



เล่มที่ 4

การควบคุมคุณภาพวัสดุ



คำนำ

กรมทางหลวง เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการวางแผน ก่อสร้าง บำรุงรักษา รวมไปถึงการบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงสายหลักของประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และความมั่นคง ในการที่จะได้มาซึ่งโครงสร้างถนนที่มีคุณภาพนั้น องค์ความรู้ด้านงานก่อสร้างทางหลวงซึ่งรวมทั้งการก่อสร้างถนนและสะพาน จึงเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญด้านหนึ่งขององค์กรที่บุคลากรจะต้องได้รับการถ่ายทอด และเรียนรู้ ผ่านกระบวนการจัดการความรู้ที่ดีและมีประสิทธิภาพ

ชุดเอกสาร “คู่มือการควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง” เป็นผลงานส่วนหนึ่งในขั้นตอนการจัดการความรู้ด้านงานก่อสร้างของกรมทางหลวง มุ่งหวังให้ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการรวบรวมความรู้ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่มีอยู่ในองค์กร ถ่ายทอดสู่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อรักษาและยกระดับมาตรฐานการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยชุดเอกสารจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เล่ม ประกอบด้วย การบริหารโครงการ การควบคุมงานก่อสร้างทาง การควบคุมงานก่อสร้างสะพานและอาคารระบายน้ำ และการควบคุมคุณภาพวัสดุ

กรมทางหลวงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดเอกสาร “คู่มือการควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง” นี้ จะเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้ด้านงานก่อสร้างทางหลวงอย่างต่อเนื่องสู่บุคลากรของกรมทางหลวงและผู้ที่เกี่ยวข้อง เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดต่อองค์กรและประเทศชาติสืบต่อไป



(นายทรงศักดิ์ แพเจริญ)

อธิบดีกรมทางหลวง

สารบัญ

หน้า

คำนำ

สารบัญ

ส่วนที่ 1 งานตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทาง

บทที่ 1 - การปฏิบัติงานของหน่วยตรวจสอบและแนะนำประจำโครงการฯ	1
บทที่ 2 - การควบคุมคุณภาพวัสดุสร้างทาง	4
บทที่ 3 - รายละเอียดข้อกำหนดคุณสมบัติวัสดุสร้างทาง	19
บทที่ 4 - การควบคุมการเปิดบ่อวัสดุสร้างทาง	29
บทที่ 5 - วิธีการควบคุมงานก่อสร้างด้านวัสดุ	42
บทที่ 6 - การเก็บตัวอย่างวัสดุ	48
บทที่ 7 - การออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์เพื่อใช้เป็นวัสดุชั้นพื้นทาง	58
บทที่ 8 - การบดอัดวัสดุ	61
บทที่ 9 - การก่อสร้างและควบคุมคุณภาพงาน Pavement Recycling	65
บทที่ 10 - การควบคุมงานก่อสร้างผิวทางคอนกรีต	74
บทที่ 11 - การควบคุมคุณภาพคอนกรีต	83
บทที่ 12 - การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต	94
บทที่ 13 - การจัดทำรายงานการควบคุมคุณภาพวัสดุสร้างทาง	101
ภาคผนวก กฎระเบียบ และคำสั่งที่เกี่ยวข้อง	109

ส่วนที่ 2 งานตรวจสอบผิวทางแอสฟัลต์

บทที่ 1 - งานลาดยางแอสฟัลต์	151
บทที่ 2 - งานผิวทางแบบเพเนตรชันแมคคาדם (Penetration Macadam)	183
บทที่ 3 - งานผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ (Surface Tretment)	187
บทที่ 4 - งานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)	203
บทที่ 5 - งานขอบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Sureface Edge)	261
บทที่ 6 - วัสดุผสมรวมผสมเย็นด้วยแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cold Mixed Asphalt)	262
บทที่ 7 - งานฉาบผิวทางแบบสลเลอรีซีล (Slurry Seal)	270
บทที่ 8 - งานฉาบผิวทางแบบพาราสลเลอรีซีล (Para Slurry Seal)	283
บทที่ 9 - ผิวทางแบบเคปซีล (Cape Seal)	291
บทที่ 10 -Asphalt Hot – Mix Recycling	297

คำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานจัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง

309

บทที่ 1

การปฏิบัติงานของหน่วยตรวจสอบและแนะนำประจำโครงการฯ

1. เมื่อได้รับคำสั่งให้ออกงานสนาม เจ้าหน้าที่จะถือหนังสือรายงานตัว (จ.-06) ไปรายงานตัวต่อนายช่างโครงการฯ พร้อมทั้งขอทราบและปรึกษาหารือถึงแผนการปฏิบัติงานในโครงการฯ รวมถึงแนวคิดในการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างการควบคุมการก่อสร้างกับการควบคุมตรวจสอบคุณภาพงาน เพื่อให้มีความสอดคล้องกันอย่างเหมาะสม โดยมีเหตุผลและเสริมสร้างความเข้าใจและสัมพันธภาพที่ดีต่อกันทุกฝ่าย คือฝ่ายผู้รับเหมา ฝ่ายควบคุมการก่อสร้าง และฝ่ายควบคุมตรวจสอบคุณภาพ

2. ศึกษาและตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ เช่น สัญญา รูปแบบ มาตรฐานและข้อกำหนดทั้งในลักษณะทั่วไป และลักษณะพิเศษเฉพาะแต่ละโครงการฯ ในงานด้านตรวจสอบงานทุกอย่างต้องแก้ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน โดยทำการศึกษาด้วยตนเองหรืออาจหารือกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านด้วย เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการปฏิบัติงาน

3. วางแผนการปฏิบัติงานการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพ โดยติดต่อประสานงานกับนายช่างโครงการฯ ช่างผู้ควบคุมงาน ผู้รับเหมา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยวางแผนให้มีการปฏิบัติการในเชิงรุก เช่นขอทราบแผนของโครงการฯ ที่จะเริ่มงานจุดใดก่อนจะใช้วัสดุจากแหล่งไหน บางจุดงานดินถมสูงมากจะต้องทำที่ชั้น เป็นต้น เพื่อจะได้จัดงานด้านควบคุมตรวจสอบคุณภาพได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งการถึงให้ข้อแนะนำต่างๆ กับฝ่ายก่อสร้าง โดยให้บังเกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด ไม่ให้เกิดความล่าช้าในการรอคอยผลการตรวจสอบโดยปราศจากเหตุผลที่ดีและเหมาะสม

4. ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการทดลองในสนาม โดยคำนึงถึงสถานที่ พื้นที่ทำงาน ชนิด และจำนวนของเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง อีกทั้งกำลังคนเพื่อให้มีความสามารถสูงสุดรองรับกับแผนงานโครงการฯ ได้

5. วางระเบียบ กฎเกณฑ์ในการทดลองและตรวจสอบให้บังเกิดผลงานในการควบคุมคุณภาพได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- 5.1 จัดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบและวาง Data ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย
- 5.2 ตรวจสอบและสอบเทียบเครื่องมือทดลองทุกชิ้นก่อนเริ่มงาน ให้สอบเทียบเครื่องมือทดลองโดยเป็นไปตามระยะเวลาและปริมาณการใช้งานของเครื่องมือแต่ละชนิด
- 5.3 รักษาห้องปฏิบัติการและเครื่องมือทดลองให้สะอาดถูกต้องและพร้อมที่จะดำเนินการทดลองได้
- 5.4 จัดทำสมุดบันทึกผลการทดลอง General Test และ Control Test และบันทึกในช่องหมายเหตุด้วยว่าผลทดลองใช้ได้หรือไม่ แก้ไขอย่างไร
- 5.5 จัดทำสมุดบันทึกการเก็บตัวอย่าง ให้มีรายละเอียดเท่าที่จำเป็น เช่น

- ลักษณะตัวอย่าง สีของตัวอย่าง
- ความต้องการใช้งาน เช่นจะใช้งาน Subgrade หรือ Subbase
- แผนที่แสดงแหล่งวัสดุ
- วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่างวัสดุ
- ผู้เก็บตัวอย่าง ลักษณะการเก็บตัวอย่าง
- Sketch Log Boring ของ Test Hole ฯลฯ

5.6 จัดทำ Chart แสดงผลการปฏิบัติงานด้านควบคุมคุณภาพ ดัดไว้ให้เห็นได้ง่ายในห้องทำงาน ทำเครื่องหมายแสดงผลงานก้าวหน้าให้ทันสมัยอยู่เสมอ Chart นี้จะบอกให้ทราบถึง

- จำนวนชั้นทางที่ต้องตรวจสอบ ให้เตรียมที่และทำเครื่องหมายไว้เพื่อกันลืม
- การเก็บตัวอย่าง Control Test เก็บแล้วหรือยัง อันดับทดลองที่เท่าไร เป็นตัวแทนในวัสดุชั้นอะไร จาก กม.ไหน ถึง กม.ไหน จากแหล่งไหนตรงกับ General Test อันดับทดลองที่เท่าไร
- ผ่านการทดสอบ Filed Density เรียบร้อยแล้วหรือยัง ควรมีเครื่องหมายแสดงว่าช่องไหน ได้ผ่านการตรวจสอบหรือยัง และผลการตรวจสอบใช้ได้หรือไม่ เป็นต้น

5.7 จัดทำแผนภาพแสดงรูปตัดโครงสร้างชั้นทางพร้อมรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ และแผนที่แหล่งวัสดุพร้อมรายละเอียดของวัสดุจากแหล่งนั้นๆดัดไว้ให้เห็นชัดเจนในห้องทำงาน

5.8 จัดให้มีการสับเปลี่ยนเจ้าหน้าที่ออกเก็บตัวอย่างในห้องทดลองและทดสอบในสนาม อยู่ตลอดเวลาเพื่อเจ้าหน้าที่ทุกคนทำงานได้ทุกอย่าง รู้ความเคลื่อนไหวของงานต่างๆ ในโครงการฯ และพร้อมที่จะทำงานแทนกันได้

5.9 การเก็บตัวอย่าง Control Test แต่ละครั้งให้ครอบคลุมช่วงการผสมแต่ละครั้งเพื่อให้ตัวอย่างที่นำไปทดสอบเป็นตัวแทนที่ถูกต้องและมีคุณภาพเหมือนกันกับวัสดุบนถนนในช่วงนั้นๆ

5.10 จัด Data ทดลองขณะที่ทำการทดลองด้วยปากกา ห้ามจดลงในเศษกระดาษหรือสมุดอื่น แล้วมาลอกที่หลัง เพราะมีโอกาสผิดพลาดได้ง่ายและเสียเวลาโดยไม่จำเป็น

5.11 ข้อมูลผลการทดลอง สมุดบันทึกผลทั้ง General Test และ Control Test จะต้องเก็บไว้ในลักษณะที่เจ้าหน้าที่ทุกคนของหน่วยสามารถติดตามผลการทดลองและดำเนินการต่อไป

5.12 ปฏิบัติการทดลองให้เป็นไปตามมาตรฐานการทดลองของกรมทางหลวงหรือที่ระบุไว้ในแบบหรือสัญญาโดยเคร่งครัด

