชนะแห้งที่อุณหภูมิของห้องทดสอบ จนกระทั่งสีของตัวอย่างดินจางลงแล้วอบในตู้อบด้วยอุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส (230 ± 9 องศาฟาเรนไฮต์) จนแห้ง แล้วชั่งและบันทึกไว้เป็นน้ำหนักของภาชนะและดินแห้ง หรือน้ำหนักของภาชนะเปล่าและบันทึกไว้ สำหรับปริมาตรของภาชนะหาได้โดยใส่ปรอทลงในภาชนะจนล้น แล้วเอาปรอทส่วนที่เกินออกโดยกดแผ่นกระจกเรียบบนปากภาชนะจนสนิท วัดปริมาตรปรอทที่อยู่ในภาชนะโดยเทลงในกระบอกตวงบันทึกปริมาตรภาชนะไว้ซึ่งเป็นปริมาตรของตัวอย่างดินขึ้น (V)
- 5.4 หาปริมาตรของดินอบแห้งได้โดยให้ดินอบแห้งแทนที่ปรอทในถ้วยแก้วที่บรรจุปรอทอยู่เต็ม (ดูรูปที่ 1) ดังนี้ ใส่ปรอทในถ้วยแก้วจนเต็มล้น และให้เอาปรอทส่วนเกินออกโดยการกดแผ่นแก้วใสที่มีชาโลหะ 3 ขา อยู่ด้านบนปากถ้วยแก้วให้สนิท และขีดปรอทที่ติดข้างถ้วยแก้วออกให้หมด วางถ้วยแก้วที่บรรจุปรอทเต็มนี้ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ แล้ววางตัวอย่างดินอบแห้งบนผิวปรอท และกดให้ตัวอย่างดินจมลงในปรอทด้วยความระมัดระวังด้วยแผ่นแก้วใสที่มีชาโลหะ 3 ขา จนกระทั่งแผ่นแก้วใสกดสนิทขอบปากแก้ว ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ใต้ตัวอย่างดิน หาปริมาตรของปรอทที่ถูกแทนที่ด้วยตัวอย่างดิน โดยใช้กระบอกตวงปรอทที่ล้นออกมาแล้วบันทึกปริมาตรไว้ ซึ่งเป็นปริมาตรของดินอบแห้ง (V_o)

6. การคำนวณ

- 6.1 คำนวณหาจำนวนความชื้น (Water Content) ขณะใส่ดินลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นร้อยละของน้ำหนักดินอบแห้งได้จากสูตร

$$w = \frac{W - W_o}{W_o} \times 100$$

- เมื่อ w = จำนวนความชื้นเป็นร้อยละขณะใส่ดินลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ
- W = น้ำหนักของดินขึ้น หาได้โดยหักน้ำหนักภาชนะกระเบื้องเคลือบออกจากน้ำหนักภาชนะและดินที่บรรจุอยู่เต็มภาชนะ หน่วยเป็นกรัม
- W_o = น้ำหนักของดินแห้ง หาได้โดยหักน้ำหนักภาชนะกระเบื้องเคลือบออกจากน้ำหนักภาชนะและดินขึ้นอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

- 6.2 คำนวณหาค่าขีดหดตัว : ได้จากสูตร

$$S = w \left\{ \frac{(V - V_o)}{W_o} \gamma_{water} \times 100 \right\}$$

- เมื่อ S = ขีดหดตัว
- w = จำนวนความชื้นเป็นร้อยละ จากข้อ 6.1
- V = ปริมาตรของดินขึ้น หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร
- V_o = ปริมาตรของดินแห้ง หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร
- γ_{water} = น้ำหนักของน้ำต่อหน่วยปริมาตร หน่วยเป็นกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- W_o = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

6.3 คำนวณหาอัตราส่วนการหดตัว : (R) ได้จากสูตร

$$R = \frac{W_o}{V_o \times \gamma_{water}}$$

เมื่อ R = อัตราส่วนการหดตัว

W_o = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

V_o = ปริมาตรของดินแห้ง หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

γ_{water} = น้ำหนักของน้ำต่อหน่วยปริมาตร หน่วยเป็นกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

6.4 คำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร : (V_c)

$$V_c = (w - S)R$$

เมื่อ V_c = การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร

w = จำนวนความแน่นขึ้นเป็นร้อยละของดินในสภาพใดสภาพหนึ่ง

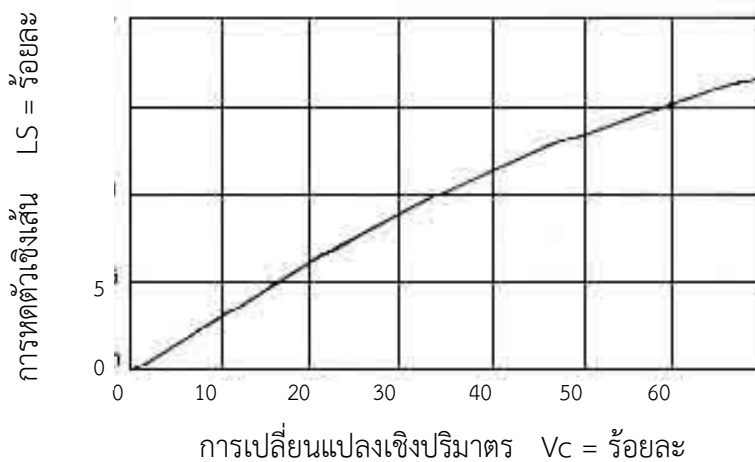
S = ค่าขีดจำกัดการหดตัว

R = อัตราส่วนการหดตัว

6.5 คำนวณหาค่าการหดตัวเชิงเส้น : (LS) ได้จากสูตร

$$LS = 100 \left[1 - \sqrt[3]{\frac{100}{V_c + 100}} \right]$$

หรือหาได้จากเส้นกราฟ ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_c และ LS

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ. 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.
-

มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาการกระจายของขนาดเม็ดดิน (Particle Size Distribution) ทั้งชนิดเม็ดละเอียดและหยาบ โดยให้ผ่านตะแกรงจากขนาดใหญ่ จนถึงขนาดเล็กที่มีขนาดช่องผ่าน 0.075 มม. (เบอร์ 200) แล้วเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่ผ่านหรือค้างตะแกรงขนาดต่างๆ 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) ช่องผ่านต้องเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดช่องผ่านต่างๆ ได้ขนาดตามต้องการ พร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง
- 3.2 เครื่องชั่งแบบบาลานซ์ (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 ถ้าตัวอย่างไม่มีส่วนละเอียดอาจแบ่งขณะที่ตัวอย่างแห้งอยู่ก็ได้ ถ้ามีส่วนละเอียด จับเป็นก้อนใหญ่หรือมีส่วนละเอียดจับกันเองเป็นก้อน ต้องทำให้ส่วนละเอียดหลุดออกจากก้อนใหญ่ โดยให้ทุบแยกดินออกเป็นเม็ดอิสระด้วยค้อนยาง แต่ต้องระวังอย่าให้แรงมากจนเม็ดดินแตก

4.2 การเตรียมตัวอย่างโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง

นำตัวอย่างที่มีส่วนละเอียดจับกันเป็นก้อนไปแยกออกจากกันโดยใช้ค้อนยางทุบแล้วนำตัวอย่างไปอบให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส (230 ± 9 องศาฟาเรนไฮต์) เพื่อหาน้ำหนักตัวอย่างแห้ง นำตัวอย่างใส่ภาชนะ

สำหรับใช้ล้างตัวอย่าง โดยใช้ น้ำยาล้างส่วนละเอียด ซึ่งเตรียมได้จากการละลายผลึกโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต ซึ่งทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Hexameta Phosphate Buffered with Sodium Carbonate) 45.7 กรัม ละลายในน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนผสมกันให้ทั่วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 4 ชม. แล้วนำไปแช่ประมาณ 10 นาที ขณะแช่ระวังอย่าให้น้ำกระดกออกจากภาชนะ เทตัวอย่างดินในภาชนะลงบนตะแกรงเบอร์ 200 ถ้าหากมีตัวอย่างขนาดใหญ่ป็นอยู่มาก 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 นำตัวอย่างไปแช่ในตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ การแช่นี้ต้องให้ตะแกรงเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและแนวตั้ง รวมทั้งมีแรงกระแทกขณะแช่ด้วย แช่นานจนกระทั่งตัวอย่างผ่านตะแกรงแต่ละชนิดใน 1 นาทีไม่เกินร้อยละ 1 ของตัวอย่างในตะแกรงนั้น หรือใช้เวลาแช่นานทั้งหมดประมาณ 15 นาที เมื่อแช่เสร็จแล้ว ถ้ามีตัวอย่างก้อนใหญ่กว่าตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องไม่มีก้อนตัวอย่างซ้อนกันในตะแกรง และตัวอย่างที่มีเม็ดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องมีตัวอย่างค้ำบนตะแกรงแต่ละขนาดไม่เกิน 6 กรัม ต่อ 1,000 ตร.มม. หรือไม่เกิน 200 กรัม สำหรับตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8 นิ้ว) นำตัวอย่างที่ค้ำบนตะแกรงแต่ละขนาดของตะแกรงไปชั่ง

6. การคำนวณ

6.1 หาน้ำหนักที่ค้ำ (Weight Retained) บนตะแกรงแต่ละขนาด โดยชั่งน้ำหนักของตัวอย่างดินที่ค้ำบนแต่ละตะแกรงและน้ำหนักที่หายไป เมื่อเอาน้ำหนักของตัวอย่างในทุกตะแกรงรวมกันแล้ว หักออกจากน้ำหนัก

ตัวอย่างอบแห้งทั้งหมดซึ่งใช้ทดสอบ จะได้น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 รวมกับน้ำหนักที่ค้างบนถาดรอง (Pan)

- 6.2 ให้น้ำหนักที่ผ่าน (Weight Passing) ตะแกรงแต่ละขนาด โดยคิดจากบรรทัดล่างของช่องน้ำหนักที่ค้างขึ้นไป (ดูแบบฟอร์ม) ให้น้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนถาดรองเป็นน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 และให้น้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงถัดขึ้นไปรวมกับน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เป็นน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงถัดขึ้นไปให้ดำเนินการดังที่กล่าวมาแล้วนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงในบรรทัดบนสุด ซึ่งจะได้เท่ากับน้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ
- 6.3 คำนวณหาร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก (Percentage Passing) ได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาด}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ}} \times 100$$

7. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ โดยน้ำหนักด้วยทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามแบบฟอร์มที่ บพ. มยพ. 2208.1 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

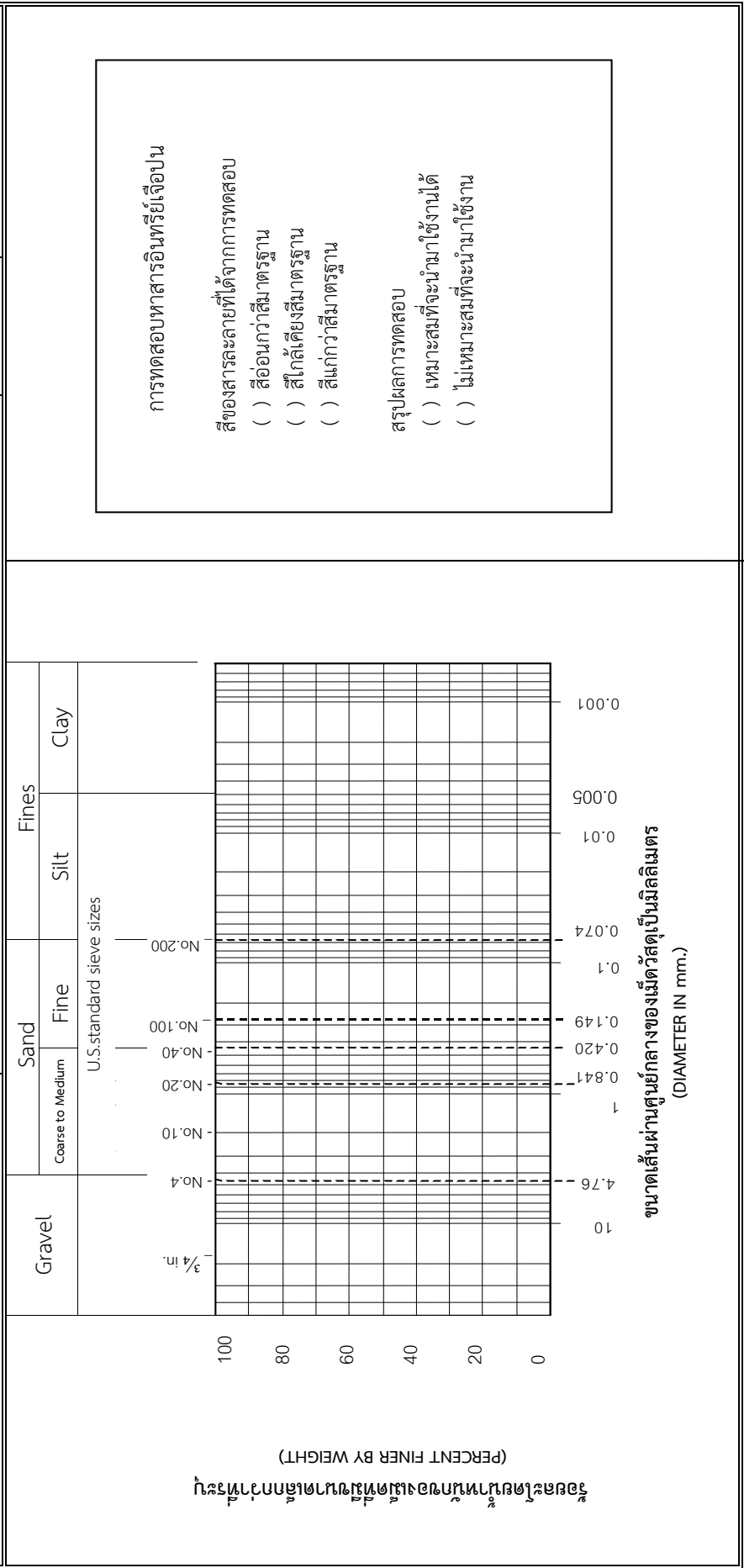
8. ข้อควรระวัง

- 8.1 การแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่องแบ่งตัวอย่าง ต้องใช้เครื่องมือขนาดช่องกว้างประมาณ 1 1/2 เท่าของก้อนโตที่สุด
- 8.2 ตรวจสอบตะแกรงบ่อยๆ ถ้าชำรุดต้องซ่อมก่อนใช้ โดยเฉพาะเบอร์ 200
- 8.3 ห้ามใส่ตัวอย่างลงในตะแกรงขณะที่ยังร้อนอยู่
- 8.4 การทุบตัวอย่างดินต้องไม่แรงมากจนทำให้เม็ดดินแตก
- 8.5 การเขย่าอย่างเขย่านานจนตัวอย่างกระแทกแตกเป็นผง

9. เอกสารอ้างอิง

- 9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยช.(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.....	บพ.มยผ. 2208.2 - 57 (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ แผลงวัสดุ..... ชั้นคุณภาพ.....	ทะเบียนทดสอบ.....
.....		ผู้ทดสอบ
สถานที่ก่อสร้าง.....		ผู้ตรวจสอบ
ผู้รับจ้าง.....		อนุมัติ
ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่.....		
ทดสอบวันที่.....		



มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าความสึกหรอของหินย่อย กรวดย่อย กรวด วัสดุลูกรัง หรือ มวลรวมดิน (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) ทรงกระบอกนี้ติดอยู่กับเพลลาและหมุนรอบแกนได้ในแนวราบ มีช่องสำหรับใส่วัสดุพร้อมฝาเหล็กปิด ฝาเหล็กเมื่อปิดแล้ว ต้องมีลักษณะผิวเหมือนกับผิวด้านในของทรงกระบอกเหล็กและเสมอกัน ซึ่งไม่ทำให้ลูกเหล็กทรงกลม (Abrasive Charge) สะดุดเวลาเคลื่อนผ่านรอยต่อ 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	$5,000 \pm 25$
B	11	$4,584 \pm 25$
C	8	$3,330 \pm 25$
D	6	$2,500 \pm 25$
E	12	$5,000 \pm 25$
F	12	$5,000 \pm 25$
G	12	$5,000 \pm 25$

3.4 เครื่องชั่งต้องสามารถชั่งได้ 15 กิโลกรัม ความละเอียดอ่านได้ถึง 1 กรัม

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ถ้าตัวอย่างไม่มีดินเหนียวปน เช่น กรวดปนทราย หินโม้ 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			
น้ำหนักรวม		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 บพ. 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

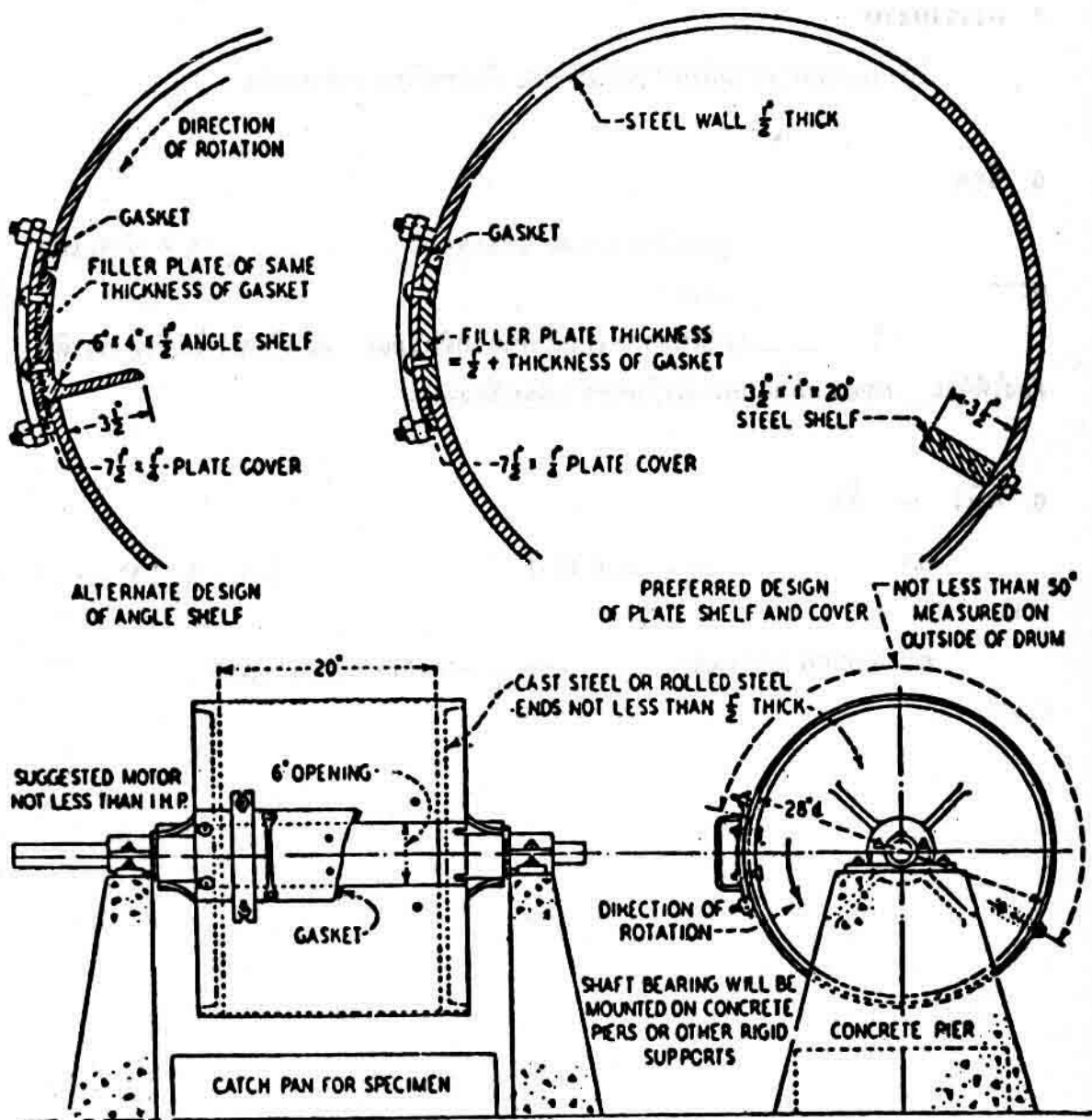
8.2 ในกรณีที่แผ่นเหล็กขวางเป็นเหล็กฉากตีดริมแผ่นเหล็กปิดช่องใส่วัสดุ การติดตั้งให้ด้านนอกของเหล็กฉากหันไปในทิศทางที่เครื่องหมุน

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 (แบบลอสแอนเจลีส)

โครงการ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....		บพ. มยผ. 2209 - 57			ทะเบียนทดสอบ.....	
		(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาค่าการสึกหรอ ของวัสดุเม็ดหยาบ			ผู้ทดสอบ	
					ผู้ตรวจสอบ	
					อนุมัติ	
จำนวนของลูกเหล็กทรงกลม..... แหล่งวัสดุ..... น้ำหนักของลูกเหล็กทรงกลม.....กรัม ชั้นคุณภาพ..... ความเร็วของการหมุนเครื่อง.....รอบ/นาที						
ขนาดตะแกรง (มม.)		น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)			หมายเหตุ	
ผ่าน	ค้าง	1	2	3		

มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารผงที่ปะปนอยู่ในวัสดุชนิดเม็ดละเอียด (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 แลบสีมาตรฐาน โดยกำหนดมาตรฐาน ดังนี้

สีมาตรฐานของการ์ดเนอร์ (Gardner) หมายเลข	สีของสารอินทรีย์ หมายเลข
5	1
8	2
11	3 (มาตรฐาน)
14	4
16	5

3.2.3 ถ้าไม่มีแลบสีมาตรฐาน จะเตรียมสารละลายเพื่อทำเป็นสีมาตรฐานแทนได้ ดังนี้

ให้เตรียมสารละลายชนิดแรก คือ นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เข้มข้นร้อยละ 3 แล้วนำมาผสมกับสารละลายชนิดหลัง คือกรดแทนนิก (Tannic Acid) ที่เข้มข้นผสมในสารละลายของแอลกอฮอล์กับน้ำ (มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 10) โดยเอากรดแทนนิก 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 $24 \pm 1/2$ ชั่วโมง นับจากเริ่มผสม ถ้าต่ำกว่ากำหนดนี้ห้ามใช้

4. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากันในขณะที่ตัวอย่างมีความชื้นเพื่อลดการแยกตัว และแยกตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างให้ได้ตัวอย่างที่จะนำไปไว้ทดสอบประมาณ 250 กรัม

5. การทดสอบ

- 5.1 เทวัสตุที่เตรียมไว้ลงในขวดแก้วทดสอบจนได้ปริมาตร 133 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 4 1/2 ออนซ์)
- 5.2 เติมสารละลายที่เตรียมไว้ตามข้อ 3.2.1 ลงในขวดแก้วทดลองจนได้ปริมาตรเป็น 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 7 ออนซ์)
- 5.3 เอาจุกอุดปากขวดแล้วเขย่าแรงๆ จนเห็นว่าไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ ตรวจสอบอีกครั้ง ถ้าระดับสารละลายมีปริมาตรไม่ถึง 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เติมสารละลายเพิ่มอีก จนได้ปริมาตร 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร บันทึกวันและเวลา
- 5.4 ตั้งขวดทดสอบทิ้งไว้หนึ่ง ๆ ห้ามจับหรือเคลื่อนย้ายจนครบ 24 ชั่วโมง
- 5.5 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง แล้วให้เปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐานตามข้อ 3.2.2 หรือกับสารละลายมาตรฐานตามข้อ 3.2.3

6. การรายงานผล

- 6.1 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ. มยพ. 2208.2 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)
- 6.2 ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบอ่อนกว่าสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรืออ่อนกว่าสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่าเป็น "สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน" ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบแก่กว่าสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรือแก่กว่าสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่าเป็น "สีแก่กว่าสีมาตรฐาน"
- 6.3 ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบใกล้เคียงสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรือใกล้เคียงสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่าเป็น "สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน"

7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ มีสีอ่อนกว่าสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 หรือมีสีเหมือนกับสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 ถือว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้ ถ้าสีแก่กว่าสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 ถือว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

8. ข้อควรระวัง

- 8.1 เมื่อตั้งขวดทิ้งไว้แล้ว ห้ามกระทบกระเทือน และเมื่อเวลาเปรียบเทียบสี ห้ามกระทบกระเทือนเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้ผงละเอียดลอยตัวขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ได้สีไม่ถูกต้อง บางครั้งสีที่ได้จะใกล้เคียงมาตรฐานมากพยายามเทียบให้ได้ว่าแก่กว่าหรืออ่อนกว่า
- 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
-

มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบค่าของก้อนดินเหนียว และวัสดุร่วน (Friable) ที่ปะปนในวัสดุชนิดเม็ด (Aggregates)

2. นิยาม

“ดินเหนียว (Clay)” หมายถึง ดินซึ่งประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กละเอียด 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 เติมน้ำให้ท่วมตัวอย่างแช่ไว้เป็นเวลา 24 ชม. จากนั้นใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ค่อยๆ บีบหรือกลิ้งบนนิ้วมือเพื่อให้เม็ดของตัวอย่างหลุดออกจากกัน อย่าใช้เล็บหรือวัสดุแข็งอื่นๆ จากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรง ดังตารางที่ 2 โดยวิธีล่าง

ตารางที่ 2

ขนาดของเม็ดตัวอย่างที่นำมาทดสอบ	ขนาดของตะแกรง สำหรับส่วนแยก เป็นเม็ดดินเหนียว 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 องศาฟาเรนไฮต์) 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 บพ. มยพ. 2211 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

8. เอกสารอ้างอิง

8.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยช.(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.....	บพ. มยผ. 2211 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาก่อนดินเหนียว	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) =

มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาคุณภาพของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้เป็นผิวทางหรือพื้นทางแบบ แอสฟัลต์คอนกรีต

2. นิยาม

“แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)” หมายถึง ส่วนผสมของวัสดุยางแอสฟัลต์กับวัสดุชนิดเม็ด (Aggregate) ที่ใช้ทำผิวจราจร โดยมีมาตรฐานตาม มยพ. 2109-57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบ แอสฟัลต์คอนกรีต