5.13 เมื่อเสร็จงานโครงการฯ ให้ทำความสะอาดเครื่องมือ และบรรจุหีบห่อไว้เป็นอย่างดี เพื่อให้การขนย้าย และเก็บรักษาทำได้สะดวก และไม่เกิดผลเสียหายต่อเครื่องมือ

6. การสำรวจแหล่งวัสดุ ทั้งจากแหล่งที่อยู่ และแหล่งที่ผลิต เพื่อให้การแนะนำการนำวัสดุมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งด้านคุณภาพ และการลงทุน

7. การปรับปรุงคุณภาพหรือการออกแบบสูตรส่วนผสมของวัสดุก่อสร้างทางต่างๆ เช่น งาน Soil Cement งานคอนกรีต เป็นต้น

8. การควบคุมตรวจสอบคุณภาพงานให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดของงานแต่ละชนิดตามที่ระบุไว้ในรูปแบบและรายละเอียดการก่อสร้าง ยกเว้นงานผิวทางแอสฟัลต์โดยงานทดสอบแบ่งงานทดสอบได้ 2 ลักษณะคือ

8.1 งานทดสอบในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ General Test คือ ทดสอบตัวอย่างวัสดุที่เก็บจากแหล่ง และ Control Test คือ ทดสอบตัวอย่างที่เก็บบนถนน

8.2 งานทดสอบในที่ (In-Situ) ได้แก่งาน Field Density

9. การรวบรวมผลการทดลอง คำนวณและประมวลผล พร้อมทั้งวิเคราะห์ผล แล้วรายงานผลพร้อมทั้งชี้แจงปัญหาอุปสรรคต่างๆ ของงานตรวจสอบคุณภาพ รวมถึงข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขให้ทางนายช่างโครงการฯ ทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป เป็นประจำทุกวัน

10. จัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวันของงานด้านตรวจสอบคุณภาพเพื่อให้ผู้อำนวยการสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบเพื่อทราบ พร้อมทั้งสำเนาให้คณะกรรมการตรวจรับงานทุกท่านเพื่อทราบด้วย

11. การปฏิบัติงานตามที่นายช่างโครงการฯ มอบหมายให้

บทที่ 2

การควบคุมคุณภาพวัสดุสร้างทาง (Materials Control)

การควบคุมคุณภาพวัสดุประกอบด้วย การตรวจตรา การเก็บตัวอย่าง การทดสอบ การวัดปริมาณ การควบคุมการทำงาน การวิเคราะห์ผล การรายงาน และการติดตามการปฏิบัติงานต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น วัสดุที่ตรวจสอบแล้วคุณภาพไม่ได้ตามข้อกำหนดการก่อสร้างต้องขนย้ายออกไปหรือทำการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ซึ่งถ้าปราศจากขั้นตอนเหล่านี้แล้วจะขาดความเชื่อถือในการควบคุมคุณภาพวัสดุ

1. วัตถุประสงค์ของการควบคุมคุณภาพวัสดุ

1.1 เพื่อให้คุณภาพวัสดุและผลงานเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดการก่อสร้าง การควบคุมคุณภาพวัสดุที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในโครงการก่อสร้างจะเป็นสิ่งรับประกันวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างจนแล้วเสร็จโดยผู้รับจ้างให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดของงานนั้น ๆ

1.2 เพื่อให้การควบคุมงานและการประสานงานกับผู้รับจ้างเป็นมาตรฐานเดียวกัน วิศวกรและผู้ตรวจตราจะต้องปฏิบัติกับผู้รับจ้างและผู้ขนส่งวัสดุจากโครงการอย่างยุติธรรมโดยใช้ข้อกำหนดและแบบก่อสร้างโครงการนั้นเป็นคู่มือในการควบคุมงาน

1.3 เป็นเอกสารหลักฐานเพื่อจ่ายเงินให้กับผู้รับจ้าง ผู้ที่มีหน้าที่จ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างจะต้องใช้ข้อมูลของการทดสอบ บันทึกการควบคุมงานและการวัดปริมาณงานเป็นเอกสารหลักฐานในการจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้าง

2. การควบคุมคุณภาพวัสดุ ประกอบด้วยหลักการที่สำคัญดังนี้

2.1 ข้อกำหนดต่าง ๆ และการนำไปใช้งาน (Specifications and Application) ในงานก่อสร้างทางนั้นข้อกำหนดต่างๆ จะถูกจัดเตรียมไว้เพื่อใช้ในการควบคุมการก่อสร้างและการควบคุมคุณภาพวัสดุ เช่น รูปแบบการก่อสร้าง มาตรฐานงานทาง มาตรฐานการทดลอง และมาตรฐานข้อกำหนดเป็นต้น วัสดุที่จะนำมาใช้ก่อสร้างต้องได้รับการตรวจสอบและมีคุณภาพตามรูปแบบและมาตรฐานตามข้อกำหนดจึงสามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างได้

การเก็บตัวอย่าง การตรวจสอบ การวัดปริมาณ ต้องปฏิบัติอย่างถูกต้องและเคร่งครัดตามมาตรฐานกำหนด การไม่ปฏิบัติตามวิธีการต่าง ๆ ตามข้อกำหนดจะทำให้เกิดผลขัดแย้งที่รุนแรงได้

2.2 การตรวจตรา (Inspection) ในการตรวจตราวัสดุที่จะใช้ในการก่อสร้างนั้นผู้ตรวจตราประจำโครงการและผู้ตรวจตราที่โรงงานมีหน้าที่และความรับผิดชอบที่สำคัญคือ ต้องตรวจตราการนำวัสดุทุกชนิดมาใช้ก่อสร้างในโครงการ วัสดุที่ใช้ในโครงการต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพและอนุมัติให้ใช้ได้ก่อนจึงจะนำมาใช้งานได้ ยกเว้นวัสดุบางชนิดซึ่งผลิตโดยโรงงานใหญ่ได้มาตรฐาน มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย มีบันทึกการใช้งานที่ดีและมีใบรับรองจากหน่วยงานของรัฐที่น่าเชื่อถือ โดยอำนาจของวิศวกรโครงการ หรือวิศวกรควบคุมวัสดุ จะถือว่าได้มีระบบรับรองคุณภาพที่เป็นสากลแล้วอาจจะสั่งให้นำมาใช้ได้เลย

ดังนั้นผู้ตรวจตราต้องมีความรู้และเข้าใจถึงความเหมาะสมว่าวัสดุชนิดใดควรเก็บตัวอย่างและควรเก็บเมื่อใดบริเวณใด ปริมาณตัวอย่างที่ต้องเก็บ วิธีการเก็บที่เหมาะสม และวิธีการตรวจสอบในสนาม การตรวจตราประกอบด้วยขบวนการต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 การตรวจตราแหล่งวัสดุ (Source Inspection) วัสดุจากแหล่งเป็น กรวด หิน ดิน และทรายต้องทำการตรวจสอบโดยผู้ตรวจตราก่อนที่จะส่งไปยังโครงการก่อสร้าง วัสดุบางอย่างอาจต้องนำตัวอย่างส่งทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลางเพื่อทดลองเพิ่มเติมบางอย่างตามที่ระบุ วัสดุที่ตรวจสอบว่าใช้ได้แล้วเมื่อส่งไปยังโครงการจะต้องระบุให้ตรงกับแหล่งที่ตรวจสอบแล้ว และผู้ตรวจตราต้องรายงานผลการตรวจตราและผลการตรวจสอบให้วิศวกรโครงการทราบ

วัสดุบางอย่างซึ่งได้ใบรับรองจากหน่วยงานของรัฐที่น่าเชื่อถือและผลิตโดยโรงงานใหญ่ ได้มาตรฐานและมีการใช้อย่างแพร่หลาย มีบันทึกการใช้งานที่ดี เช่น ปูนซีเมนต์ วิศวกรโครงการ หรือ วิศวกรควบคุมวัสดุอาจสั่งให้นำมาใช้งานได้เลยโดยไม่ต้องตรวจสอบคุณภาพที่แหล่ง ในกรณีสงสัยในคุณภาพสามารถสุ่มเก็บตัวอย่างทดสอบได้ วัสดุบางอย่างที่มีระบบการผลิตและควบคุมคุณภาพที่ดีมีการทดลองที่ได้มาตรฐานซึ่งสะดวกที่จะทำการตรวจสอบที่โรงงาน เช่น ยางมะตอย อาจทำการตรวจสอบที่โรงงานโดยผู้ตรวจตรา ซึ่งได้รับอำนาจจากวิศวกรโครงการหรือวิศวกรควบคุมวัสดุให้เป็นผู้กำกับการเก็บตัวอย่างและการทดสอบแล้วจึงรายงานผลการทดสอบให้วิศวกรโครงการทราบ และต้องมีการสุ่มเก็บตัวอย่างส่งทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลางของรัฐ เพื่อตรวจสอบคุณภาพ

2.2.2 การตรวจตราที่โครงการก่อสร้าง (Project inspection) ผู้ตรวจตราต้องตรวจสอบและระบุว่าวัสดุที่นำมาใช้ในโครงการ มาจากแหล่งที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้วและจะต้องตรวจสอบคุณภาพตามข้อกำหนด ก่อนจะดำเนินขบวนการก่อสร้างต่อไป

วัสดุที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพจากแหล่งแล้วเมื่อขนส่งเข้ามายังโครงการ จะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง (Control Test) เพื่อตรวจสอบความชำรุดเสียหายและความบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจ

ตรวจสอบไม่พบจากการตรวจสอบคุณภาพจากแหล่งครั้งแรก ความบกพร่องเสียหายที่เกิดขึ้นสามารถที่จะปฏิเสธ (Reject) ในการรับวัสดุได้ ยกเว้นมีการแก้ไขปรับปรุงคุณภาพวัสดุให้เป็นไปตามข้อกำหนด

ในกรณีที่มีการนำวัสดุที่ยังไม่ได้ทำการตรวจสอบและรับรองคุณภาพจากแหล่งวัสดุก่อนมาใช้ในโครงการฯ ผู้ตรวจตราประจำโครงการฯ ต้องดำเนินการเก็บตัวอย่างและทดสอบคุณภาพ การทดลองบางอย่างที่ไม่สามารถตรวจสอบในสนามได้ให้ส่งตัวอย่างทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลาง วิศวกรโครงการฯ เป็นผู้มีอำนาจที่จะสั่งให้ใช้หรือปฏิเสธการรับวัสดุนั้นและต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบทันที

วัสดุที่ทำการผลิตที่บริเวณโครงการฯ หรือใกล้เคียงโครงการฯ เช่น หินคลุกจะต้องมีการตรวจตราและทดสอบคุณภาพ สำหรับการทดลองบางอย่างที่ไม่สามารถตรวจสอบในสนามได้ให้ส่งตัวอย่างทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลางเช่นเดียวกัน

ระหว่างการตรวจตราและตรวจสอบคุณภาพวัสดุทุกชนิดที่เข้าสู่โครงการฯ ผู้ตรวจตราจะต้องตรวจสอบการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างอย่างต่อเนื่องในการขนวัสดุเข้าสู่โครงการฯ ขบวนการใดๆที่ทำให้เกิดความเสียหายหรือเปลี่ยนแปลงคุณภาพวัสดุจนไม่ได้ตามข้อกำหนดจะต้องสั่งระงับทันทีและวัสดุส่วนนั้นจะถูกปฏิเสธในการรับ