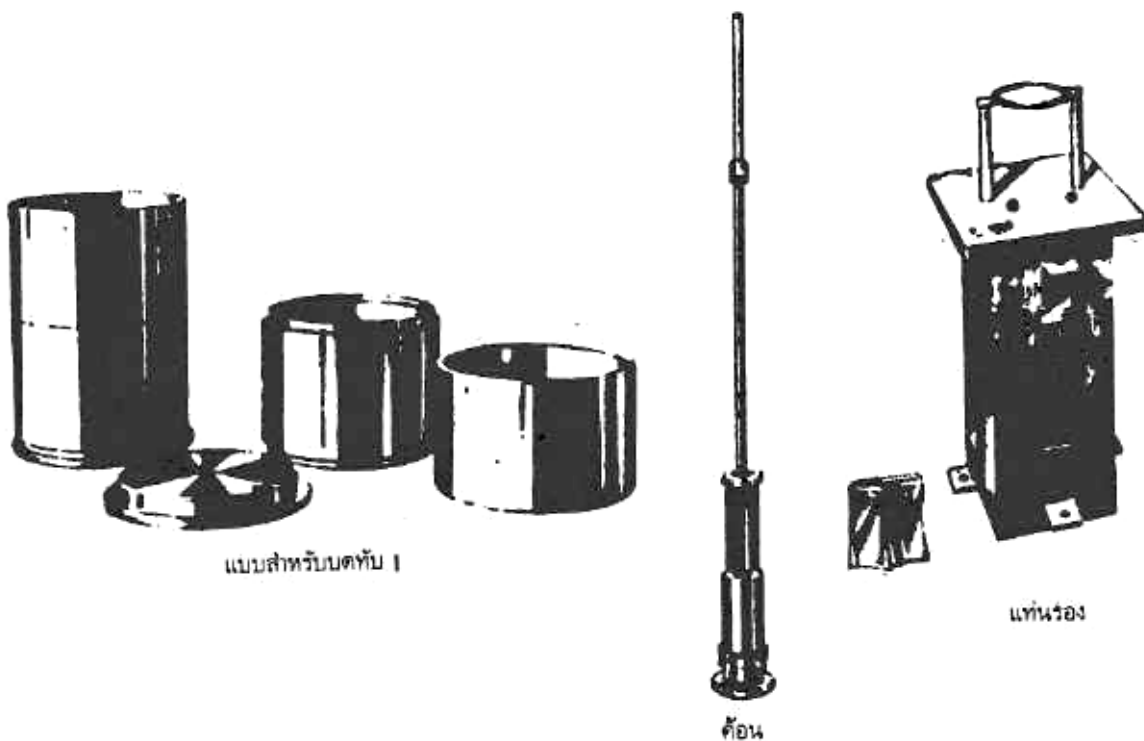
3. มาตรฐานอ้างอิง

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1204 - 50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)
- 3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1205 - 50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)
- 3.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 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 เครื่องใช้ผสมวัสดุมวลรวมกับยางแอสฟัลต์
- 4.7 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีก้านเป็นโลหะ สามารถวัดอุณหภูมิได้ถึง 250 องศาเซลเซียส
- 4.8 เครื่องชั่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม มีความละเอียด 1 กรัม ใช้สำหรับวัสดุมวลรวมและยางแอสฟัลต์

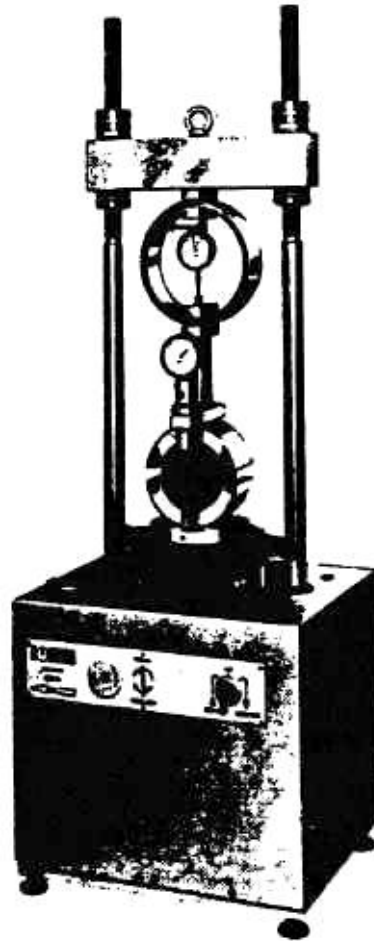
- 4.9 เครื่องชั่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัม มีความละเอียด 0.1 กรัม ใช้สำหรับวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว
- 4.10 อ่างต้มน้ำ (Boiling Water Batch) มีตะแกรงลวดสำหรับวางวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว สามารถควบคุมอุณหภูมิตามที่ต้องการได้
- 4.11 แท่นรอง (Compaction Pedestal) ประกอบด้วยฐานไม้ขนาดประมาณ 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) เลื่อนขึ้นลงได้อิสระ สำหรับทั้งน้ำหนักลงบนแผ่นเหล็กกลม ในขณะที่กดอัด ระยะตกกระทบของแท่งน้ำหนักเท่ากับ 45.72 เซนติเมตร (18 นิ้ว) ดังรูปที่ 1
- 4.14 ที่จับแบบ (Mold Holder) ใช้สำหรับบังคับให้แบบบดทับอยู่กับที่ ดังรูปที่ 1
- 4.15 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample Extruder)
- 4.16 ถังมือกันความร้อน ใช้สำหรับหยิบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ร้อน
- 4.17 ถังมือชนิดหนังหรือยาง สำหรับหยิบตัวอย่างที่แช่ในน้ำ

4.18 เครื่องทดสอบมาร์แชลล์ (Marshall Testing Machine) ใช้สำหรับทดสอบหาค่าเสถียรภาพ (Stability) เป็นเครื่องกดที่สามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กิโลกรัม (6,000ปอนด์) เป็นแบบจุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า อัตราเร็วของมอเตอร์ที่หมุนจุดต้องทำให้ฐานหรือท่อนกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 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 มยพ. 2208 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

5.2 ทดสอบหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดละเอียด โดยวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง ตาม มยพ. 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 ใช้เกรียงผสมให้วัสดุมวลรวมแต่ละขนาดคละกั้นให้ทั่ว 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 ทำการบดทับตัวอย่างโดยการยกน้ำหนักและปล่อยให้ น้ำหนักตกลงบนแผ่นเหล็กจำนวนครั้งขึ้นอยู่กับการออกแบบซึ่งแบ่งออกเป็น
 - 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 นำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักในอากาศ (d) และ
- 6.9.2 นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำธรรมดาประมาณ 5 นาที นำตัวอย่างขึ้นเช็ดผิวให้แห้ง ชั่งน้ำหนักในอากาศ (d_1) และ
- 6.9.3 นำตัวอย่างจาก ข้อ 6.9.2 ไปชั่งน้ำหนักในน้ำ (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 เพื่อไปทดสอบหาค่าเสถียรภาพและค่าการไหล
- 6.10.3 นำแบบทดสอบเสถียรภาพที่ได้จากข้อ 6.10.2 ไปวางบนเครื่องทดสอบมาร์แชลล์ ให้แบบทดสอบเสถียรภาพอยู่ที่กระบอกกด (Piston) ซึ่งติดกับ Proving Ring สำหรับอ่านน้ำหนักกด
- 6.10.4 เดินเครื่องให้แบบทดสอบเสถียรภาพ เคลื่อนไปสัมผัสกับกระบอกกดจนกระทั่งเข็มของ Dial Guage ที่ติดกับ Proving Ring ชยับตัว 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 ของเครื่องวัดการไหลจะเคลื่อนที่อ่านค่าการไหลจาก 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 คำนวณหาปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ (Effective Asphalt by Weight of Mix)

$$\text{สูตร} \quad b_1 = b - \frac{[x(100-b)]}{100}$$

เมื่อ b_1 = แอสฟัลต์ประสิทธิภาพ (เป็นร้อยละ)
 b = ร้อยละ แอสฟัลต์โดยน้ำหนักของส่วนผสม
 x = แอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมโดยมวลรวม
(1 กรัมของแอสฟัลต์ / 100 กรัมของมวลรวม)

7.2 คำนวณหาความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Bulk Specific Gravity of Specimen)

$$\text{สูตร} \quad g = \frac{d}{(d_1 - e)}$$

เมื่อ g = ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง
 d = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างซึ่งในอากาศ (กรัม)
 d_1 = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (กรัม)
 e = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างสภาพอิ่มตัวซึ่งในน้ำ (กรัม)

7.3 คำนวณหาร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ (Percent Total Volume of Effective Asphalt)

$$\text{สูตร} \quad i = \frac{(b_1 g)}{G_{ac}}$$

เมื่อ i = ปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิภาพ (เป็นร้อยละ)
 G_{ac} = ความถ่วงจำเพาะรวมของแอสฟัลต์

7.4 คำนวณหาร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง

$$\text{สูตร} \quad j = \frac{(100 - b)}{G_{ag}} g$$

เมื่อ j = ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง
 G_{ag} = ความถ่วงจำเพาะรวมของมวลรวม

7.5 คำนวณหาค่าร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง

$$\text{สูตร} \quad \text{Air Voids} = 100 - i - j$$

7.6 คำนวณหา (Voids in Mineral Aggregate)

$$\text{สูตร } V.M.A. = 100 - j$$

7.7 คำนวณหา (Voids Filled with Bitumen)

$$\text{สูตร } V.F.B. = 100 \left(\frac{i}{j} \right)$$

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 มยพ. 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.....	บพ. มยพ 2217 - 57	ทะเบียนทดสอบ		
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธีมาร์แชลล์		ผู้ทดสอบ	
	ชั้นคุณภาพ.....		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		$\frac{(b_1-g)}{G_{ac}}$	$\frac{(100-b)g}{G_{agg}}$	100-i-j	100-j	i/j	100-(100g/h)	G		*	

* คูตารางที่ 1

$$\% \text{ Effective A.C.} = b - \frac{[x(100 - b)]}{100}$$

Where x = Bitumen Absorption. 1 kg. Of AC./100 kg. Of Agg.

มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความยาว (Elongation Index)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าดัชนีความยาวของวัสดุเม็ดหยาบ มาตรฐานการทดสอบนี้ได้ปรับปรุงมาจาก BS.812: 1967)

2. นิยาม

“ค่าดัชนีความยาวของวัสดุ” หมายถึง มวลของวัสดุที่มีความยาวของส่วนยาวมากกว่า 1.8 เท่าของขนาดเฉลี่ยของวัสดุนั้นคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุที่นำมาทดสอบ

3. มาตรฐานอ้างอิง

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

4. เครื่องมือ

เครื่องมือทดสอบประกอบด้วย

- 4.1 ช่องวัดความยาว (Length Guage) ประกอบด้วยช่องขนาดต่างๆ หลายขนาด แต่ละช่องมีตัวเลขกำกับอยู่ 2 ตัว ตัวเลขมาก หมายถึง ส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นผ่าน 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 จนแห้งแล้วปล่อยให้เย็น ก่อนทำการทดสอบ

- 5.3 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบเป็นวัสดุชนิดขนาดเดียว (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 นำตัวอย่างที่ค้ำบนแต่ละตะแกรง ตามข้อ 5 มาทดลองลอดผ่านช่องวัดความยาว โดยใช้ส่วนที่ยาวที่สุด ลอดผ่านตรงช่องที่มีตัวเลขเท่ากับตะแกรงที่ค้ำนั้นทีละก้อน ให้ทำทุกๆ ขนาดของวัสดุ
- 6.2 นำส่วนที่ค้ำและส่วนที่ผ่านช่องวัดความยาวของวัสดุแต่ละขนาดไปชั่ง แล้วบันทึกไว้

7. การคำนวณ

คำนวณหาตรรกษีความยาวได้จากสูตร

$$\text{ตรรกษีความยาว (EI)} = \frac{\text{มวลรวมของตัวอย่างทุกขนาดที่ค้ำช่องวัดความยาว} \times 100}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้ำทั้งหมด}}$$

$$\left(\frac{Y}{X + Y} \right) \times 100$$

เมื่อ X = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ลอดช่องวัดความยาวทุกช่อง มีหน่วยเป็นกรัม

Y = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ค้ำช่องวัดความยาวทุกช่อง มีหน่วยเป็นกรัม

8. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละของตรรกษีความยาวเป็นเลขจำนวนเต็ม ตามแบบฟอร์มที่ บพ. มยผ. 2221 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าตรรกษีความยาว (Elongation Index)

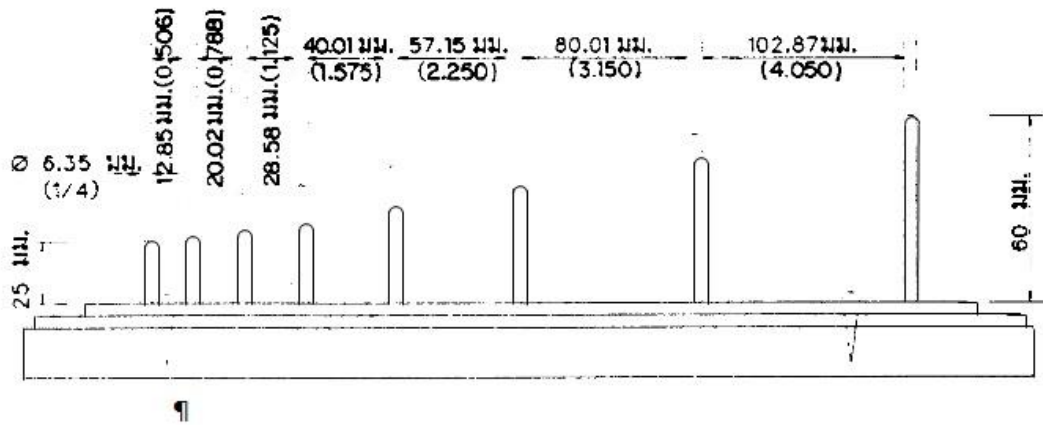
9. ข้อควรระวัง

- 9.1 การทดลองสอดวัสดุผ่านช่องวัดความยาว ห้ามไม่ให้ใช้แรงดันเพื่อบังคับให้วัสดุผ่านช่อง
- 9.2 การทดลองสอดวัสดุผ่านช่องวัดความยาวทุกครั้ง ต้องให้แกนตามความยาวของวัสดุขนานกับด้านยาวของช่อง ห้ามไม่ให้เอียงวัสดุเพื่อลอดผ่านช่อง

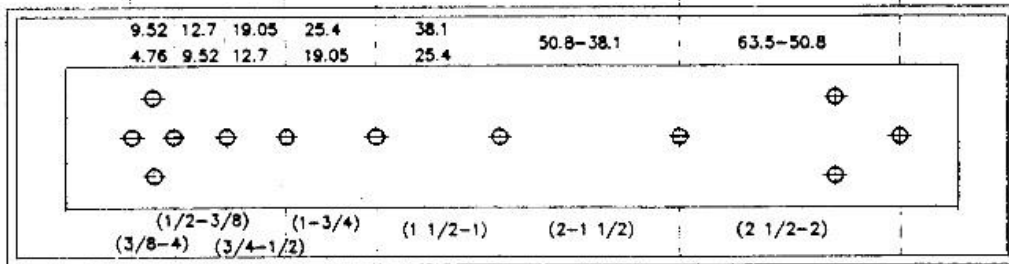
10. เอกสารอ้างอิง

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



ขนาดพาด	9.52	12.7	19.05	25.4	38.1	50.8	63.5
ตะแกรง มม.	(3/8)(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)	(2 1/2)	(3)
ขนาดค้ำ	4.76	9.52	12.7	19.05	25.4	38.1	50.8
ตะแกรง มม.	(4)	(3/8)	(1/2)	(3/4)	(1)	(1 1/2)	(2)



รูปที่ 1 เครื่องมือวัดความยาว (Length Gauge)

บพ. 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")				

$$(EI) = \left(\frac{\text{Total Mass Retained}}{\text{Total Mass}} \right) \times 100$$

$$= \left(\frac{Y}{X + Y} \right) \times 100$$

มาตรฐานการทดสอบหาค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าดัชนีความแบนของวัสดุเม็ดหยาบ (Coarse Aggregate) โดยปรับปรุงมาจาก BS. 812: 1967

2. นิยาม

“ค่าดัชนีความแบนของวัสดุ” หมายความว่า มวลของวัสดุที่มีความหนาของด้านแบนน้อยกว่า $\frac{3}{5}$ เท่าของขนาดเฉลี่ยของวัสดุนั้น คิดเป็นร้อยละ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุที่นำมาทดสอบ

3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 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 มยพ. 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 ถ้าวัสดุเม็ดหยาบชื้นหรือเปียกให้นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 ช. จนแห้ง แล้วปล่อยให้เย็นก่อนทำการทดสอบ

5.3 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบเป็นวัสดุชนิดขนาดเดียว (Single Size) ให้เตรียมตัวอย่างไว้ไม่น้อยกว่า 200 กรัม

5.4 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบมีอยู่หลายขนาดปนกัน ให้ทำการร่อนด้วยเครื่องเขย่าผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที ปริมาณของวัสดุเม็ดหยาบที่ใช้ร่อนผ่านตะแกรงต่างๆ

ของวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ โดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง ตาม มยพ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

5.5 นำวัสดุเม็ดหยาบขนาดต่างๆ ที่ร่อนแล้วไปชั่ง แล้วแยกเก็บไว้เพื่อทำการทดสอบ สำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้ทิ้งไป

6. การทดสอบ

6.1 นำตัวอย่างที่ค้ำบนแต่ละตะแกรงตามข้อ 4 มาทดลองลอดผ่านช่องวัดความหนา โดยใช้ส่วนที่แบนที่สุด ลอดผ่านตรงช่องที่มีตัวเลขเท่ากับตะแกรงที่ค้ำบนนั้นทีละก้อน ให้ทำทุกๆ ขนาดของวัสดุ

6.2 นำส่วนที่ค้ำและส่วนที่ผ่านช่องวัดความหนาของวัสดุแต่ละขนาดไปชั่ง แล้วบันทึกไว้

7. การคำนวณ

คำนวณหาอัตราความแบนได้จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{ดรชนีความแบน (FI)} &= \frac{\text{มวลของตัวอย่างทุกขนาดที่ลอดผ่านช่องวัดความหนา}}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้ำทั้งหมด}} \times 100 \\ &= \frac{X}{X+Y} \times 100 \end{aligned}$$

เมื่อ X = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ลอดผ่านช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

Y = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ค้ำช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

8. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละของดรชนีความแบนเป็นเลขจำนวนเต็ม ตามแบบฟอร์มที่ บพ. มยพ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรชนีความแบน (Flakiness Index)

9. ข้อควรระวัง

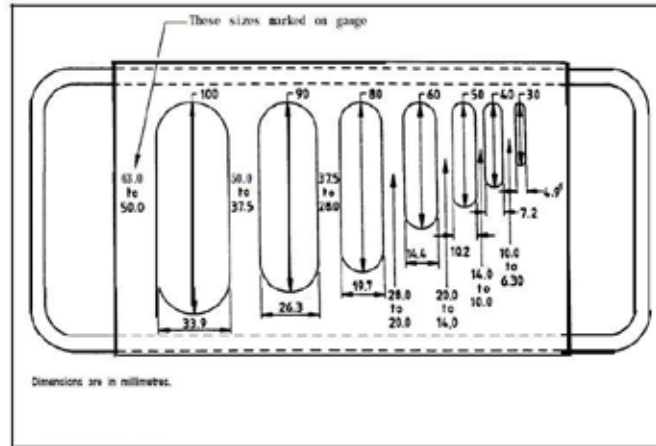
การทดสอบวัสดุผ่านช่องวัดความหนา ห้ามไม่ให้กดวัสดุเพื่อบังคับให้วัสดุผ่านช่อง

10. เอกสารอ้างอิง

10.1 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 210/2518: วิธีการทดสอบหาค่าดรชนีความแบน (Flakiness Index)

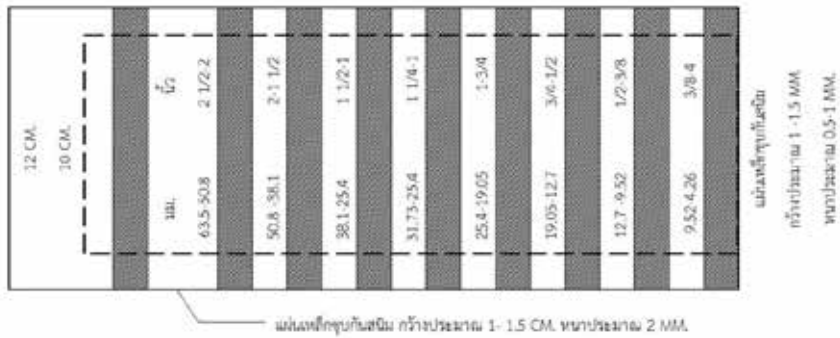
10.2 British Standards Institute. Methods for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sand & Fillers., British Standard 812: 1967

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				ขนาดของเครื่องมือวัดความหนา	
แผ่น		ค้ำ		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)

บพ. มยผ. 2222 - 57

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					

$$\begin{aligned}
 \text{ดรรชนีความแบน (FI)} &= \frac{\text{มวลของตัวอย่างทุกขนาดที่ลอดผ่านช่องวัดความหนา} \times 100}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}} \\
 &= \frac{X}{X+Y} \times 100
 \end{aligned}$$

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) โดยปรับปรุงจากมาตรฐาน AASHTO 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 กระบอตวง (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 ผสมกัน จนเข้ากันดี เติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนได้สารละลาย 3.80 ลิตร (1 แกลลอน)

3.2.2 Working Solution เตรียมได้จากการนำเอกสารละลายในข้อ 3.2.1 มาเติมกระป๋องตวง (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 แล้วเทตัวอย่างจากกระป๋องตวงลงไปในการบอกตวง ใส่ฟองอากาศโดยใช้ก้านกระบอกตวงกระแทกกับฝ่ามือจนตัวอย่างเปียกโดยทั่วถึงกัน

5.2 ปลอ่ยให้วัสดุตัวอย่างแช่ทิ้งไว้โดยไม่ถูกรบกวนเป็นเวลา 10 ± 1 นาที แล้วอุดกระบอกตวงด้วยจุกยาง พลิกกระบอกตวงคว่ำไปมาพร้อมทั้งเขย่า เพื่อป้องกันมิให้วัสดุตกค้างอยู่ที่ก้นกระบอกตวง

5.3 การเขย่ากระบอกตวงสามารถทำได้ 3 วิธี ด้วยกัน คือ

(1) เขย่าด้วยเครื่องเขย่ากล โดยวางกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางอยู่ในแนวราบ และอยู่ในลักษณะ ติดแน่นกับเครื่องเขย่า ตั้งเวลาให้เครื่องเขย่ากลนี้เขย่าเป็นเวลา 45 ± 1 วินาที

(2) เครื่องเขย่ามือ โดยยึดกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางเข้ากับเครื่องโดยใช้สปริงยึด 3 ตัว ตั้งเครื่องนับครั้งเขย่าให้เริ่มที่ศูนย์ ดันเหล็กโยกกระบอกตวงไปในแนวนอนด้านข้าง จนกระทั่งปลายเข็มชี้ที่เครื่องหมายกำหนดระยะทางการเขย่าซึ่งติดอยู่บนกระดาดด้านหลังเครื่องโยกแล้วจึงปลอ่ยมือให้เหล็กโยกเขย่ากระบอกตวงโดยอิสระ และอาจใช้ปลายนิ้วมือโยกช่วย เพื่อให้การเขย่าเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และเคลื่อนที่ในแนวด้านข้างตามระยะที่กำหนดไว้ การเขย่าที่ถูกต้องสมบูรณ์คือ การโยกที่เมื่อครบรอบ ครั้งหนึ่งๆ แล้ว ปลายเข็มจะอยู่ในขีดความกว้างของเครื่องหมายกำหนดระยะทาง 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 กระบอกตวงนั้น จากขอบบนลงไปค่อยๆ หมุนและดัน Irrigator Tube ผ่านชั้นวัสดุเม็ดหยาบลงไปจนถึงก้นกระบอก วัสดุเม็ดละเอียดจะลอยตัวขึ้นมาเป็นของผสมอยู่เหนือพวกเม็ดหยาบ เมื่อของผสมมีระดับอยู่ที่ขีด 15 ส่วน (15 นิ้ว)

ค่อยๆ ยก Irrigator Tube ขึ้น แต่ยังไม่ปล่อยให้สารละลายไหลออกเรื่อยๆ จนเมื่อยก Irrigator Tube ออกจาก
กระบอกตวง ระดับของผสมในกระบอกตวงต้องอยู่ที่ระดับขีดที่ 15 ส่วน (15 นิ้ว)

- 5.5 ปลอ่ยกระบอกตวงทิ้งไว้โดยไม่ให้ถูกรบกวนอีก 20 นาที นับเวลาหลังจากเอา Irrigator Tube ออก จะเห็น
ดินเหนียวลอยอยู่โดยแยกเป็นชั้นอย่างชัดเจน อ่านค่าระดับชั้นบนสุดของดินเหนียวบนกระบอกตวงเป็นค่า
“Clay Reading” ถ้าในระยะเวลา 20 นาที ดินเหนียวยังตกตะกอนไม่หมด โดยยังไม่เห็นเป็นชั้นแยกกันอย่าง
ชัดเจนให้ยัดเวลาออกไปแต่ไม่ควรเกิน 30 นาที ถ้าเวลามากกว่า 30 นาที ยังไม่มีการแยกเห็นได้ชัดเจน ให้ทำการ
ทดสอบใหม่ โดยใช้อีก 3 ตัวอย่าง และใช้ค่า “Clay Reading” ของตัวอย่างที่ใช้ระยะเวลาตกตะกอนที่สั้นที่สุด
- 5.6 หาค่า “Sand Reading” ได้จากการนำเอา Weighted Foot Assembly ค่อยๆ หย่อนลงในกระบอกตวง
ไปวางบนวัสดุหยาบหรือทราย อ่านค่าบนกระบอกตวงระดับบนสุดของ Indicator แล้วลบด้วย 10 จะได้ค่า
“Sand Reading”
- 5.7 ค่าของ “Clay Reading” และ “Sand Reading” ให้ใช้ทศนิยมเพียง 1 ตำแหน่งเท่านั้น ในกรณีที่อ่านทศนิยม
ได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง ให้ปัดไปในด้านมากจนเหลือทศนิยม 1 ตำแหน่ง เช่น อ่านได้ 3.22 ให้ใช้ 3.3 เป็นต้น

6. การคำนวณ

ค่า Sand Equivalent (S.E.) หาได้จากสูตร

$$S.E. = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$$

ถ้าค่า **S.E.** ไม่เป็นเลขจำนวนเต็มให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มทั้งหมด เช่น ค่า **S.E.** ได้เท่ากับ 41.25 ให้ใช้ค่า **S.E.**
เป็น 42 เป็นต้น

7. การรายงานผล

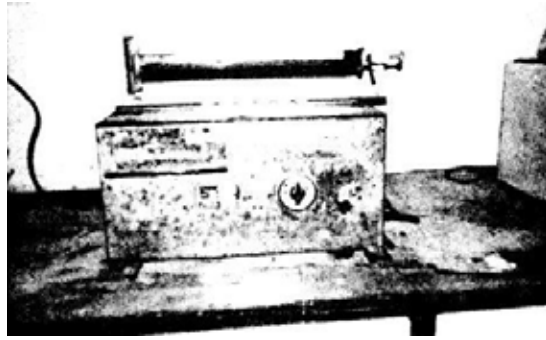
ให้รายงานผลในแบบฟอร์มที่ บพ. มยพ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย
(Sand Equivalent)

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 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

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 ภาตสังกะสีหรือฝากระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร ขอบสูงประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 2 ภาต
- 3.2 เต้าอบ 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) ที่มีผิวหน้าใดหน้าหนึ่งเรียบ และความหนาพอที่คีมจะจับได้ถึงได้มา 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. ลงในภาตทั้งสอง โดยให้แอสฟัลต์มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร หรือใช้น้ำหนักแอสฟัลต์ประมาณ 25 กรัม แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิปกติ
- 5.2 นำวัสดุ Aggregate ตามข้อ 4. กัดด้านที่เรียบลงบนผิวแอสฟัลต์เบาๆ ให้ผิวหน้าจมในแอสฟัลต์ ภาตละ 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 นำเอาภาตขึ้นจากน้ำ 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

$$\text{ค่าร้อยละการหลุดออก} = \frac{\text{ผลบวกของคะแนนทั้งหมด (ตามข้อ 5.5)}}{\text{จำนวนก้อนวัสดุ Aggregate ทั้งหมด}} \times 100 \%$$

ให้นำค่าของทั้งสองภาตมาเฉลี่ยเป็นค่าร้อยละการหลุดออกของวัสดุ Aggregate นั้น

7. การรายงานผล

ให้รายงานตามแบบฟอร์มที่ บพ. 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