ความขยันเอาใจใส่ในการตรวจตราติดตามความก้าวหน้าการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องงานนั้นสำเร็จอย่างสมบูรณ์มีความสำคัญ จะเป็นสิ่งรับประกันและเป็นที่ยอมรับผลงานอย่างแท้จริง จำนวนตัวอย่างที่เก็บและการทดสอบเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการบันทึกรายงานและใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งจะช่วยประกันคุณภาพได้ระดับหนึ่ง แต่ถ้าละเลยการตรวจตราโดยปฏิบัติเพียงเพื่อให้เป็นไปตามระเบียบข้อบังคับนั้นจะทำให้คุณภาพงานที่ควรจะได้จากการตรวจตราออกมาไม่ดีเท่าที่ควร

2.2.3 การตรวจตราการผสมที่โรงผสมและขบวนการก่อสร้างวัสดุต่าง ๆ (Inspection of Mixtures at Plant and Processed Materials) เมื่อวัสดุถูกผสมเข้าด้วยกันภายในโรงงานหรือขบวนการก่อสร้างวัสดุต่างๆที่บริเวณโครงการฯ หรือใกล้เคียง เช่น คอนกรีต แอสฟัลต์ พื้นทาง เป็นต้น การตรวจตราขบวนการผสมต้องเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างนั้น ๆ วัสดุที่จะนำมาใช้ผสมและส่วนผสมที่ได้ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพตามข้อกำหนด ในบางกรณีที่ไม่สามารถทดลองในสนามได้ ให้ส่งทดลองห้องปฏิบัติการกลาง

2.2.4 การยอมรับวัสดุที่มีใบรับรอง (Acceptance of Materials on Certification) วัสดุบางประเภทที่ได้ใบรับรองคุณภาพการผลิตจากองค์กรของรัฐที่เชื่อถือได้ มีระบบการผลิตและการควบคุมคุณภาพที่ดี มีการใช้กันอย่างแพร่หลายและมีบันทึกการใช้งานที่ดี เช่น ปูนซีเมนต์ สามารถใช้ใบรับรองในการยอมรับคุณภาพวัสดุได้ โดยต้องมีการสุ่มเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบตามความเหมาะสม

2.2.5 การจัดการวัสดุที่ไม่ได้คุณภาพตามข้อกำหนด (Disposition of failing Material) ในกรณีผลทดลองตัวอย่างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด วัสดุนั้นอาจจะถูกปฏิเสธใช้ในการก่อสร้างหรือสั่งให้แก้ไขปรับปรุงคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับหรืออาจต้องขนไปยังบริเวณที่จัดไว้ตามข้อกำหนดการก่อสร้าง วัสดุที่ถูกปฏิเสธอาจขนไปยังบริเวณที่กำหนดและทำการแก้ไขปรับปรุงคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับสามารถนำกลับมาใช้ได้

กรณีงานก่อสร้างแล้วเสร็จพบว่าวัสดุที่ใช้ไม่เป็นตามข้อกำหนดและในข้อกำหนดรายละเอียดการก่อสร้าง ให้เป็นอำนาจวิศวกรโครงการฯในการพิจารณางานที่ได้แล้วเสร็จนั้น โดยปรับปรุงราคาให้เหมาะสมกับราคาในสัญญา หรืออาจสั่งให้แก้ไขจนได้คุณภาพตามข้อกำหนด หรือในกรณีที่คุณภาพบกพร่องมากอาจต้องขนทิ้งแล้วลงวัสดุที่ใช้ได้แทน ซึ่งขบวนการต่างๆเหล่านี้ต้องมีการบันทึกเอกสารรายงานเกี่ยวกับตัวอย่าง ผลการทดลอง การวัดปริมาณ การแก้ไข และข้อตกลงต่าง ๆ ในการปรับราคาโดยถือหลักความยุติธรรมในการดำเนินการ

2.2.6 การบันทึก(Records) ผู้ตรวจตราจะต้องบันทึกและจัดทำเอกสารรายงานซึ่งประกอบด้วย การทดสอบทั้งหมด การวัดปริมาณ การตรวจตราทั้งในโครงการฯและที่แหล่งวัสดุ การทดสอบที่ห้องปฏิบัติการกลาง รวบรวมส่งให้วิศวกรโครงการฯเพื่อจัดเตรียมเป็นเอกสารหลักฐานอย่างพอเพียงเพื่อสนับสนุนการจ่ายเงินให้ผู้รับจ้างสำหรับวัสดุที่เตรียมแล้วเสร็จและงานที่เสร็จสมบูรณ์

รายงานทั้งหมดนี้ถือเป็นบันทึกของโครงการฯและสำเนาจะต้องส่งไปยังสำนักงานใหญ่เพื่อใช้พิจารณาและประเมินอย่างต่อเนื่องในการออกใบรับรองครั้งสุดท้าย นอกจากนี้ผู้ตรวจตราควรจะมีการบันทึกใบรายงานการตรวจตราประจำตัวหรือบันทึกลงในรายงานประจำวันของโครงการฯในการพิจารณาสังเกตการใช้วัสดุและการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง เพื่อเป็นข้อมูลพิเศษไว้ใช้อ้างอิงต่อไป

2.3 การเก็บตัวอย่าง (Sampling) การเก็บตัวอย่างประกอบด้วยขบวนการที่สำคัญดังนี้

2.3.1 ตัวอย่างตัวแทน (Representative Samples) การเก็บตัวอย่างตัวแทนเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่สำคัญมากสำหรับผู้ตรวจตราโดยตัวอย่างตัวแทนที่ดีต้องเป็นตัวแทนที่แท้จริงของวัสดุส่วนนั้น หรือ เป็นตัวแทนของปริมาณวัสดุที่เราต้องการตรวจสอบ เช่นการเก็บตัวอย่างวัสดุมวลรวม เป็นเรื่องยุ่งยากที่จะได้ตัวอย่างตัวแทนที่ดีเนื่องจากวัสดุประกอบด้วยขนาดเม็ดวัสดุหลายขนาดทำให้เกิดการแยกตัว โดยเมื่อนำวัสดุมวลรวมมากอง (Stock pile) เม็ดวัสดุที่มีขนาดใหญ่จะกลิ้งมาอยู่ด้านนอกและลงมาสะสมที่ด้านล่างของกอง ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะเก็บตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียวเพื่อเป็นตัวแทนของทั้งกองได้

ในกรณีเดียวกันวัสดุของเหลว เช่น ยางแอสฟัลต์ในถังบรรจุนขนาดใหญ่อาจมีการแบ่งเป็นชั้นเป็นผลให้วัสดุที่ระดับความลึกต่างกันของถังมีคุณภาพต่างกัน ดังนั้นการเก็บตัวอย่างที่ระดับใดๆ เพียงหนึ่งตัวอย่างจึงไม่ใช่ตัวแทนของวัสดุทั้งหมดในถังได้

ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างวัสดุ ผู้ตรวจตราจะต้องเตรียมพร้อมและระมัดระวังในความผันแปรของวัสดุแต่ละประเภท และต้องมั่นใจว่าตัวอย่างที่เก็บมาได้สามารถเป็นตัวแทนของวัสดุส่วนนั้นได้

2.3.2 จำนวนตัวอย่าง (Number of Samples) เมื่อวัสดุมีปริมาณมากหรือครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่จะต้องมีการแบ่งวัสดุเป็นกองหรือเป็นส่วน ๆ โดยเก็บตัวอย่างตัวแทนแต่ละกองหรือส่วนนั้น ผลทดลองที่ได้จะทำให้ทราบว่าวัสดุแต่ละกองหรือแต่ละส่วนนั้นมีคุณภาพตามข้อกำหนดหรือไม่ และยังทำให้ทราบถึงความสม่ำเสมอและความผันแปรของวัสดุแต่ละกองหรือแต่ละส่วนของพื้นที่หรือความผันแปรของวัสดุเมื่อขนส่งมาในเวลาที่แตกต่างกัน

จำนวนตัวอย่างที่เก็บขึ้นกับธรรมชาติของวัสดุว่ามีความสม่ำเสมอหรือความผันแปรมากน้อยเพียงใดและขึ้นกับความสำคัญของงานที่จะนำวัสดุไปใช้ก่อสร้าง เช่น ลูกรังที่ใช้ในงานแก้ไขบริเวณดินเดิมอ่อนตัวหรือดินเดิมมีคุณภาพไม่เหมาะสม ย่อมมีความสำคัญน้อยกว่าลูกรังที่ใช้ก่อสร้างชั้นรองพื้นทาง ดังนั้นความถี่ในการเก็บตัวอย่างและทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพลูกรังงานรองพื้นทางจึงต้องมีความถี่มากกว่า

นอกจากนี้เมื่อผลการทดสอบวัสดุกระทำอย่างต่อเนื่องหลายตัวอย่างและผลทดลองที่ได้มีความสม่ำเสมอและมีคุณภาพดีตามข้อกำหนดแล้ว จำนวนตัวอย่างและการทดสอบจะมีจำนวนน้อยกว่าวัสดุที่มีความผันแปรและมีคุณภาพต่ำ

อัตราการเก็บตัวอย่างต้องเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างนั้นๆและต้องเป็นสัดส่วนที่มีความเหมาะสมกับความสำคัญของแต่ละงาน โดยทั่วไปมี 3 วิธีที่ใช้ในการควบคุมอัตราการเก็บตัวอย่าง

(1) เก็บตัวอย่างเป็นประจำตามช่วงเวลา ระยะทางและปริมาณที่กำหนดไว้ก่อนในแผนงานการควบคุมคุณภาพ เช่น เก็บทุกๆวัน เก็บทุก ๆ 1 กม. หรือเก็บทุก ๆ 500 ลูกบาศก์เมตร ในกรณีที่วัสดุหรือการปฏิบัติงานไม่สม่ำเสมอและมีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร อาจต้องเพิ่มความถี่ขึ้นจนกว่าการปฏิบัติงานจะมีคุณภาพดีขึ้นหรือมีความสม่ำเสมอขึ้น

(2) เลือกเก็บตัวอย่างเฉพาะจุดหรือเฉพาะงานที่คุณภาพบกพร่องหรือกรณีสงสัยว่าจะบกพร่องอย่างชัดเจน วิธีการนี้ต้องใช้ประสบการณ์และการตัดสินใจจากการตรวจตราด้วยสายตาและการเฝ้าสังเกตการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ต้องใช้การตรวจตราที่สุ่มรอบคอบเพื่อเลือกจุดที่จะเก็บตัวอย่างและทดสอบเพื่อค้นหาวัสดุที่คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งผลการทดสอบจะเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงขบวนการต่างๆเพื่อการป้องกันไม่ให้เกิดความบกพร่องขึ้นมาอีกและให้พึงระลึกอยู่เสมอว่าจะต้องไม่เลือกปฏิบัติเพราะผลประโยชน์หรือความอคติส่วนตัว

(3) ใช้วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างตามเวลาหรือสุ่มเก็บตามส่วนต่างๆของวัสดุ โดยวิธีการนี้ทุกๆส่วนของวัสดุแต่ละชุดหรือแต่ละหน่วยมีโอกาสที่จะถูกเลือกเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบเท่าๆกัน เมื่อคุณภาพของงานและวัสดุค่อนข้างดีและสม่ำเสมอ การสุ่มเก็บตัวอย่างอาจไม่ต้องมาก แต่เมื่อคุณภาพของงานและวัสดุ