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความคงทนของมวลรวมในสารละลายอิมัลชันโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการช่วยพิจารณาค่าความคงทนของมวลรวมที่ถูกกระทำในสภาพดินฟ้าอากาศ โดยเฉพาะมวลรวมที่ได้จากแหล่งที่มีข้อมูลในการทนต่อกระบวนการถูกทำลายทางธรรมชาติมีเพียงพอ

2. นิยาม

“ค่าความคงทน (Soundness)” หมายความว่า ค่าความต้านทานต่อการแตกแยกของมวลรวมในสารละลายอิมัลชันโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟต 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 1/2 นิ้ว

- 3.1.2 ภาชนะบรรจุสำหรับใส่ตัวอย่างมวลรวมแห้งลงในสารละลาย 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 และอัตราการระเหยในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว จะต้องไม่น้อยกว่า 25 กรัมต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งตลอดช่วงเวลานี้ ประตูของเตาอบจะต้องปิดสนิท อัตราการระเหยดังกล่าวสามารถหาได้จากการระเหยของน้ำที่บรรจุในถ้วยทนความร้อนทรงเตี้ย (Griffin Low-Form Beakers) ขนาด 1 ลิตร จำนวนของน้ำ 500 กรัม อุณหภูมิ 21 ± 2 องศาเซลเซียส แล้วนำถ้วยแก้วที่บรรจุน้ำวางไว้ทุกมุมและตรงกลางของทุกชั้นของเตาอบ ให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิคงที่ที่ 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 ของปริมาณของตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง
- 3.2.2 สารละลายโซเดียมซัลเฟต เตรียมสารละลายอิมิตัวได้จากการละลายเกลือโซเดียมซัลเฟตเกรด USP หรือเทียบเท่า ในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส เพิ่มจำนวนของเกลือผง (Na_2SO_4) หรือเกลือผลึก ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ให้เพียงพอ จนแน่ใจว่าสารละลายไม่เพียงแต่จะอิมิตัวเท่านั้น 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 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 700 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้วจะอิมตัวที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าสารละลายนี้อิมตัว แต่ก็อาจจะยังไม่คงตัวเต็มที่ดังกล่าว คือ ยิ่งถ้าต้องการให้มีการตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วยแล้ว ก็ควรเพิ่มการใช้เกลือผงไม่น้อยกว่า 350 กรัม หรือเพิ่มเกลือผลึกเป็นไม่น้อยกว่า 750 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร

โดยทั่วไปเกลือโซเดียมซัลเฟตชนิดผงที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งพอจะอนุโลมเรียกเป็นเกลือผง (Na_2SO_4) ได้นั้น สามารถใช้ทำสารละลายได้ดีที่สุด ทั้งยังประหยัดกว่าเกลือผงแท้จริงอีกด้วย ส่วนเกลือผลึก ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) นั้น เมื่อผสมกับน้ำ จะทำให้สารละลายที่ได้เย็นตัวลงเร็วกว่าปกติ ทำให้การผสมให้เข้ากันเป็นไปได้ค่อนข้างยาก

3.2.3 สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต เตรียมสารละลายอิมตัวได้จากการละลายเกลือแมกนีเซียมเกรด USP หรือ เทียบเท่าในน้ำที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เพิ่มจำนวนของเกลือผง (Mg SO_4) หรือเกลือผลึก ($\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ให้เพียงพอ จนแน่ใจว่าสารละลายไม่เพียงแต่จะอิมตัวเท่านั้น แต่จะต้องตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วย เมื่อพร้อมที่จะใช้ในการทดสอบ คนให้เข้ากันขณะผสมเกลือลงไป และจะต้องหมั่นคนอยู่เสมอจนกว่าจะใช้งาน เพื่อป้องกันการระเหยและสิ่งสกปรกตกลงไปให้ปิดฝาภาชนะบรรจุไว้ ทำสารละลายให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 21 ± 1 องศาเซลเซียส คนอีกครั้งหนึ่งแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปใช้ทดสอบ หากมีผลึกเกลือปรากฏให้เห็นก่อนการใช้ในแต่ละครั้ง ต้องทำผลึกเกลือให้แตก คนให้ทั่วแล้วจึงตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย ขณะใช้งาน สารละลายจะต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.295-1.308 สารละลายที่มีสีผิดปกติไปจากเดิม ให้นำทิ้งไปหรืออาจกรองแล้วตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะใหม่นำมาใช้

สำหรับสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ถ้าใช้เกลือผง (Mg SO_4) 350 กรัม หรือเกลือผลึก ($\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 1,230 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้ว จะอิมตัวที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าสารละลายนี้จะอิมตัว แต่ก็อาจจะยังไม่คงตัวเต็มที่นัก ซึ่งเกลือผงจะให้สารละลายที่คงตัวเต็มที่ดีกว่าเกลือผลึก กล่าวคือ ยิ่งถ้าต้องการให้มีการตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วยแล้ว ก็ควรเพิ่มเกลือผลึกไม่น้อยกว่า 1400 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 มวลรวมเม็ดละเอียด สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียดที่จะนำมาใช้ในการทดสอบจะต้องผ่านตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ทั้งหมด นำมวลรวมเม็ดละเอียดดังกล่าวมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 2 จากผลการทดสอบการแบ่งขนาดส่วนของมวลรวมเม็ดละเอียดที่จะนำมาใช้ในการทดสอบหาค่าความคงทน จะต้องมีปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 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 (3/8 นิ้ว) มากกว่าร้อยละ 10 โดยมวล และมีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) มากกว่าร้อยละ 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")	9.5 (3/8")	1,000±10
	19.0 (3/4")	12.5 (1/2")	330±5 670±10
37.5 (1 1/2") - 19.0 (3/4") ประกอบด้วย	25.0 (1")	19.0 (3/4")	1,500±50
	37.5 (1 1/2")	25.0 (1")	500±30 1,000±50
63 (2 1/2") - 37.5 (1 1/2") ประกอบด้วย	50 (2")	37.5 (1 1/2")	5,000±30
	63 (2 1/2")	50 (2")	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) ย่อยนำวัสดุที่ติดค้างระหว่างช่องตะแกรงมาทดสอบ ซึ่งมวลของแต่ละตัวอย่างแยกจากกันให้ได้ตัวอย่างละ 150 ± 5 กรัม แยกบรรจุในภาชนะตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบต่อไป
- 5.1.2 สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ ให้ล้างตัวอย่างแล้วอบจนมีมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส แยกขนาดของวัสดุโดยใช้ตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 3 แยกซึ่งมวลของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนแต่ละชั้นของตะแกรงให้ได้มวลตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3 และถ้าขนาดที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยมวลรวม 2 ช่วงแล้ว ให้รวมมวลกันให้ได้ตามที่กำหนดไว้ จดบันทึกมวลที่ใช้ในการทดสอบและมวลของส่วนประกอบแต่ละขนาดด้วย 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 ปล่อยให้แห้งไว้อีก 15 ± 5 นาที เพื่อให้สารละลายที่อาจมีติดค้างอยู่ตามเม็ดตัวอย่างไหลออกหมด แล้วนำไปเข้าเตาอบซึ่งได้ทำให้มีความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียสอยู่ก่อนแล้ว อบตัวอย่างที่อุณหภูมินั้นจนตัวอย่างมีมวลคงที่

สำหรับระยะเวลาในการอบจนมวลคงที่นั้น ให้ใช้เวลาที่ได้จากการทดสอบ โดยเอาตัวอย่างบรรจุจนเต็มเตาอบที่มีอุณหภูมิคงที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส แล้วทำการตรวจสอบมวลที่หายไปของตัวอย่าง โดยนำออกมาชั่งตวงที่ยังร้อนอยู่ หลังจากอบไปแล้วทุกช่วง 2-4 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบหลายๆ ครั้งจนแน่ใจว่าได้มวลที่คงที่แล้ว เวลาที่ใช้ในการอบขึ้นอยู่กับสภาพของตัวอย่างและตำแหน่งที่วาง ซึ่งควรจะเป็นไปตามข้อ 3.1.5 การพิจารณาว่ามวลคงที่ก็ต่อเมื่อมวลมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่เกินร้อยละ 0.1 ในช่วง 4 ชั่วโมง ของการอบ และเมื่อตัวอย่างมีมวลคงที่แล้วให้ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วดำเนินการตามข้อ 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

ในกรณีที่ทำกรทดสอบพร้อมวันหยุด ให้ทิ้งตัวอย่างที่อบแห้งและมีมวลคงที่แล้วที่อุณหภูมิห้องและให้เริ่มทำการทดสอบต่อไปในวันเปิดทำการ

5.2.4 หลังจากการทดสอบรอบสุดท้ายเสร็จสิ้นและทิ้งตัวอย่างจนเย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้ว ให้ล้างด้วยน้ำจนปราศจากสารละลายโซเดียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมซัลเฟต ซึ่งจะทดสอบให้เห็นได้ว่าสะอาดจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากน้ำที่ล้างผสมแบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2) วิธีการล้างให้ล้างตัวอย่างในภาชนะด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 43 ± 6 องศาเซลเซียส ให้น้ำไหลเข้าตอนล่างของภาชนะและปล่อยให้น้ำล้นผ่านตัวอย่างจนสะอาด (โดยทั่วไปประมาณ 15 นาที) ในระหว่างการล้างตัวอย่างจะต้องไม่ถูกระแทก หรือ เสียดสีกันจนเกิดการแตกขึ้น

5.2.5 หลังจากล้างตัวอย่างจนสะอาดแล้ว ให้นำตัวอย่างไปอบจนมีมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรง สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียดให้ใช้ตะแกรงที่มีมวลรวมค้ำตามตารางที่ 2 ร่อน สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบให้ใช้ตะแกรงตามตารางที่ 4 ร่อน

วิธีการและช่วงเวลาของการร่อนมวลรวมเม็ดละเอียด พยายามให้ใกล้เคียงกับที่ใช้ในตอนร่อนเตรียมตัวอย่างทดสอบ สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบให้ทำการร่อนด้วยมือ ความแรงของการร่อนให้พอแน่ใจว่าตัวอย่างก้อนที่เล็กกว่าสามารถผ่านตะแกรงได้ โดยไม่มีการกระทำอื่นใดมาเสริมให้ผ่านตะแกรงหรือทำให้เกิดการแตก

ซึ่งมวลของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนแต่ละชั้นของตะแกรง บันทึกลง เปรียบเทียบกับมวลที่ซั่งไว้ก่อนแช่ในสารละลาย 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 บพ.มยพ. 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 ให้นำตัวอย่างก้อนที่โตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามวิธีต่อไปนี้

- (1) ให้แยกชิ้นส่วนของตัวอย่างเป็นกลุ่มตามสภาพการแตกที่เกิดขึ้น สภาพการแตกของตัวอย่างจากการทดสอบตามวิธีนี้ โดยทั่วไปพอจะแยกได้เป็น แยกแยก (Disintegration) หรือแยกออกจากกัน (Splitting) ยุ่ยสลายเป็นชิ้นเล็กๆ (Crumbling) เกิดรอยร้าว (Cracking) หลุดเป็นแผ่นๆ (Flaking)

ขณะที่มีการตรวจสอบตัวอย่างก้อนที่โตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) อยู่ นั่นอาจจะต้องมีการตรวจสอบก้อนที่ขนาดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ลงมาบ้าง ทั้งนี้เพื่อจะได้รู้ถึงสภาพการแตกแยกที่อาจจะมีเพิ่มขึ้น

- (2) นับชิ้นส่วนที่ถูกแยกออกในแต่ละกลุ่มที่มีการแตกเกิดขึ้น
 (3) ร้อยละความไม่คงทนของแต่ละกลุ่มหาได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละความไม่คงทนของแต่ละกลุ่ม} = \frac{\text{จำนวนก้อนที่เปลี่ยนสภาพในแต่ละกลุ่ม}}{\text{จำนวนก้อนทั้งหมดก่อนการทดสอบ}} \times 100$$

7. การรายงานผล

7.1 รายงานค่าส่วนที่คงทน (Total Percentage of Loss) เป็นร้อยละ โดยใช้ศนนิยม 1 ตำแหน่งในแบบฟอร์มที่ บพ. มยพ. 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 (3/8 นิ้ว) มีส่วนที่ไม่คงทน เท่ากับขนาดที่ค้ำตะแกรงขนาดเล็กกว่าขนาดถัดไปในรายงานผลการทดสอบ และต้องมีค่าผลการทดสอบด้วย

7.2.2 สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ (ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) น้อยกว่าร้อยละ 10) ให้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ขนาดที่เล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) มีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เท่ากับขนาดที่ค้ำตะแกรงขนาดโตกว่าขนาดถัดไปในรายงานผลการทดสอบ 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 (เบอร์ 4) และส่วนที่ค้ำตะแกรงขนาด 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 ไม่ว่าจะโตหรือเล็กกว่าที่มีค่าผลการทดสอบมาใช้เป็นส่วนที่ไม่คงทน
- 7.3 ในกรณีของก้อนที่มีขนาดโตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3.4 นิ้ว) ก่อนการทดสอบให้รายงานจำนวนก้อนก่อนการทดสอบและจำนวนก้อนที่แตกตามสภาพต่างๆ หลังการทดสอบด้วย
8. เอกสารอ้างอิง
- มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 213/2531: วิธีการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม
-

โครงการ สถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง ชนิดตัวอย่าง ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่ แผ่นที่	แบบ บพ.มยพ. 2225- 57	ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)		ผู้ทดสอบ
	การทดสอบหาค่าคงทน (Soundness)		ผู้ตรวจสอบ
	ของมวลรวม		อนุมัติ

1. Quantitative Examination Coarse Aggregate Fine Aggregate
 Plus 4.75 mm. (#4).....% Minus 4.75 mm. (#4).....%

SIEVE		%Retained of Original Sample (1)	Mass of Test Fraction		Actual Loss		Weighted Loss (6)=(1)x(5)/100
			Before Test (2)	After Test (3)	(4)=(2)-(3)	(5)=(4)/(2)x100	
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 CyclesCycles

REMARKS :

.....