ค่อนข้างต่ำและไม่สม่ำเสมอซึ่งอาจทำให้ผลงานที่ออกมาเสียหายผู้ตรวจตราจะต้องเพิ่มความขยันในการตรวจตราการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างและเลือกเก็บตัวอย่างทดสอบงานและวัสดุที่มีปัญหาอย่างเด่นชัด โดยเป็นการปฏิบัติงานเสริมเพิ่มเติมจากการสุ่มเก็บตัวอย่างตามรายการปกติ

จากที่กล่าวมาทั้ง 3 วิธีไม่มีวิธีการใดที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดในการเลือกใช้อัตราการเก็บตัวอย่างโดยทั่วไปอาจใช้ร่วมกันทุกวิธี หรือ 2 วิธีเป็นอย่างน้อย ขึ้นกับคุณภาพการปฏิบัติงานและวัสดุ

2.3.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง (Procedures for Sampling) วิธีการเก็บตัวอย่างต้องปฏิบัติตามมาตรฐานงานก่อสร้างที่กำหนด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในกรณีผลทดลองใช้ไม่ได้และปฏิเสธที่จะรับวัสดุ ผู้รับจ้างอาจไม่ยอมรับผลทดลองโดยอ้างขั้นตอนการเก็บตัวอย่างไม่ถูกต้อง

มาตรฐานวิธีการเก็บตัวอย่างที่ใช้อย่างแพร่หลายคือของ AASHTO และ ASTM หรืออาจเลือกใช้มาตรฐานการเก็บตัวอย่างที่กำหนดโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือโดยทางราชการยอมรับก็ได้ โดยต้องระบุให้ผู้รับจ้างและผู้ส่งวัสดุทราบว่าจะใช้วิธีใดเพื่อความเข้าใจตรงกัน

ในการเก็บตัวอย่างวัสดุจำพวก Aggregates เช่น หิน และ ทราย ก่อนดำเนินการเก็บตัวอย่างต้องมีการบันทึกสภาพการแยกตัวของวัสดุ เพราะจะมีผลต่อขนาดผลของวัสดุและต้องใช้ความระมัดระวังอย่างสูงในการเก็บตัวอย่างประเภทนี้

เมื่อมีการควบคุมวัสดุที่มีปริมาณมาก เช่น Stock pile การเก็บตัวอย่างต้องเก็บตัวอย่างแต่ละบริเวณที่แตกต่างกันเพื่อตรวจสอบความไม่สม่ำเสมอ การยอมรับในคุณภาพวัสดุทั้งหมดอาจใช้ค่าเฉลี่ยของผลทดสอบตัวอย่างหรืออาจรับแยกเป็นส่วนตามผลทดลองตัวอย่างที่เก็บจากส่วนนั้น

ในกรณีที่ต้องการเก็บตัวอย่างวัสดุไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดในงานก่อสร้าง ผู้ตรวจตราไม่สามารถปฏิเสธการรับวัสดุนั้นได้ หรือถ้าดำเนินการลดขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างวัสดุเพื่อเร่งรัดการปฏิบัติงานและผลทดสอบออกมาวัสดุนั้นใช้ไม่ได้ จะต้องดำเนินการเก็บตัวอย่างตามมาตรฐานข้อกำหนดและทดสอบอีกครั้งเพื่อตรวจสอบผลทดสอบก่อนที่จะมีการปฏิเสธการรับวัสดุนั้น

2.3.4 ขนาดของตัวอย่าง (Size of Samples) โดยทั่วไปขนาดของตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลองแต่ละประเภทจะถูกกำหนดอยู่ในมาตรฐานการทดลอง ในกรณีของ Aggregate ขนาดของตัวอย่างที่เก็บขึ้นอยู่กับขนาดใหญ่ของเม็ดวัสดุและขนาดเม็ดที่มีมากที่สุดที่มากที่สุดในวัสดุนั้น ถ้าขนาดของเม็ดวัสดุใหญ่ ขนาดของตัวอย่างก็ต้องมากตามซึ่ง AASHTO ได้แนะนำไว้ในวิธีการเก็บตัวอย่างและการทดลอง

ถ้าตัวอย่างวัสดุมีจำนวนมากและต้องการแบ่งตัวอย่างให้มีปริมาณน้อยลงเพื่อให้มีขนาดพอเหมาะกับการทดลอง ต้องใช้วิธีการแบ่งสีหรือใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างเพื่อให้ได้ปริมาณตามต้องการ

2.4 วิธีการทดสอบ (Testing Procedures) อาจใช้มาตรฐานการทดสอบซึ่งถูกพัฒนาโดย AASHTO และ ASTM หรืออาจเลือกใช้มาตรฐานการทดลองซึ่งพัฒนาขึ้นใช้เองก็ได้ โดยการดำเนินการทดสอบคุณภาพต้องปฏิบัติตามวิธีการทดลองที่กำหนดอย่างเคร่งครัด ในบางกรณีการทดลองบางอย่างอาจกำหนดหรือต้องการให้ส่งทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลาง โดยไม่อนุญาตให้ทดลองในสนาม

การทดสอบในสนามบางประเภทมีการปรับปรุงมาจากมาตรฐานการทดลอง ในบางกรณีอาจกำหนดให้ใช้ผลทดสอบในสนามเพียงอย่างเดียวปฏิเสธการรับวัสดุได้ หรือถ้าวิธีการทดลองในสนามและในห้องปฏิบัติการมีความเกี่ยวข้องกับในมาตรฐานกำหนด อาจใช้ผลทดสอบทั้งสองนี้ในการตัดสินคุณภาพวัสดุเพื่อไม่ให้เกิดการโต้แย้งในกรณีปฏิเสธการรับวัสดุ

2.5 จำนวนตัวอย่างที่ต้องทดสอบ (Required Samples and Tests) ความถี่ในการเก็บตัวอย่างทดสอบ อาจใช้ตามมาตรฐานที่แนะนำโดย AASHTO Guide Specifications for Highway Construction และ Standard Specifications for Transportation Materials and Method of Sampling and Testing หรืออาจใช้ตามมาตรฐานที่หน่วยงานพัฒนาขึ้นใช้เอง

กรณีที่คุณภาพของงานและวัสดุมีคุณภาพดีและมีความสม่ำเสมอ อาจใช้อัตราการเก็บตัวอย่างต่ำสุดตามมาตรฐาน ถ้าคุณภาพของงานและวัสดุผิดปกติและไม่สม่ำเสมอ จะต้องมีการเพิ่มอัตราการเก็บตัวอย่างทดสอบจนได้ระดับคุณภาพที่น่าพอใจตามข้อกำหนด

2.6 การเก็บตัวอย่างและทดสอบโดยอิสระ (Independent Sampling and Testing) จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้ก็เพื่อพิสูจน์ความถูกต้องและเที่ยงตรงของขบวนการควบคุมคุณภาพและผลทดสอบคุณภาพวัสดุซึ่งกระทำโดยเจ้าหน้าที่โครงการฯ และช่วยสนับสนุนในการยอมรับผลทดสอบที่ได้จากการปฏิบัติงานตามปกติ การดำเนินการเก็บตัวอย่าง การทดสอบ และการสังเกตการปฏิบัติงานอย่างอิสระตามแผนที่วางไว้

บุคลากรที่จะปฏิบัติงานเก็บตัวอย่างทดสอบและสังเกตการปฏิบัติงานจะต้องได้รับการคัดเลือกและได้รับการฝึกฝนเป็นอย่างดี อีกทั้งจะต้องมีการประเมินผลอยู่ตลอดเวลา โดยจะเป็นตัวแทนของสำนักงานใหญ่หรือห้องปฏิบัติการซึ่งต้องไม่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการควบคุมและจัดการที่โครงการฯ นั้น

ส่วนสำคัญของขบวนการนี้ก็คือ จะต้องระมัดระวังเอกสารที่ใช้ประกอบการปฏิบัติงานทั้งหมด ความพร้อมในการหาค่าผลทดสอบและเปรียบเทียบกับผลทดสอบที่มีอยู่ ทำการวิเคราะห์ผลและต้องมีเอกสารมาประกอบคำอธิบายถึงความบกพร่องและความผิดปกติและการแก้ไขการปฏิบัติให้ถูกต้อง

หมายเหตุ การเก็บตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างและวิธีการทดลองที่ต้องการ ให้ดูข้อแนะนำตามตารางในหน้าถัดไป

1. ดินเดิม

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
1.1 ช่วงก่อสร้างที่เป็นงานดินถม ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling	1) ตรวจสอบว่าดินเดิมเป็นดินอะไรมีคุณภาพสม่ำเสมอหรือไม่ 2) เก็บตัวอย่างตัวแทนมาทดลองอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง ต่อระยะทาง 1 กม. 3) ถ้าดินเดิมมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอให้เก็บตัวอย่างเพิ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างของดินทุกชนิดและให้ระบุจุดที่ดินเดิมเปลี่ยนคุณสมบัติ	เพื่อจะได้ทราบคุณสมบัติทั่วไปของดินเดิมซึ่งจะรองรับตัวคันทางและอาจนำมาใช้ในงานก่อสร้างทางได้
1.2 ช่วงก่อสร้างที่เป็นงานดินตัด ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling : ระดับน้ำใต้ดิน	1) ตรวจสอบดินเดิมว่าเป็นดินอะไรมีคุณภาพสม่ำเสมอหรือไม่ 2) เก็บตัวอย่างตัวแทนทดลองอย่างน้อย 2 ตัวอย่างต่อ 1 กม. 3) พยายามเก็บตัวอย่างในระดับที่จะเป็น Finished Subgrade อย่างน้อย 2 ตัวอย่างต่อ 1 กม. 4) ขุดหลุมและคอยสังเกตระดับน้ำถ้าระดับน้ำในหลุมต่ำกว่าระดับ Finished Subgrade ไม่ถึง 1 เมตร ให้รายงานสำนักฯ โดยด่วน	เพื่อทราบคุณสมบัติทั่วไปของดินตัดที่เป็น Back Slope และอาจนำมาใช้เป็น Subgrade ได้ เพื่อจะได้ทราบคุณภาพของดินล่งหน้า อาจต้องเตรียมการแก้ไขถ้าคุณภาพต่ำกว่ากำหนดถ้าระดับน้ำใต้ดินสูงจะได้เตรียมออกแบบแก้ไข
1.3 ช่วงก่อสร้างที่ระดับดินคันทางใกล้เคียงกับระดับดินเดิม ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling : ระดับน้ำใต้ดิน	1) ตรวจสอบดินเดิมและภูมิประเทศตามแนวทางบริเวณใกล้เคียงอย่างละเอียด 2) เก็บตัวอย่างตัวแทนทดลอง 2 ตัวอย่างต่อระยะทาง 1 กม. 3) ถ้าคุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงมากให้เก็บตัวอย่างทดลองเพิ่มเพื่อให้ได้ตัวอย่างของดินทุกชนิดและระบุจุดที่ดินเดิมเปลี่ยนคุณสมบัติ 4) ขุดหลุมและคอยสังเกตระดับน้ำถ้าระดับน้ำในหลุมต่ำกว่าระดับ Finished Subgrade ไม่ถึง 1 เมตร ให้รายงานกองฯ ด่วน	เพื่อทราบคุณภาพของดินซึ่งอาจต้องเตรียมการแก้ไขถ้าคุณภาพต่ำกว่ากำหนด ถ้าระดับน้ำใต้ดินสูงจะได้เตรียมการออกแบบแก้ไข การสำรวจระดับน้ำใต้ดินนี้ ถ้าสังเกตภูมิประเทศ ดันไม้และหยั่งในบริเวณใกล้เคียงจะช่วยได้มาก

2. ดินถมและดินเลือกสรร

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
2.1 ดินจากแหล่ง ทดลอง : Compaction : CBR. : Swelling : Sieve Analysis : Atterberg Limits	1) ดำรง Profile ของดินที่จะนำมาใช้ว่ามีลักษณะ Uniform หรือมีลักษณะเป็นชั้น ๆ ลึกเท่าใด 2) เก็บตัวอย่างตัวแทน (Representative Sample) มาทดลองอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง ต่อดิน 500 ม. ³	การทดลองนี้ถือเป็น General Test เพราะเป็นการทดลองตรวจสอบคุณภาพของดินว่าจะใช้ได้หรือไม่ ถึงแม้การทดลองจะใช้ได้หรือไม่ก็ตาม ให้ส่งอันดับการทดลองและรายงานเสนอผลการปฏิบัติงานด้วยการทดลองนี้ถือเป็น Control Test เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของดินซึ่งจะอยู่บนถนนต่อไปจริง ๆ การรายงานให้แจ้งหมายเลขทดลอง
2.2 ดินบนถนน ทดลอง : Compaction : CBR. : Swelling : Sieve Analysis : Atterberg Limits	เก็บตัวอย่างดินที่ผสมดีแผ่นดินแล้วและกำลังเตรียมบดทับ โดยเก็บตัวอย่างดิน 1 ตัวอย่างต่อระยะทาง 500 เมตร นำไปทดลองถ้างานก่อสร้างทำเร็วมากหน่วยวิเคราะห์และตรวจสอบมีเจ้าหน้าที่และเครื่องมือจำกัด ไม่สามารถทดลอง CBR. ได้ตามกำหนด ให้ทดลอง Compaction, Sieve Analysis, Atterberg Limits ถ้าผลทดลองออกมาใกล้เคียงกันก็อาจรวมหลาย ๆ ตัวอย่างทำ CBR. ครั้งเดียว	General Test ด้วย ทำการทดลองค้นทางที่บดทับทุก ๆ ชั้น ซึ่งชั้นหนึ่ง ๆ กำหนดไว้ไม่เกิน 20 ซม.
2.3 ดินหลังบดทับ ทดลอง : Field Density Moisture Content	1) ทดลองทุก ๆ ชั้นของการบดทับ 2) ทุกระยะ 50 ม. ต่อ 1 หลุม สลับซ้าย - ขวา รวมทั้งช่วงที่เป็นงานตัดด้วย 3) ถ้าคันทางกว้างมาก ทดลองทุกระยะ 50 เมตรต่อ 1 หลุม ต่อความกว้างประมาณ 15 เมตร 4) ถ้าปรากฏว่าดินถมชั้นหนึ่งชั้นใดหนามาก ให้ปาดส่วนบนออกและทดลองในชั้นความหนา 20 ซม. จากด้านล่าง	หลุมทดลอง Field Density ต้องมีความลึกไม่น้อยกว่า 10 ซม. หรือมากกว่านั้นสุดแล้วแต่ปริมาณของทรายในเขตทดลองจะอำนวย ก่อนทดลองตรวจสอบดูให้มีทรายเต็มเขตทดลองหา Percent Compaction ให้ใช้ค่า Maximum Dry Density จาก General Test หรือ Control Test สุดแล้วแต่อย่างไหนจะมากกว่ากัน ทรายที่ใช้ให้ใช้ทรายสะอาดและแห้ง ทรายที่ใช้แล้วสกปรกมีความชื้นห้ามใช้ซ้ำ ให้เอาไปล้างอบให้แห้ง ร้อนผ่านตะแกรง เบอร์ 20 และล้างเบอร์ 40 เสียก่อนจึงนำกลับมาใช้ใหม่ได้ Calibrate Density ทรายอย่างน้อยเดือนละครั้งปฏิบัติตาม การทดลองที่ ทล.-ท. 603/2517

3. วัสดุรองพื้นทาง

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
3.1 วัสดุจากแหล่ง ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling : Abrasion	1) ทำ Boring เพื่อ - หาความหนาของ Top Soil และชั้นของวัสดุ - หาบริเวณและปริมาณของวัสดุ - คัดเลือก Area สำหรับดินเป็น Stock Pile 2) ทดลอง Sieve Analysis และ Atterberg Limits ของวัสดุแต่ละหลุมที่ขุด Boring มา 3) พิจารณา Gradation และ Atterberg Limits ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อ Locate Area สำหรับดินเป็น Stock Pile 4) นำวัสดุจากหลุมต่าง ๆ ในบริเวณ Located Area จากข้อ 3 มารวมกันแล้วทำการทดลองหาคุณภาพทุกชนิด 5) เมื่อทดลองตามข้อ 4 แล้วปรากฏว่าใช้ได้ หรือโครงการจะนำวัสดุแหล่งนี้ไปใช้งาน เก็บตัวอย่างตัวแทนส่งทดลอง Abrasion	การทดลองชั้นนี้เป็นการทดลองชั้น Investigation เพื่อจะตรวจสอบว่า วัสดุมีคุณสมบัติเหมาะสมกับความ ต้องการหรือไม่ ก่อนที่จะเปิดหน้าดิน ดินวัสดุเป็น Stock Pile ในบางกรณีอาจจะจัด Area ให้ เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดการ Blending ขึ้นขณะดินวัสดุดังกล่าว เป็น Stock Pile ผลการทดลองที่ได้ ในตอนนี้ถือว่าเป็นแนวทางเท่านั้น เพราะตัวอย่างที่ใช้ทดลองในขณะนี้ เป็นตัวอย่างที่เลือกมารวมกัน ส่วนตัว อย่างจริง ๆ อาจจะไม่เหมือนกัน เนื่องจากการเปิด Top Soil และ Area ของบริเวณที่ดินอาจจะ แตกต่างกันไป
3.2 วัสดุจาก Stock Pile ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling : Abrasion	1) เก็บตัวอย่าง Representative Sample จาก จุดต่าง ๆ ของ Stock Pile 1 ตัวอย่างต่อวัสดุ 500 ม. ³ 2) ทดลอง Sieve Analysis และ Atterberg limits ทุก ๆ ตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบ Uniformity ของวัสดุ 3) ถ้าผลการทดลองจากข้อ 2 ใกล้เคียงกัน ให้รวมตัวอย่างแล้วทดลอง Compaction, CBR. & Swelling 4) ถ้าผลการทดลองจากข้อ 2 แตกต่างกัน มาก จะต้องพิจารณาผสม Stock Pile ใหม่ 5) ส่งตัวอย่างทดลอง Abrasion 1 ตัวอย่าง ต่อวัสดุ 5,000 ม. ³ และเมื่อวัสดุเปลี่ยนไปจากเดิม	Stock Pile ที่เก็บตัวอย่างทดลอง ครั้งนี้ จะต้องทำการผสมกัน หลัง จากการดินเป็นกองในครั้งแรกมี เช่นนั้นวัสดุใน Stock Pile จะแยก เป็นชั้น ๆ กันตามลักษณะของชั้น วัสดุในดิน ทำให้เกิดปัญหาได้แย้ง ว่าวัสดุที่เก็บมาจาก Stock Pile เดียวกันแต่มีค่าทดลองไม่เหมือนกัน การทดลองในครั้งนี้ถือว่าเป็นการ ทดลองแบบ General Test เพื่อ ตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปใช้
3.3 วัสดุบนถนน ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits	1) เก็บตัวอย่างวัสดุที่ผสมดีแผ่นดินแล้ว และกำลังเตรียมบดทับทุกระยะทาง 500 เมตร มาทำการทดลอง Sieve Analysis และ Atterberg	การทดลองนี้ถือเป็น Control Test เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของ วัสดุซึ่งจะอยู่บนถนนต่อไป การ

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
: Compaction : CBR. : Swelling : Abrasion	limits 2 ตัวอย่าง ทดลอง CBR. และ Swelling 1 ตัวอย่าง 2) ในกรณีที่วัสดุถูกนำมาจากแหล่งโดยตรงซึ่งไม่ได้มีการทำ Stock Pile ไว้ ให้เก็บตัวอย่างวัสดุที่ผสมดีแล้วและกำลังเตรียมบดทับทุกระยะทาง 200 เมตรมาทำการทดลอง ก. Sieve Analysis และ Atterberg Limits 2 ตัวอย่าง ข. ทดลอง CBR. และ Swelling 1 ตัวอย่าง ค. ส่งทดลอง Abrasion 1 ตัวอย่างต่อวัสดุ 5,000 ม. ³ ถ้างานก่อสร้างทำเร็วมาก หน่วยตรวจสอบและแนะนำมีเจ้าหน้าที่ เครื่องมือจำกัดไม่สามารถทดลอง CBR. ได้ตามที่กำหนด ให้ทำการทดลอง CBR. และ Swelling 1 ตัวอย่างต่อระยะทางที่ก่อสร้าง 500 เมตร 1) ทดลองทุก ๆ ชั้นของการบดทับ 2) ทดลองทุกระยะ 50 ม. ต่อหลุมโดยสลับซ้าย - ขวา 3) หลังจากคัดทรายที่ใช้ทดลองเก็บแล้ว ให้ชุดต่อไปจนทะลุชั้นวัสดุ วัดความหนาของวัสดุแล้วบันทึกไว้เป็นหลักฐาน พร้อมกับรายงานใน ว.6 - 07 ถ้าทำหลาย Layer ให้วัดความหนารวม 4) ถ้าชั้นรองพื้นทางกว้างมากทดลองทุกระยะ 50 เมตรต่อ 1 หลุมต่อความกว้างประมาณ 15 เมตร วัสดุที่ค้ำตะแกรงเบอร์ 19 มม. ถ้ามีมากกว่า 10 % ให้นำวัสดุดังกล่าวมาทดลองหา Bulk Specific Gravity (Saturated Surface Dry) ตามการทดลองที่ ทล.-ท. 207/17 ทั้งนี้เพื่อทดลองหา Volume ของส่วนที่ค้ำตะแกรงเบอร์ 19 มม. ในการทดลอง Field Density	รายงานให้อ้างหมายเลขทดลอง General Test และผลทดลองด้วย เปรียบเทียบผล General Test และ Control Test เพื่อตรวจสอบการทดลองและการทำงาน ถ้าผล Test ทั้งสองไม่ตรงกันให้หาวิธีแก้ไข ถ้ายังแก้ไขไม่ได้ต้องปรึกษาสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบโดยด่วน ถ้าทางกว้างมาก หรือก่อสร้างด้านซ้ายและขวาไม่พร้อมกัน ปรับปรุงการเก็บและจำนวนตัวอย่างให้เหมาะสม หลุมทดลอง Field Density ต้องมีความลึกอย่างน้อย 10 ซม.หรือมากกว่านั้น สุดแล้วแต่ปริมาณของทรายในเขตทดลองจะอำนวยก่อนทดลองตรวจสอบดูให้ทรายมีอยู่เต็มขวด การทดลองหา Percent Compaction ให้ใช้ค่า Maximum Dry Density จาก General Test หรือ Control Test สุดแล้วแต่อย่างไหนจะมากกว่ากัน ถ้ามีวัสดุหีนค้ำตะแกรงเบอร์ 19 มม. มากกว่า 10% การใส่หีนกลับลงไป ในหลุมเพื่อทดลองหา Density ทำให้เกิด Error ในการทดลองมาก ให้แก้ Error นี้โดยการคำนวณหาปริมาตรจากน้ำหนักของหีนดังกล่าวตามการทดลองที่ ทล.-ท.603/2517
3.4 วัสดุหลังบดทับ ทดลอง : Field Density : Moisture Content	3.5 Bulk Specific Gravity (G)	