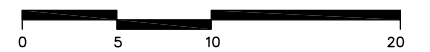


กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ
กรมโยธาธิการและผังเมือง
ถนนพระรามที่ 6 แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร 0-2299-4423 โทรสาร 0-2299-4430



ผังสำรวจสภาพพื้นที่
มาตราส่วน

1 : 3000



ที่ดินเอกชน

สะพาน

คลองคันดาล

โรงพยาบาลผู้สูงอายุบางขุนเทียน

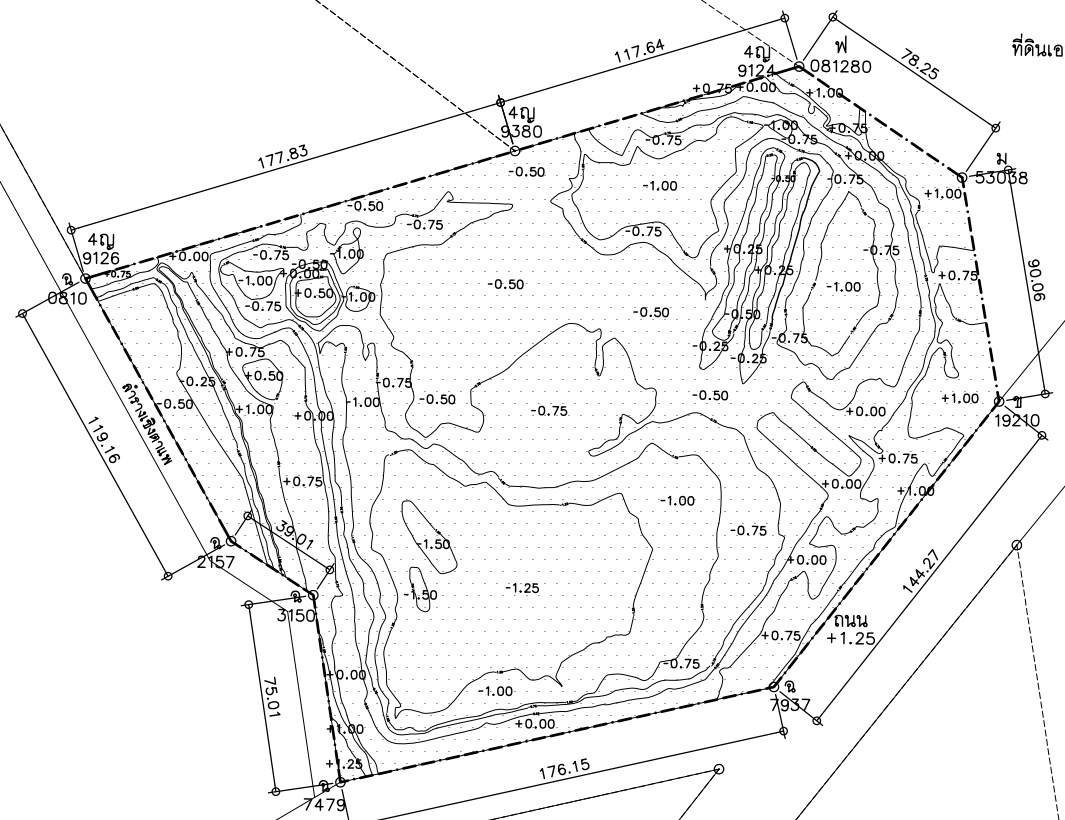
ที่ดินเอกชน

ถนนบางขุนเทียน-ชายทะเล

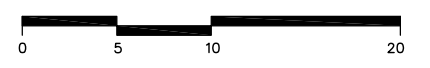
ถนนสาทรณะประโยชน์

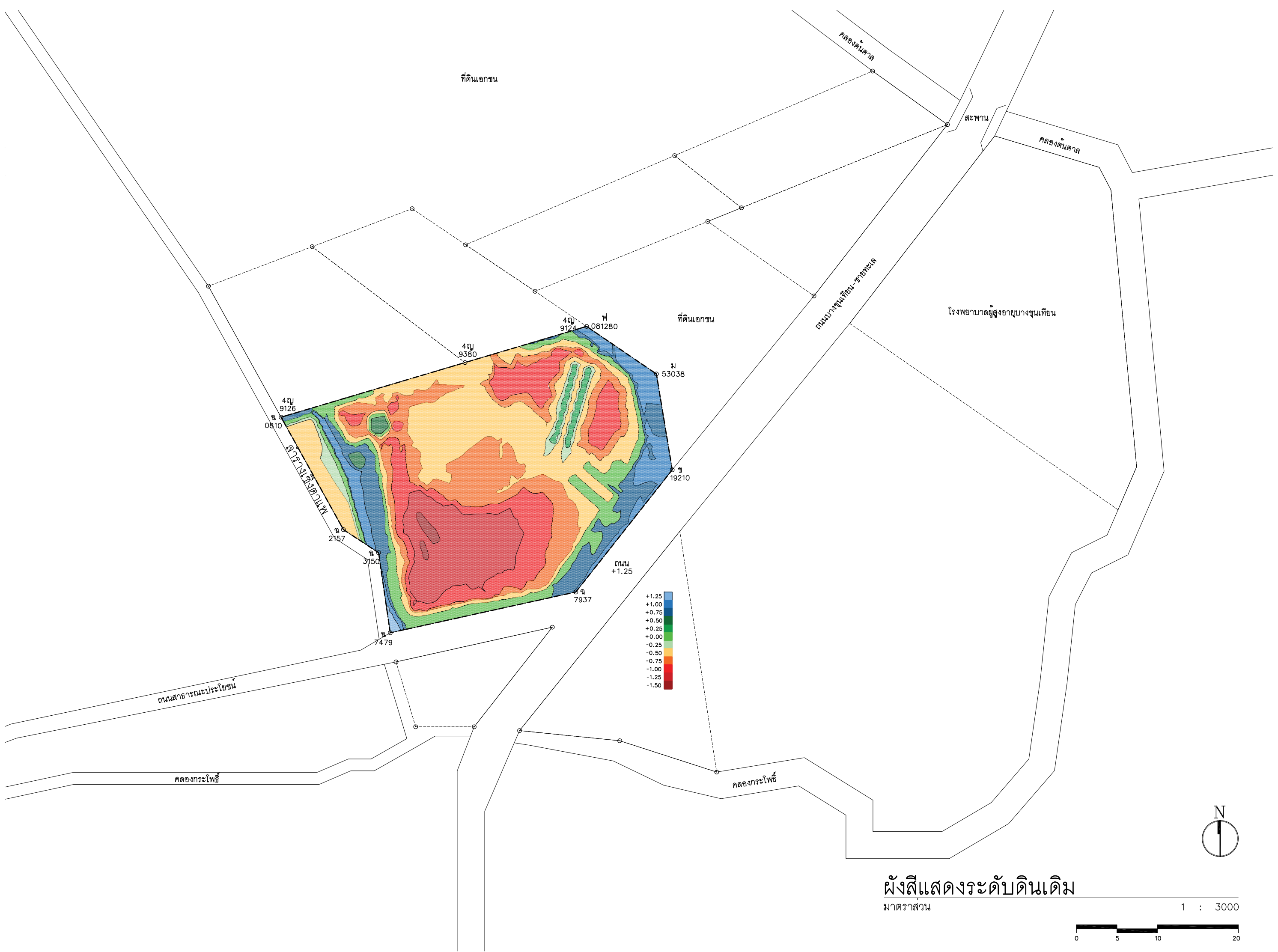
คลองกระโพธิ์

คลองกระโพธิ์



ผังแสดงขอบเขตพื้นที่ถมดิน และระดับดินเดิม
 มาตรฐาน
 1 : 3000

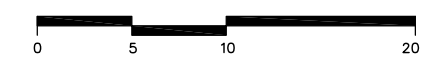


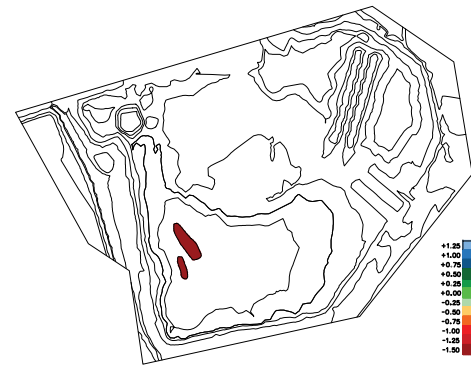


ผังสีแสดงระดับดินเดิม

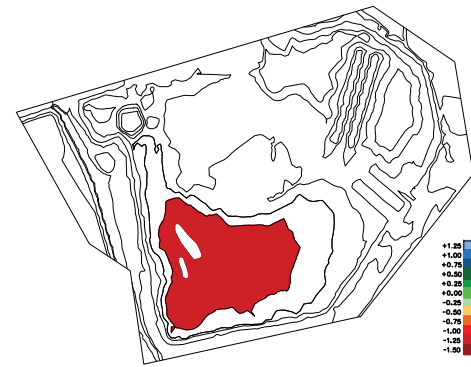
มาตราส่วน

1 : 3000

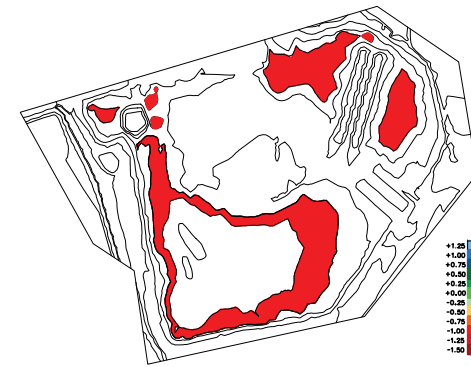




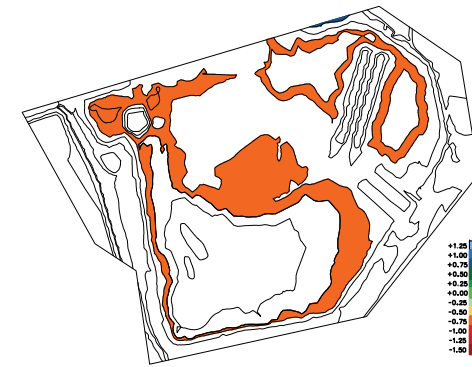
-1.50



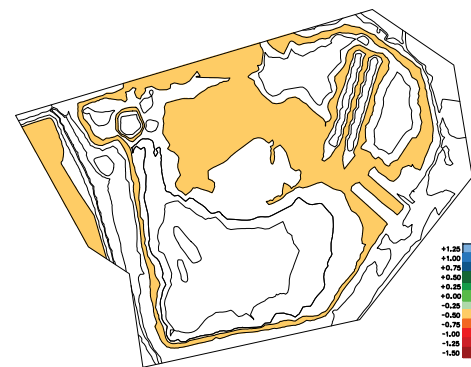
-1.25



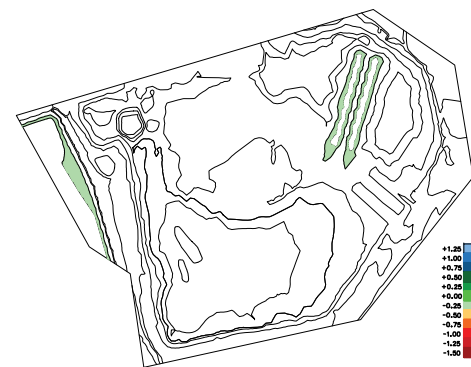
-1.00



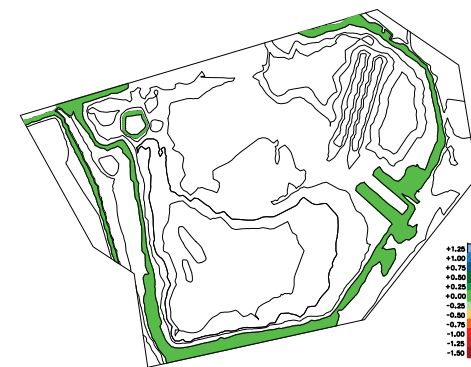
-0.75



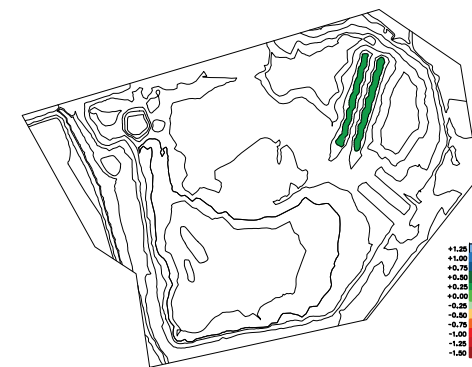
-0.50



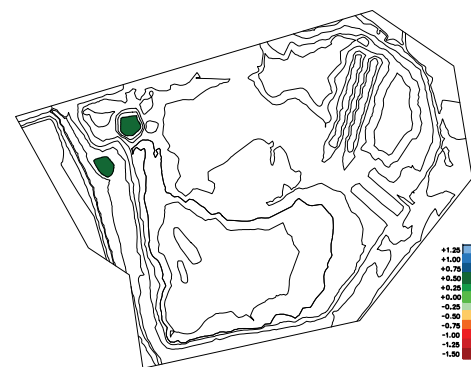
-0.25



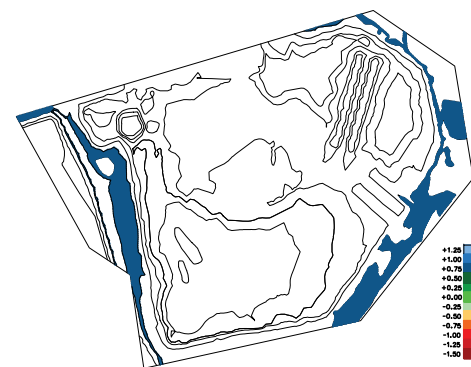
+0.00



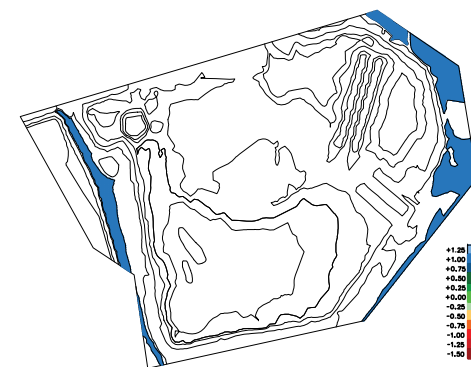
+0.25



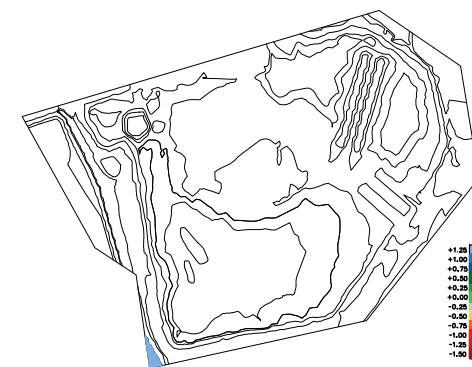
+0.50



+0.75

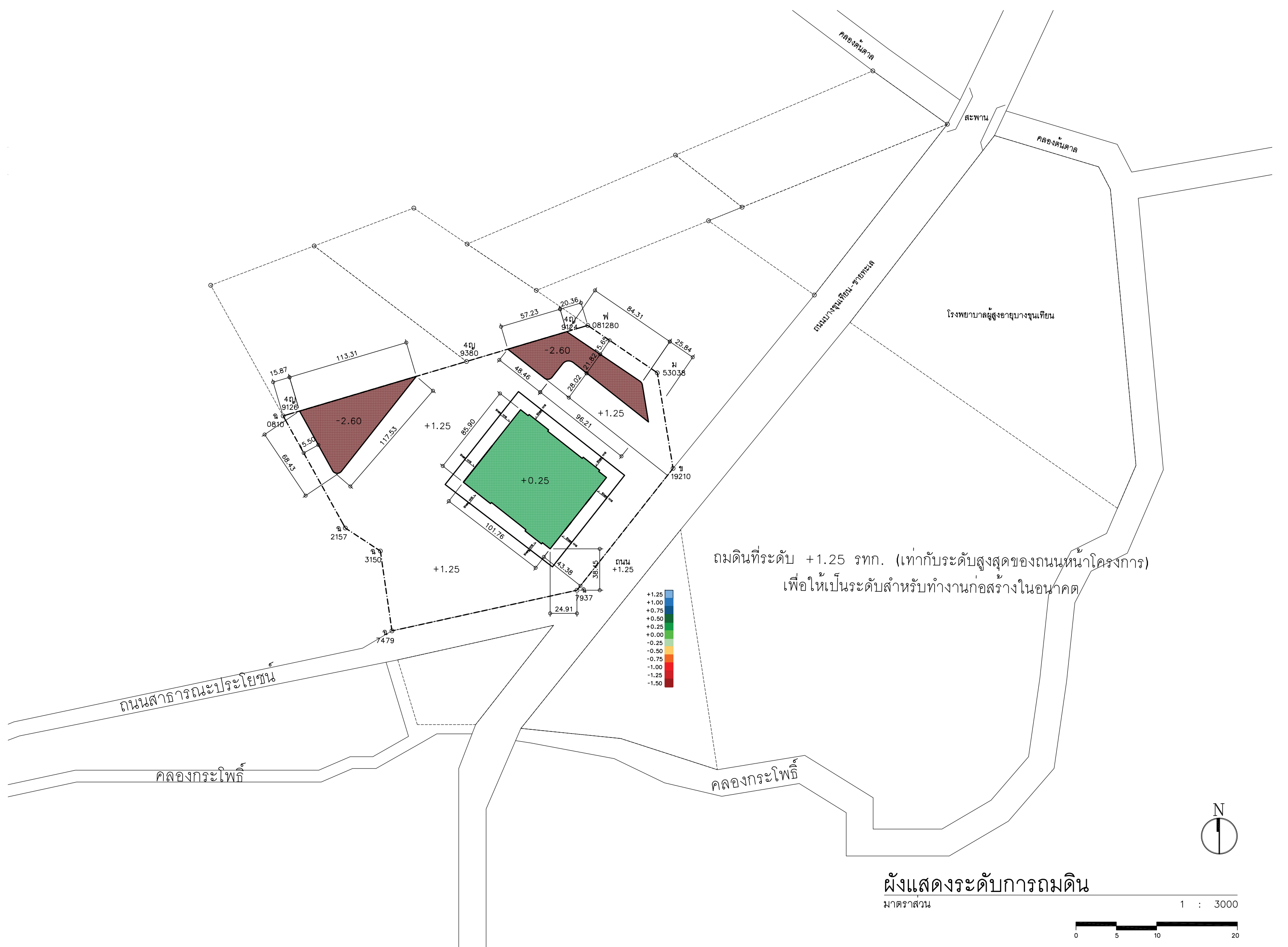


+1.00

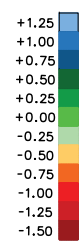


+1.25

ผังสีแสดงระดับดินเดิมระดับต่าง ๆ



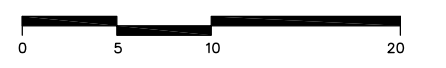
ถมดินที่ระดับ +1.25 รทก. (เท่ากับระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการ)
 เพื่อให้เป็นระดับสำหรับทำงานก่อสร้างในอนาคต



ผังแสดงระดับการถมดิน

มาตราส่วน

1 : 3000



เอกสารเลขที่ ก.43/พ.ค./66 (จำนวน 13 แผ่น)

**รายการงานขุดดิน ถมดิน ปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น
โครงการสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน)
กรุงเทพมหานคร**

วัตถุประสงค์

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการงานขุดดิน ถมดิน ปรับระดับพร้อมบดอัดแน่น โครงการสถาบันมะเร็งแห่งชาติแห่งใหม่ (สาขาบางขุนเทียน) กรุงเทพมหานคร ให้ถูกต้องตามรูปแบบรายการ, สัญญาและพบบ.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 (มยพ.2101-57)
4. มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2201-57) จำนวน 1 เล่ม

หมายเหตุ เอกสารประกอบการก่อสร้าง ให้ใช้รายละเอียดเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้องานเท่านั้น

ข้อกำหนดทั่วไป

1. ตำแหน่งถมดิน

ตำแหน่งของการถมดิน ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่โครงการงานดินขุด - งานดินถม และถมที่ดิน สถาบันมะเร็งแห่งชาติ แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ส่วนตำแหน่งที่แน่นอนคณะกรรมการตรวจการจ้าง จะกำหนดอีกครั้งในวันตรวจสอบผังการก่อสร้าง

2. ระดับ

ระดับของที่ดิน หลังจากการขุดดิน ถมดินเสร็จสิ้น ให้เท่ากับหรือสูงกว่าระดับตามเอกสารแนบ ทั้งนี้หากระดับของที่ดินสูงกว่าระดับถนน ให้ปรับระดับทางเข้าลาดเอียงลงสู่ระดับถนนเพื่อให้การสัญจรจากถนนหลักเข้าสู่ที่ดินสามารถทำได้โดยสะดวก ทั้งนี้ ระดับที่แน่นอนอาจจะปรับได้เพื่อความเหมาะสมด้านประโยชน์ใช้สอย ซึ่งจะกำหนดให้ในวันตรวจสอบผัง โดยไม่ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรายการ

3. การถมดินการขุดดิน

- 3.1. ให้ถมดินถมดินและขุดดินปรับระดับ โดยมีพื้นที่ที่จะทำการถมดินประมาณ 214,285 ตารางเมตร (ของกรมการแพทย์) ความสูงเฉลี่ยโดยประมาณ + 1.25 เท่ากับระดับสูงสุดของถนนหน้าโครงการเพื่อใช้เป็นระดับสำหรับทำงานก่อสร้าง (รทก.) โดยมีปริมาณประมาณการดังนี้
 - 3.1.1. ปริมาตรดินถมโดยประมาณ 90,724 ลูกบาศก์เมตร (ดินหลวมก่อนบดอัด เพื่อการบวมของดิน ประมาณ 25 %)
 - 3.1.2. ปริมาตรดินขุด 15,834 ลูกบาศก์เมตร (โดยขุดจากพื้นที่ก่อสร้าง)
- 3.2. คุณสมบัติของดินถม : ดินถมให้ใช้ตามมาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2101-57) เป็นอย่างน้อย
- 3.3. การทดสอบความหนาแน่นของดินถม : ให้ถมดินแล้วบดอัดดินทีละชั้น โดยที่ชั้นละไม่เกิน 0.50 เมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 90% ของ Standard Proctor Compaction Test โดยใช้รายละเอียดตามมาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2201-57) โดยอนุโลม และในแต่ละชั้นจะต้องดำเนินการทดสอบความหนาแน่นของดินในสนาม (Field Density Test) ของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยพ.2201-57) จำนวนไม่น้อยกว่า 5 จุด/ชั้น