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
3.6 ปรับปรุงคุณภาพวัสดุโดยการผสม ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling	1) ออกแบบส่วนผสม (Mixed Design) 2) ให้ทดลองผสมจริงตามที่ออกแบบไว้ โดยใช้ความชื้นเท่ากับผสมในสนาม แล้วนำตัวอย่างนั้นมาทดลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบ	การออกแบบส่วนผสมควรใช้อัตราส่วนที่ให้คุณภาพดี มีส่วนเผื่อคลาดเคลื่อนในการทดลอง โดยคำนึงถึงความแข็งแรงประหยัด และ การใช้วัสดุให้เป็นประโยชน์มากที่สุด

4. วัสดุพื้นทาง

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
4.1 วัสดุจากแหล่ง ทดลอง : Abrasion Test	1) แหล่งเปิดใหม่ให้สำรวจลักษณะของหน้าผา ดิน Top Soil และดินข้างล่าง ตลอดจนรอยร้าวในหน้าผาว่ามีชั้นดินเหนียวปนหรือไม่ 2) เก็บหินตัวอย่างที่สกัดมาใหม่ ๆ มาทดลอง Abrasion ระวางอย่าเก็บหินที่ผุมา 3) พิจารณาความีชั้นหินผุปกคลุมอยู่หนาเท่าไร ที่ต้องเอาออกไปก่อน	ดินที่อยู่บนหน้าผา หรืออยู่ตามซอกหินทำให้เกิดปัญหาขึ้นภายหลัง เพราะในการโม่หินถ้าไม่สามารถกำจัดดินที่ติดหินออกไปได้จะทำให้ PI. ของหินย้อยสูง ปัญหาเหล่านี้จะต้องคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าก่อนเสมอ นอกจากนี้หินเปลือกนอกอาจจะเป็นหินผุ ถ้ามีความหนาแน่นมากทำให้คุณภาพของหินที่ระเบิดออกมาย้อยครั้งแรกมีคุณภาพไม่ดี
4.2 วัสดุจากปากโม้ หรือจาก Stock Pile ทดลอง : Sieve Analysis : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling : Abrasion : หาปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดโม้ : Soundness	1) ในกรณีที่ตักปากโม้ใหม่ให้เก็บตัวอย่างจากปากโม้เพื่อตรวจสอบการตักปากโม้และทำบ่อย่อย ๆ 2) หลังจากกองเป็น Stock Pile แล้ว เก็บตัวอย่าง Representative Sample จากจุดต่าง ๆ ของ Stock pile คิดเฉลี่ย 500 ม. ³ ต่อ 1 ตัวอย่าง 3) ทดลอง Sieve analysis และ Atterberg limits ทุกๆ ตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบดู Uniformity ของ Gradation ของวัสดุ ในระยะแรกต้องทดลอง Sieve Analysis, Atterberg Limits, Compaction และ CBR. ทุก ๆ ตัวอย่าง อย่างน้อย 3 ตัวอย่างหรือจนกว่าจะแน่ใจว่าค่า CBR. และอื่น ๆ ถูกต้องตาม Spec. จึงปฏิบัติตามข้อ 4 ต่อไป 4) ถ้าผลการทดลองจากข้อ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน ให้รวมตัวอย่างแล้วทดลอง Compaction, CBR. และ Swelling 5) ถ้าผลการทดลองในข้อ 3 มีผลแตกต่างกันมาก แสดงว่าวัสดุมีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ให้ทำการผสมวัสดุหินที่ Stock Pile ใหม่แล้วดำเนินการทดลองตามข้อ 3 6) ส่งทดลอง Abrasion , Soundness 5,000 ม. ³	ขนาดของหินและอัตราการป้อนหินเข้าปากโม้ ถ้าแตกต่างกันมากจะทำให้คุณภาพของหินที่ผลิตออกมาแตกต่างกันไป การกองหินเป็น Stock Pile สูง ๆ จะทำให้หินรอบ ๆ กองเกิดการแยกตัวซึ่งเห็นได้ชัด การเก็บตัวอย่างจากกองจะไม่ได้ Representative Sample ที่แท้จริง ควรกองหินไว้หลาย ๆ Stock Pile ถ้าตรวจสอบกองไหนใช้ได้ก็สามารถนำไปใช้ก่อน ส่วนกองที่ตรวจสอบไม่ได้ อาจจะทำการตรวจสอบอีกครั้งหรือทำการแก้ไขอย่างอื่นเพื่อให้ได้คุณภาพที่ถูกต้องเสียก่อนจึงนำไปใช้ต่อไปการทดลองครั้งนี้ถือเป็น General Test ให้ลงอันดับทดลองด้วยทุกครั้ง

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
4.3 วัสดุบนถนน ทดลอง : Gradation : Atterberg Limits : Compaction : CBR. : Swelling : หาปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดไม่	ต่อ 1 ตัวอย่าง และเมื่อสงสัยว่าวัสดุมีคุณภาพเปลี่ยนไปจากเดิม 7) ถ้าเป็นกรวดไม่ ทดลองหาปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดไม่ 500 ม.³ ต่อ 1 ตัวอย่าง ตามการทดลองที่ ทล.-ท.212/2521 1) เก็บตัวอย่างวัสดุบนถนนที่ผสมและตีแผ่บนถนนแล้วและกำลังเตรียมการบดทับทุกระยะทาง 500 เมตร มาทำการทดลอง Sieve Analysis และ Atterberg Limits 2 ตัวอย่าง Compaction, CBR. และ Swelling 1 ตัวอย่าง 2) ในกรณีที่วัสดุถูกนำมาจากโรงโม่ที่อยู่ห่างไกลหน่วยวิเคราะห์และตรวจสอบโครงการฯ ไม่สามารถไปเก็บตัวอย่างวัสดุจากโรงโม่มาตรวจสอบเป็นการทดลองแบบ General Test ได้ และผู้รับจ้างเหมาก็ไม่ทำ Stock Pile ไว้ใกล้บริเวณที่ก่อสร้างในการนี้ให้เก็บตัวอย่างวัสดุที่ผสมตีแผ่บนถนนและกำลังเตรียมบดทับทุกระยะทาง 200 เมตร มากระทำการทดลอง ก. Sieve Analysis และ Atterberg Limits 2 ตัวอย่าง ข. ทดลอง CBR. และ Swelling 1 ตัวอย่าง ค. ส่งทดลอง Abrasion , Soundness 5,000 ม.³ ต่อ 1 ตัวอย่าง และเมื่อสงสัยว่าวัสดุมีคุณภาพเปลี่ยนไปจากเดิม ง. ถ้าเป็นกรวดไม่ทดลองหาปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดไม่ 500 ม.³ ต่อ 1 ตัวอย่าง ตามการทดลองที่ ทล.-ท.212/2521 ถ้างานก่อสร้างทำเร็วมากหน่วยตรวจสอบและแนะนำมีเจ้าหน้าที่และเครื่องมือจำกัดไม่สามารถทดลอง CBR. ได้ตามที่กำหนด ให้ทำการทดลอง CBR. และ Swelling 1 ตัวอย่างต่อระยะทางที่ก่อสร้าง 500 เมตร	การทดลองนี้ถือเป็นการ Control Test ที่สำคัญที่สุดเพราะคุณภาพของวัสดุขณะนี้คือวัสดุที่จะอยู่บนถนนต่อไปในอนาคตจริง ๆ ถ้าทางกว้างมากหรือก่อสร้างด้านซ้ายและขวาทางไม่พร้อมกันปรับปรุงการเก็บตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างให้เหมาะสม การทดลอง Abrasion , Soundness และปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดไม่ไม่ต้องทดลองอีก ถ้าทดลองจาก Stock Pile หรือจากปากโม่แล้ว ตามข้อ 4.2

ชนิดของการทดลอง	การทดลอง	หมายเหตุ
4.4 วัสดุหลังบดทับ ทดลอง : Field Density : Moisture Content	1) ทดลองทุก ๆ ชั้นของการบดทับ (ถ้ามี) ชั้นหนึ่ง ๆ ไม่เกิน 15 ซม. 2) ทดลองทุกระยะ 50 เมตรต่อหลุมโดยสลับซ้าย - ขวา 3) หลังจากตักทรายที่ใช้ทดลองเก็บแล้ว ให้ชุดต่อไปจนทะลุชั้นวัสดุ วัดความหนาของชั้นวัสดุ แล้วบันทึกไว้เป็นหลักฐาน พร้อมกับรายงานมาใน ว.6-07 ถ้าทำหลาย Layer ให้วัดความหนา รวม 4) ถ้าชั้นพื้นทางกว้างมาก ทดลองทุกระยะ 50 เมตรต่อ 1 หลุม ต่อความกว้างประมาณ 7 เมตร	หลุมทดลอง Field Density ต้องมีความลึกอย่างน้อย 10 ซม.หรือมากกว่านั้น สุดแล้วแต่ปริมาณของทรายในเขตทดลองจะอำนวยก่อนทดลองตรวจสอบควมมีทรายอยู่เต็มขวดหรือไม่ ทรายที่ใช้จะต้องใช้ทรายแห้งสะอาดตลอดเวลา ห้ามใช้ทรายที่ขึ้น สกปรก ตรวจสอบดูให้ทรายแห้งสะอาดตลอดเวลา ถ้ามีความจำเป็นต้องเพิ่มทรายใหม่ ต้อง Calibrate หา Density ของทรายใหม่ การ Calibrate หา Density ของทรายให้ทำอย่างน้อยเดือนละครั้ง การทดลองหา Percent Compaction ให้ใช้ค่า Maximum Dry Density จาก General Test หรือ Control Test สุดแล้วแต่อย่างไหนจะมากกว่ากัน
4.5 Bulk Specific Gravity (G)	วัสดุที่ค้ำตะแกรงเบอร์ 19 มม. ให้นำมาทดลองหา Bulk Specific Gravity (Saturated Surface Dry) ตามการทดลองที่ ทล.-ท.207/17 ทั้งนี้เพื่อทดลองหา Volume ของส่วนที่ค้ำตะแกรงเบอร์ 19 มม. ในการทดลอง Field Density	ถ้ามีหินค้ำตะแกรงเบอร์ 19 มม. มากกว่า 10 % การใส่หินกลับลงไป ในหลุมเพื่อทดลองหา Density ทำให้เกิด Error มาก เนื่องจากทรายไม่สามารถลงถึงก้นหลุม ให้แก่ Error นี้โดยการคำนวณหา ปริมาตรจากน้ำหนักของหินดังกล่าว ตามการทดลองที่ ทล.-ท.603/2517

บทที่ 3

รายละเอียดข้อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างทาง

1. งานตัดคันทาง (Roadway Excavation)

- งานตัดดิน (Earth Excavation)
- งานตัดหินผุ (Soft Rock Excavation)
- งานตัดหินแข็ง (Hard Rock Excavation)
- งานขุดวัสดุไม่เหมาะสม (Unsuitable Material Excavation)
- งานขุดบริเวณดินอ่อน (Soft Material Excavation)

2. งานถมคันทาง (Embankment) แบ่งเป็น

งานดินถมคันทาง (Earth Embankment) หมายถึง การก่อสร้างถมคันทาง การทำ Benching โดยวัสดุที่ใช้จะเป็นดิน หรือวัสดุอื่นใดที่ปราศจากหน้าดินและวัชพืช ส่วนที่จับเป็นก้อนต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2") และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีค่า CBR เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบมาตรฐาน”
- มีค่าการขยายตัว (Swell) เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า CBR” ไม่เกินร้อยละ 4 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบมาตรฐาน”
- หลังจากทำการ Clearing ดินเดิมแล้วต้องทำการบดทับชั้น 150 มิลลิเมตรสุดท้ายวัดจากดินเดิมลงไปให้ได้ความแน่นแห้งของการบดทับไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบมาตรฐาน”
- ให้ทำการบดทับเป็นชั้นๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 3.0\%$
- งานดินถมคันทางจะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอด ไม่น้อยกว่า 1.44 กรัมต่อมิลลิเมตร และไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างดินที่เก็บจากหน้างานในสนามหลังจากการคลุกเคล้าและปูลงบนถนนแล้วตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบมาตรฐาน”
- การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือ

ประมาณพื้นที่ 700 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบมาตรฐาน”

งานทรายถมคันทาง (Sand Embankment) หมายถึง การก่อสร้างถมคันทาง การทำ Benching โดยวัสดุที่ใช้จะเป็นทราย หรือวัสดุอื่นใด ที่มีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด และต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) หน้าดิน (Top Soil) และ วัชพืชและต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ต้องเป็นทรายหรือวัสดุ Non-Plastic อื่นใด ที่มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร หรือ 3/8”
- เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” มีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (Sieve No.200) ไม่เกินร้อยละ 25
- มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- หากมีการถมทรายไถ่เลนให้ทำการทดสอบความแน่นของการบดทับชั้นถมทรายไถ่เลนนี้ ตั้งแต่ชั้นที่อยู่เหนือระดับน้ำ 200 มิลลิเมตรเป็นต้นไป
- ให้ทำการบดทับเป็นชั้นๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 200 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 3.0\%$
- งานทรายถมคันทางจะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอด ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตัวอย่างทรายเก็บจากหน้างาน ในสนามตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 700 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

งานวัสดุคัดเลือก ข. (Selected Material B) หมายถึง การก่อสร้างชั้นวัสดุคัดเลือก ข. ลงบนชั้นดินถมคันทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุที่มีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด โดยวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุรวมรวม (Soil Aggregate) หรือทราย ที่มีความคงทน ปราศจากก้อนดินเหนียวและวัชพืช ส่วนที่จับเป็นก้อนต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2”) และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เมื่อทดสอบโดย “วิธีการหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” มีขนาดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (Sieve No.200) ไม่เกินร้อยละ 35
 - มีค่า CBR เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
 - มีค่าการขยายตัว (Swell) เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า CBR” ไม่เกินร้อยละ 3 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
 - ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 3.0\%$
 - งานชั้นวัสดุคัดเลือก ข. จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างทรายเก็บจากหน้างานในสนามตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
 - การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตรต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- งานวัสดุคัดเลือก ก. (Selected Material A)** หมายถึง การก่อสร้างชั้นวัสดุคัดเลือก ก. ลงบนชั้นวัสดุคัดเลือก ข. หรือชั้นอื่นใดที่เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุที่มีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด โดยวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุมวลรวมที่มีความคงทน มีส่วนผสมผสมกับส่วนละเอียดที่มีคุณภาพ เป็นวัสดุเชื้อประสานที่ดี ปราศจากก้อนดินเหนียวและวัชพืช ส่วนที่จับเป็นก้อนต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2”) และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- เมื่อทดสอบโดย “วิธีการหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” มีขนาดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร ไม่เกินร้อยละ 30
 - ห้ามใช้ทรายที่มีคุณสมบัติที่มีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 0.425 มิลลิเมตร (Sieve No.40) เกินกว่าร้อยละ 80 เมื่อทำการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง”
 - ห้ามใช้ทรายที่มีคุณสมบัติที่มีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (Sieve No.200) น้อยกว่าร้อยละ 8 หรือเกินกว่าร้อยละ 30 เมื่อทำการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง”

- มีค่า Liquid Limit เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 40
- มีค่า Plasticity Index เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 20
- มีค่า CBR เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- มีค่าการขยายตัว (Swell) เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า CBR” ไม่เกินร้อยละ 3 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- กรณีใช้วัสดุจำพวก Shale ต้องมีค่าเฉลี่ย Durability Index ของวัสดุทั้งชนิดเม็ดละเอียดและเม็ดหยาบ เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาค่า Durability Index ของวัสดุ” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30
- กรณีใช้วัสดุจำพวก Non Plastic เมื่อทดสอบโดย “วิธีการหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” มีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 2.00 มิลลิเมตร (Sieve No.10) เกินกว่าร้อยละ 90 และได้คุณภาพตามที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด หากนำมาใช้ทำวัสดุคัดเลือก ก. จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 100 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างทรายเก็บจากหน้างานในสนามตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- งานชั้นวัสดุคัดเลือก ก. จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างทรายเก็บจากหน้างานในสนามตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 3.0\%$
- งานวัสดุคัดเลือก ก. จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 สำหรับวัสดุรวมรวม และไม่ต่ำกว่าร้อยละ 100 สำหรับ Non Plastic โดยการทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดตาม “วิธีการทดสอบ Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

3. งานรองพื้นทาง (Subbase) แบ่งเป็น

งานรองพื้นทางวัสดุมวลรวม (Soil Aggregate Subbase) หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองพื้นทางบนชั้นวัสดุคัดเลือก หรือชั้นอื่นใด ที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุมวลรวมที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด เป็นวัสดุมวลรวมเม็ดแข็ง ทนทาน มีส่วนหยาบผสมกับส่วนละเอียดที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อประสานที่ดี ปราศจากก้อนดินเหนียวและวัชพืช ส่วนที่จับเป็นก้อนต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2") และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีค่าความสึกหรอเมื่อใช้การทดลองโดย “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 60
- มีขนาดกะทัดรัด เมื่อทดลองด้วย “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” และต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่งตาม Grade ที่กำหนด (Grade A,B,C,D,E)
- มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 35
- มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 11
- มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- กรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิดผสมกันเพื่อให้ได้คุณภาพถูกต้อง วัสดุแต่ละชนิดจะต้องมีขนาดกะทัดรัดสม่ำเสมอและเมื่อผสมกันแล้วจะต้องมีลักษณะสม่ำเสมอและให้คุณภาพตามข้อกำหนดด้วย
- กรณีใช้วัสดุจำพวก Shale ต้องมีค่าเฉลี่ย Durability Index ของวัสดุทั้งชนิดเม็ดละเอียดและเม็ดหยาบ เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Durability Index ของวัสดุ” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 35
- ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 3.0\%$
- การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

งานรองพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Subbase) หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองพื้นทางบนชั้นวัสดุคัดเลือก หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยดินผสมปูนซีเมนต์ และน้ำที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด ดินที่ใช้ผสมปูนซีเมนต์ต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากหน้าดิน วัชพืช หรืออินทรีย์วัตถุและต้องไม่มีสารที่เป็นอันตรายต่อดินซีเมนต์เจือปนอยู่ และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เมื่อทดสอบโดย “วิธีการหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” มีขนาดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (Sieve No.200) ไม่เกินร้อยละ 40
- มีค่า Liquid Limit เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 20
- มีค่า Plasticity Index เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 20
- ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นไปตาม มอก. 15
- น้ำที่ใช้ในการผสมจะต้องสะอาดปราศจากสารต่าง ๆ เช่น กรด เกลือ ด่าง ฯลฯ
- ต้องทำ Trial Mixed ก่อนทำการก่อสร้างจริงและทำการตรวจสอบด้วยการกดแท่งตัวอย่างที่ทำการบ่มไว้ที่อายุ 7 วันด้วย “วิธี Unconfined Compressive Strength ของดิน”
- ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 2.0\%$
- การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุด

4. งานพื้นทาง (Base) แบ่งเป็น

งานพื้นทางหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base) หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุหินคลุกที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยวัสดุหินคลุกต้องเป็นหินไม่มวลรวม (Crushed Rock Soil Aggregate Type) ที่มีเนื้อแข็ง เหนียว สะอาด ไม่ฝุ่น ปราศจากวัสดุอื่นเจือปนและต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีค่าความสึกหรอเมื่อทดสอบโดย “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 40

- มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน(Loss) เมื่อทำตาม “วิธีการทดลองหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซัลเฟตจำนวน 5 รอบแล้วไม่เกินร้อยละ 9
 - มีส่วนละเอียด(Fine Aggregate) เป็นวัสดุและคุณสมบัติเดียวกันกับส่วนหยาบ (Coarse Aggregate)
 - มีขนาดกะทัดรัด เมื่อทดลองด้วย “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบ ล้าง” และต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่งตาม Grade ที่กำหนด (Grade A,B)
 - ส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 200 (0.075 มิลลิเมตร) ต้องไม่มากกว่าสองในสาม (2/3) ของส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 40 (0.425 มิลลิเมตร)
 - มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 25
 - มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 6
 - มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
 - ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 2.0\%$
 - การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตรต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณ พื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- งานพื้นทางกรวดโม (Crushed Gravel Soil Aggregate Type Base)** หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุกรวดโม มวลรวมที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยวัสดุกรวดโมมวลรวมต้องเป็นกรวดโมมวลรวม (Crushed Gravel Soil Aggregate Type Base) ที่มีเนื้อแข็ง เหนียว สะอาด ไม่ผุ ปราศจากวัสดุอื่นเจือปน โดยก่อนนำมาไม่ต้องมีส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 25.0 มิลลิเมตรไม่น้อยกว่าร้อยละ 50โดยมวลและต้องไม่ใช่วัสดุประเภท Shale และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- มีค่าความสึกหรอเมื่อทดลองโดยการใช้ “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 40