- 3.4. ดาวน์โหลด มยพ. ได้ที่ http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/std2100.pdf
- 3.5. ก่อนการดำเนินการผู้รับจ้างต้องดำเนินการดังนี้
 - 3.5.1. เสนอบ่อดินที่จะใช้ในการถมดินบริเวณก่อสร้าง ต้องเป็นบ่อดินที่ถูกต้องตามกฎหมาย
 - 3.5.2. ระหว่างถมดินต้องมีการตรวจนับปริมาณดินถมที่นำเข้ามาในบริเวณก่อสร้างหากปริมาณดินที่นำเข้ามาในหน่วยงานก่อสร้างน้อยกว่าที่กำหนดในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามสัญญาจ้าง (BOQ.) ให้พิจารณาราคาเปรียบเทียบงานลด ก่อนส่งงานงวดสุดท้าย
 - 3.5.3. ผู้รับจ้างเสนอเครื่องจักรที่ใช้ในการดำเนินการต้องประกอบด้วยอย่างน้อย รถเกลี่ยดิน , รถบด , รถสเปรย์น้ำ , รถขุดตัก เป็นต้น
 - 3.5.4. ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการดำเนินการบดอัดดินเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุพิจารณาก่อนการดำเนินการ โดยมีการรับรองวิธีการโดยวิศวกรโยธาระดับไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร

4. สิ่งกีดขวางการก่อสร้าง

- 4.1. สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่จะต้องรื้อถอน, รื้อย้าย หรือนำไปติดตั้งใหม่ทั้งสิ้น โดยหน้าที่และค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 4.2. สิ่งสาธารณูปโภค, สาธารณูปการ และสิ่งกีดขวางการก่อสร้างทุกประเภท ที่ได้รื้อถอน, รื้อย้าย หรือนำไปติดตั้งใหม่ นั้น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้ใช้งานได้เหมือนเดิม
- 4.3. ให้ผู้รับจ้างนำวัสดุ - อุปกรณ์ ส่วนที่ยังประโยชน์ได้ ที่ได้จากการรื้อถอน ไปเก็บรักษาไว้ยังสถานที่ที่ทางสถานบริการสุขภาพเจ้าของสถานที่เป็นผู้กำหนดให้
- 4.4. ในส่วนของขยะที่ได้จากการรื้อถอน จะต้องนำไปทิ้งภายนอก เป็นหน้าที่และค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 4.5. ในการก่อสร้างถ้ามีความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงานหรือขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง-ซ่อมแซมแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ให้ใช้งานได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาเพิ่มเติม

5. การป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัย

- 5.1. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพื่อให้เกิดความสงบเรียบร้อยและปลอดภัยแก่ประชาชนและเจ้าหน้าที่ของสถานบริการสุขภาพ เช่น กั้นรั้วขอบเขตของการก่อสร้าง, ตาข่ายกั้นวัสดุตกหล่น, ปิดกั้นช่องปล่องลิฟท์, การจัดเจ้าหน้าที่เวรยามของผู้รับจ้าง และอื่นๆตามสมควร
- 5.2. ให้ผู้รับจ้างเสนอแผนการป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัย ต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง หากผู้ว่าจ้างเห็นว่ามาตรการที่ผู้รับจ้างจัดไว้ยังไม่เพียงพอ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างอาจจะให้ผู้รับจ้างดำเนินการเพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม
- 5.3. ทั้งนี้ให้ถือว่าการป้องกันพื้นที่และการรักษาความปลอดภัยนี้ เป็นเรื่องงานที่อยู่ในงานงวดที่ 1 ด้วย

6. การก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว

- 6.1. ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างสำนักงานชั่วคราว ตามข้อกำหนดในมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2553 หัวข้อที่ 1.5 การเตรียมสถานที่ก่อสร้าง รายละเอียดตามหัวข้อย่อยที่ 1.5.9
- 6.2. ให้ถือว่าการก่อสร้างสำนักงานชั่วคราวนี้ เป็นเรื่องงานที่อยู่ในงานงวดที่ 1 ด้วย

หมวดการควบคุมงานและประมาณราคา

ให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูปสัญญา โดยมีผู้ควบคุมงานที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ว่าจ้างเป็นผู้ตรวจสอบและควบคุมงานให้เป็นไปตามเอกสารสัญญา หรือหากกรณีผู้ว่าจ้างยังไม่มีแต่งตั้งผู้ควบคุมงานให้ติดต่อประสานงานกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้างหรือผู้ว่าจ้าง โดยถือเป็นพันธะหน้าที่ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างให้แล้วเสร็จตามสัญญา ไม่สามารถอ้างเป็นเหตุในการขยายเวลาหรือดเว้นค่าปรับได้ 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 ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ ผู้รับจ้างจึงต้องจัดทำแผนงานการก่อสร้างหลัก ตามช่วงเวลาปฏิทินอย่างเป็นทางการ เพื่อให้คาดหมายได้ว่างานก่อสร้างจะแล้วเสร็จถูกต้องครบถ้วนทันตามข้อกำหนดในสัญญา และไม่มีเหตุผลเพื่อขอขยายระยะเวลาก่อสร้างได้ โดยแผนงานหลักต้องส่งภายใน 15 วันภายหลังการส่งมอบพื้นที่