- ต้องเป็นวัสดุที่ผ่านการโม่ให้แตก ส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เมื่อนำมาทดลอง “วิธีการทดลองหาปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดโม่” ต้องมีหน้าแตกจากการโม่เป็นจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยมวล
 - มีส่วนละเอียด (Fine Aggregate) เป็นวัสดุและคุณสมบัติเดียวกันกับส่วนหยาบ (Coarse Aggregate)
 - มีขนาดผละที่ดี เมื่อทดลองด้วย “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” และต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่งตาม Grade ที่กำหนด (Grade A,B,C)
 - ส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 200 (0.075 มิลลิเมตร) ต้องไม่มากกว่าสองในสาม (2/3) ของส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 40 (0.425 มิลลิเมตร)
 - มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 25
 - มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 6
 - มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
 - ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 2.0\%$
 - การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- งานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ (Cement Modified Crushed Rock Base)** หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นอื่นใด ที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุหินคลุกผสมซีเมนต์ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยวัสดุหินคลุกต้องเป็นหินโม่มวลรวม (Crushed Rock Soil Aggregate Type) ที่มีเนื้อแข็ง เหนียว สะอาด ไม่ผุ ปราศจากวัสดุอื่นเจือปน และต้องไม่ใช่วัสดุประเภท Shale และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- มีค่าความสึกหรอเมื่อทดลองโดยใช้ “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 40

- มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน(Loss) เมื่อทำตาม “วิธีการทดลองหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซัลเฟตจำนวน 5 รอบแล้วไม่เกินร้อยละ 9
- มีส่วนละเอียด (Fine Aggregate) เป็นวัสดุและคุณสมบัติเดียวกันกับส่วนหยาบ (Coarse Aggregate)
- มีขนาดกะทัดรัด เมื่อทดลองด้วย “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบ ล้าง” และต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่งตาม Grade ที่กำหนด (Grade B,C,D)
- ส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 200 (0.075 มิลลิเมตร) ต้องไม่มากกว่าสองในสาม (2/3) ของส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 40 (0.425 มิลลิเมตร)
- มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 25
- มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 6
- มีค่า CBR เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด ร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”
- ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นไปตาม มอก. 15
- น้ำที่ใช้ในการผสมจะต้องสะอาดปราศจากสารต่าง ๆ เช่น กรด เกลือ ต่าง ๆ ฯลฯ
- ต้องทำ Trial Mixed ก่อนทำการก่อสร้างจริงและทำการตรวจสอบด้วยการกดแท่งตัวอย่าง ที่ทำการบ่มไว้ที่อายุ 7 วันด้วย “วิธี Unconfined Compressive Strength ของดิน”
- ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 2.0\%$
- การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจรหรือประมาณ พื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

งานพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Base) หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นอื่นใด ที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยวัสดุดินผสมปูนซีเมนต์ และน้ำ ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยวัสดุดินผสมปูนซีเมนต์ต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากหน้าดิน วัชพืช หรืออินทรีย์สารอื่นๆ และไม่มีสารอื่นที่อาจเป็นอันตรายต่อคุณภาพของดินซีเมนต์ที่เจือปนอยู่ และต้องไม่ใช่วัสดุประเภท Shale และต้องผ่านคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีค่าความสึกหรอเมื่อทดลองโดยใช้ “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 60
- เมื่อทดลองโดย “วิธีการหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” มีขนาดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตรและส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 2.00 มิลลิเมตร (Sieve No.10) ไม่เกินร้อยละ 70 และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (Sieve No.200) ไม่เกินร้อยละ 25
- มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 40
- มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ 15
- ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นไปตาม มอก. 15
- น้ำที่ใช้ในการผสมจะต้องสะอาดปราศจากสารต่าง ๆ เช่น กรด เกลือ ต่าง ๆ
- ต้องทำ Trial Mixed ก่อนทำการก่อสร้างจริงและทำการตรวจสอบด้วยการกดแท่งตัวอย่างที่ทำการบ่มไว้ที่อายุ 7 วันด้วย “วิธี Unconfined Compressive Strength ของดิน”
- ให้ทำการบดทับเป็นชั้น ๆ โดยความหนาหลังการบดทับต้องไม่เกินชั้นละ 150 มิลลิเมตร และต้องรักษาให้ปริมาณน้ำระหว่างการทำงานให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 2.0\%$
- การทดสอบความแน่นของการบดทับให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อ 1 ช่องจราจร หรือประมาณ พื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างและให้ได้ค่าความแน่นแห้งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตาม “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

บทที่ 4

การควบคุมการเปิดบ่อวัสดุสร้างทาง (Soil – Aggregate)

1. จุดประสงค์

จุดประสงค์ของการเขียนในเรื่องนี้ เพื่อให้เจ้าหน้าที่สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบที่ออกไปควบคุมการก่อสร้างทางด้านวัสดุ ได้เข้าใจถึงวิธีการเปิดบ่อวัสดุ เพื่อควบคุมให้วัสดุมีคุณภาพ Uniform กันทั่ว Stock Pile

2. การสำรวจบ่อวัสดุชั้นละเอียด

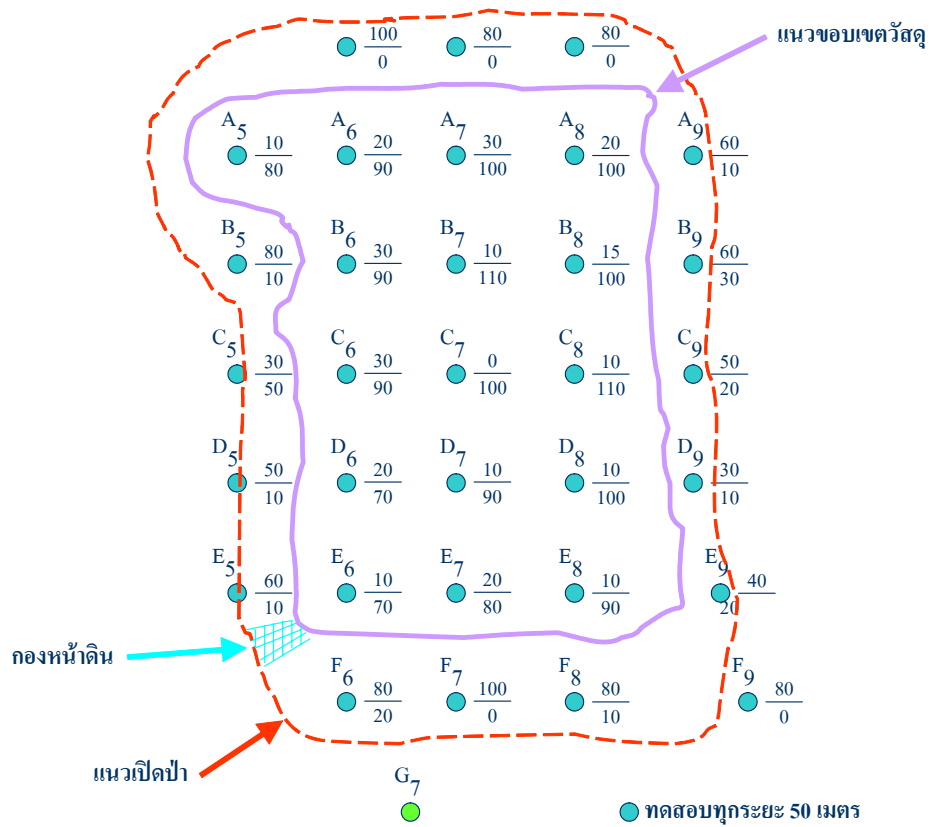
2.1 เนื่องจากคุณภาพและปริมาณที่แสดงไว้ในแบบสำหรับให้บริษัทประเมินราคาประมูลนั้น ได้จากการสำรวจชั้น Preliminary เท่านั้น ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะมาเป็นมาตรการควบคุมการก่อสร้างเลยทีเดียวไม่ได้ จะต้องทำการทดลองวัสดุใหม่เพื่อตรวจสอบคุณภาพที่แท้จริงโดยละเอียด

2.2 ให้ทำการ boring โดยใช้คนงานขุดให้ลึกตลอดความหนาของวัสดุ โดยการวางแนวหลุมเจาะเป็นตามหากรูกดังแสดงในรูปที่ 1 และทำแผนที่แสดงตำแหน่งหลุม ความหนาของ Top soil และของวัสดุ และ log boring ดังแสดงในรูป 2

2.3 หาแนวของวัสดุโดยประมาณจากแผนที่ซึ่งทำตาม ข้อ 2.2 แล้วขีดเส้นล้อมรอบไว้กะแนวเปิดป่าซึ่งแนวนั้นจะต้องอยู่นอกแนววัสดุ ระยะระหว่างแนววัสดุ และแนวเปิดป่า คือระยะที่จะเก็บไว้ทั้งหน้าดิน ซึ่งจะกองในรูปของ Stock pile การที่ทำเช่นนี้ก็เพื่อให้เครื่องจักรทำงานให้น้อยที่สุด มิเช่นนั้นแล้วอาจจะเปิดป่าและเปิดหน้าดินไม่เป็นระเบียบ เป็นการเปลืองแรงงานโดยเปล่าประโยชน์

2.4 เมื่อทำการ boring จนตลอดบ่อวัสดุตามข้อ 2.2 แล้ว ให้ทำการเก็บตัวอย่างจากหลุม boring เพื่อจะมาทดลองคุณภาพต่อไป การเก็บตัวอย่างนี้จะต้องพิจารณาถึงวิธีการที่จะขุดตัวอย่างไปใช้ด้วย สมมุติว่าวัสดุหนาพอสมควรที่จะใช้รถแทรกเตอร์ดันออกมาให้เป็นกองครั้งเดียวตลอดความหนา ก็ให้ทำการเก็บตัวอย่างที่เดียวตลอดความหนาของวัสดุ โดยการใช้ผ้าปูรองรับที่ก้นหลุมแล้วใช้จอบถากวัสดุตั้งแต่ชั้นบนเรื่อยลงมาจนถึงข้างล่าง รวมกันบนผ้าที่ปูไว้เก็บตัวอย่างทั้งหมดมาทดลองต่อไป

2.5 ถ้าหากว่าวัสดุนั้นหนามาก ไม่สามารถจะเปิดเป็นกองได้ในครั้งเดียว จำต้องเปิดออกเป็นชั้น ๆ การเก็บตัวอย่างก็ต้องเก็บเป็นชั้นๆ ตามที่คาดคะเนว่าจะเปิดเอาไปใช้ทั้งนี้เพื่อให้ตัวอย่างที่เก็บเอามาจะได้คล้ายคลึงกับตัวอย่างที่จะนำไปใช้ การคาดคะเนนี้จะทำได้ดีเพียงใด ขึ้นกับประสบการณ์และการควบคุมอีกทอดหนึ่ง



รูปที่ 1

Test hole	A ₅		0.10	Top Soil – Clayey Sand
			0.80	Soil Aggregate
				Clay
Test hole	C ₇		0.10	Top Soil – Clayey Sand
			1.00	Soil Aggregate
				Clay
Test hole	E ₈		0.10	Top Soil – Clayey Sand
			0.90	Soil Aggregate
				Clay

รูปที่ 2

3. การทดสอบวัสดุที่เก็บมาจาก Test Hole (จาก Boring)

3.1 ตัวอย่างที่เก็บมาจากหลุม Test hole แต่ละหลุม จะต้องแบ่งออกโดยใช้ Sample splitter หรือ วิธี quartering ให้ได้ตัวอย่างพอที่จะทดสอบทำ Sieve และ Atterberg (ห้ามตักเอาตัวอย่างมาโดยไม่ใช้วิธี quartering หรือใช้ Sample splitter) และให้ทดสอบ Sieve และ Atterberg limit ของแต่ละตัวอย่าง