- 1.4 การดำเนินการก่อสร้างและการแก้ไขปัญหา ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการก่อสร้าง และหลักวิชาชีพสาขาต่างๆ ไม่ข้ามขั้นตอน ไม่ลัดขั้นตอน เช่น ไม่ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ขออนุมัติ ไม่ก่อสร้างงานโครงสร้างอาคารที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงโดยไม่ผ่านการอนุมัติเห็นชอบ ต้องทำการก่อสร้างอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เช่น การตรวจการติดตั้งแบบหล่อก่อน จึงทำการติดตั้งและตรวจสอบเหล็กเสริม จากนั้นจึงขออนุมัติเทคอนกรีต ก่อนการเทคอนกรีต ตามลำดับ เป็นต้น
- 1.5 การขออนุมัติการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างและแบบขยายการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการขออนุมัติล่วงหน้า จนได้รับการอนุมัติ ก่อนถึงลำดับขั้นตอนการก่อสร้างงานนั้นๆ ซึ่งต้องถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด การที่ผู้รับจ้างขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์และแบบขยายการติดตั้งจริง ที่ไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการก่อสร้าง อาทิ การขออนุมัติที่ล่าช้า หรือการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ก่อนได้รับการพิจารณาอนุมัติจาก คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ถือว่าเป็นการกระทำโดยพลการ ซึ่งอาจทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการพิสูจน์ว่า วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งนั้นถูกต้องตรงตามข้อกำหนดของสัญญา เหตุของความล่าช้าที่เกิดจากผู้รับจ้าง ไม่สามารถนำมาอ้างอิงเพื่อขอเพิ่มค่าใช้จ่าย ขยายเวลาสัญญา หรือลดวันค่าปรับได้
- 1.6 การบันทึกรายงานการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจัดทำบันทึกรายงานการก่อสร้างรายวันจัดเป็นแฟ้มเอกสารมีสาระสำคัญเช่น ลักษณะงาน ปริมาณงาน จำนวนแรงงาน สภาพแวดล้อมและอุปสรรค เป็นต้น การบันทึกภาพถ่ายอย่างสม่ำเสมอเป็นลำดับ ส่งให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบทุกสัปดาห์ และเตรียมพร้อมหาก คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ร้องขอตรวจสอบ รวมถึงบันทึกรายงานความปลอดภัย ปัญหา อุปสรรคและการแก้ไขในงานก่อสร้าง พร้อมภาพถ่าย ทันทีในวันที่เกิดเหตุ
- 1.7 การรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างและหน่วยงานหรือองค์กรที่ผู้รับจ้างจัดหา ต้องรับรองเอกสารขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์ หรือด้านวิชาชีพ เช่น แบบขยายการติดตั้ง ผลการทดสอบวัสดุ การทดลองอุปกรณ์ เอกสารรับประกันการติดตั้ง มาตรฐาน หรือเอกสารอื่น ๆ ที่ต้องมีผู้ประกอบวิชาชีพสาขาต่างๆ ลงนามรับรอง ต้องเป็นผู้มีคุณวุฒิตามที่กฎหมายกำหนด การรับรองสำเนาเอกสารอื่นที่ไม่ใช่ด้านวิชาชีพ เช่น เอกสารบุคคล เอกสารรับรองจากผู้ผลิต เอกสารการนำเข้า ใบกำกับภาษี ผู้รับจ้างต้องลงนามและประทับตราโดยผู้มีอำนาจ

2 เอกสารการติดต่อกับราชการ

- 2.1 เอกสารทั่วไป เพื่อการประสานงาน เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง หรือถึง ผู้ว่าจ้าง การส่งเอกสารต่างๆ ให้ส่งผ่านผู้ควบคุมงานรับทราบและตรวจสอบ ก่อนลงรับเอกสารที่งานพัสดุหรือธุรการ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 ชุด โดย 1 ชุดสำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุดสำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)
- 2.2 เอกสารการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง
- 1) เอกสารส่งมอบงานตรวจรับพัสดุฯ ของผู้รับจ้าง เรียนถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุในงานจ้างก่อสร้าง หรือถึงผู้ว่าจ้าง โดยเอกสารต้องผ่านผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาให้ความเห็น โดยนับต่อจากวันที่ส่งเอกสารเป็นวันเริ่มต้นตามระยะเวลาที่ระเบียบราชการกำหนด และนำส่งเอกสารเพื่อลงรับที่งานพัสดุเพื่อรายงานต่อประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ และดำเนินการตรวจรับพัสดุฯ ต่อไป

2) เอกสารประกอบการส่งมอบงานการตรวจรับพัสดุฯ

- ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียงถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ (ดูรายการข้อ 2.4) จำนวน 2 เล่ม สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 เล่ม แนบเอกสารนำส่งถึงประธานฯ 1 เล่ม และจัดทำเอกสารสำหรับประกอบการตรวจรับพัสดุฯ จำนวน เล่มเท่ากับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯและผู้ควบคุมงานในวันนัดตรวจการจ้างงวดงาน

2.3 เอกสารการขออนุมัติ หรือแจ้งเพื่อทราบ

1) เอกสารการขออนุมัติ

- ให้ผู้รับจ้างนำส่งเอกสาร เรียงถึงประธานคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ หรือถึงผู้ว่าจ้าง ผ่านผู้ควบคุมงาน ระบุวัตถุประสงค์ มีเลขที่อ้างอิงและลงนามประทับตราโดยผู้มีอำนาจ
- เอกสารประกอบการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ดูรายการข้อ 2) กรณีทั่วไป จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 5 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุดสำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) และ 2 ชุดสำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบ หรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนด ภายหลัง
- แบบเอกสารการขออนุมัติงานวิชาชีพ ดูรายการข้อ 2) เช่น แบบขยายงานก่อสร้างวิชาชีพในส่วนที่สำคัญ แบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง หรือแบบขยายที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าต้องขออนุมัติ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 5 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุด สำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี) และ 2 ชุดสำหรับการปรึกษาหารือหน่วยงานวิชาชีพ หรือผู้ออกแบบ หรือจำนวนเพิ่มเติมที่กำหนดภายหลัง
- แบบเอกสารทั่วไปที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯสามารถพิจารณาได้เอง แบบเอกสารที่อยู่ในขั้นตอน การก่อสร้างตามปกติ เอกสารแจ้งเพื่อทราบ เอกสารขออนุมัติวัสดุอย่างง่าย หรือที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าไม่ต้องหารือหน่วยงานวิชาชีพหรือผู้ออกแบบ เป็นต้น จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 ชุด 1 ชุด สำหรับผู้ควบคุมงาน 1 ชุดสำหรับประธานฯ (เจ้าหน้าที่พัสดุ) 1 ชุดสำหรับที่ปรึกษา (ถ้ามี)

2) เอกสารที่เกี่ยวข้อง ประกอบการขออนุมัติของผู้รับจ้าง

การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง	การขออนุมัติงานวิชาชีพ
<ul style="list-style-type: none"> ▪ เอกสารระบุชื่อผลิตภัณฑ์ แบบรุ่น หรือ หมายเลขรุ่น ▪ เอกสารผู้ผลิต ผู้นำเข้า หรือผู้แทนจำหน่าย และผู้ติดตั้ง ▪ เอกสารข้อมูลด้านเทคนิค (ถ้ามี) ▪ รายละเอียดการติดตั้ง แบบขยาย หรือ แค็ตตาล็อก ▪ ผลการทดสอบ ทดลอง ตรวจสอบ (ถ้ามี) ▪ เอกสารรับรองมาตรฐาน ▪ เอกสารอ้างอิงผลงานที่ผ่านมา ▪ ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามแบบ กับ ผลิตภัณฑ์ที่ขออนุมัติ ▪ เอกสารต้นฉบับและที่เป็นสำเนา ให้รับรองโดยผู้ประกอบวิชาชีพที่เกี่ยวข้องนั้นๆ พร้อมเอกสารประกอบวิชาชีพของผู้รับรอง 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ เอกสารรายการ แบบขยายงานก่อสร้าง แบบแก้ไขเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง เป็นต้น ▪ เอกสารอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ▪ รายการคำนวณวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ▪ ลงนามรับรองแบบและรายการคำนวณวิชาชีพ โดยผู้มีวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ▪ ลงนามประทับตรารับรองเอกสาร ที่เป็นสำเนา โดยวิชาชีพ หรือผู้มีอำนาจ ลงนาม

- 3) การดำเนินการพิจารณาของฝ่ายผู้ว่าจ้างแต่ละครั้ง มีระยะเวลา 15 วันทำการ ผู้รับจ้างต้องวางแผนดำเนินการล่วงหน้าและจัดเตรียมเอกสารให้ครบถ้วนในคราวเดียว อาทิ การพิจารณาฐานราก เสาเข็ม การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง แบบ Shop Drawing การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง หรืออื่นๆ เป็นต้น
- 4) การดำเนินการขออนุมัติล่าช้า หรือเอกสารไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ทำให้ล่าช้า 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) จำนวนเงินที่เบิกค้างงวดงานไปแล้ว จำนวนวันก่อสร้างตามสัญญาทั้งหมด จำนวนวันที่ก่อสร้างไปแล้ว จำนวนวันที่เหลือ สถานะของโครงการก่อสร้างล่าช้าหรือเร็วกว่าเมื่อเทียบกับสัญญาและแผนงานหลัก ความก้าวหน้าของงานก่อสร้างคิดเป็นร้อยละ วันที่ที่คาดว่าจะงานก่อสร้างงวดงานถัดไปแล้วเสร็จ ปัญหาอุปสรรคในปัจจุบัน แนวทางแก้ไข เป็นต้น ตอนล่างเอกสารลงนามชื่อผู้รับจ้างหรือผู้แทนและวันที่

- 4) หน้าสำเนาสัญญาจ้าง แผนที่ระบุรายละเอียดวงงานที่ผ่านมา วงงานที่ตรวจการจ้างในปัจจุบัน และวงงานต่อไป
- 5) หน้าเอกสารประกอบการตรวจรับพัสดุฯ เช่น
 - เอกสารที่ได้รับการอนุมัติ แบบขยายงานก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับวงงาน หากมีเอกสารจำนวนมาก สามารถจัดทำเป็นตารางรายการและอ้างอิงถึงเอกสารที่ได้รับการอนุมัติ
 - เอกสารผลการทดสอบ วัสดุก่อสร้าง กำลังวัสดุ การทดลองอุปกรณ์ เอกสารการนำเข้าจากต่างประเทศ เอกสารการสั่งซื้อสินค้าจากผู้ผลิต ใบรับประกันสินค้า ใบรับประกันการติดตั้ง ใบรับรองโดยวิชาชีพควบคุม เอกสารที่บ่งบอกถึงคุณภาพงานก่อสร้างและความถูกต้องวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานก่อสร้าง ตามวงงาน
 - เอกสารอื่นๆ
- 6) หน้าภาพถ่ายงานก่อสร้าง ให้ตรงตามหัวข้อที่ระบุในวงงาน 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

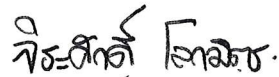
งานประมาณราคาและค่า K ที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการในระหว่างสัญญา

4.1 งานประมาณราคา

- 4.1.1 กรณีที่ แบบรูป-รายการ และรายละเอียดการก่อสร้าง กำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการก่อสร้าง แต่ปรากฏว่าผู้รับจ้างไม่ได้คำนวณเสนอรายการวัสดุและราคาในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้างตามแบบรูป-รายการ และรายละเอียดการก่อสร้างนั้นๆ ให้แล้วเสร็จ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยถือเป็นการรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างไม่สามารถคิดเงินและระยะเวลาก่อสร้างจากเหตุดังกล่าวได้
- 4.1.2 กรณีที่ แบบรูปรายการ ข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา ให้ยกเลิกรายการก่อสร้างรายการใดรายการหนึ่ง แต่ปรากฏว่ารายการก่อสร้างดังกล่าวปรากฏอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญา กำหนดให้ผู้รับจ้างจะต้องคืนเงินให้กับทางราชการ
- 4.1.3 กรณีที่มีการเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ที่ไม่มีอยู่ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (BOQ) ที่เป็นเอกสารประกอบสัญญา ให้ผู้รับจ้างสืบราคาพร้อมเอกสารประกอบจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ผลิตภัณฑ์หรือผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ นำเสนอคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ พิจารณาตรวจสอบก่อนนำไปใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบราคาวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างต่อไป

4.2 งานจัดทำค่า K

กรณีสัญญาแบบปรับราคาได้ (ค่า K) ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการคำนวณเพิ่ม-ลดค่างาน ตามเงื่อนไขของสัญญา ตามระเบียบวิธีที่ทางราชการกำหนด นำส่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ภายใน 60 วัน ภายหลังจากตรวจการจ้างแต่ละงวดงานที่แล้วเสร็จ ส่วนการตรวจการจ้างงานงวดสุดท้าย ให้ดำเนินการตามที่ระเบียบราชการกำหนด



ผู้กำหนดรายการ : นายจิระศักดิ์ โลกมิตร
สถาปนิกชำนาญการ



: นายจักรกริสัน แซ่เล่า
วิศวกรโยธาชำนาญการ



: นายมังกร อโนมะศิริ
นายช่างโยธาอาวุโส



นายปฐภาน อินทร์ทอง
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
รองผู้อำนวยการกองแบบแผน

กลุ่มออกแบบและกำกับการก่อสร้าง เขตที่ 13
กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข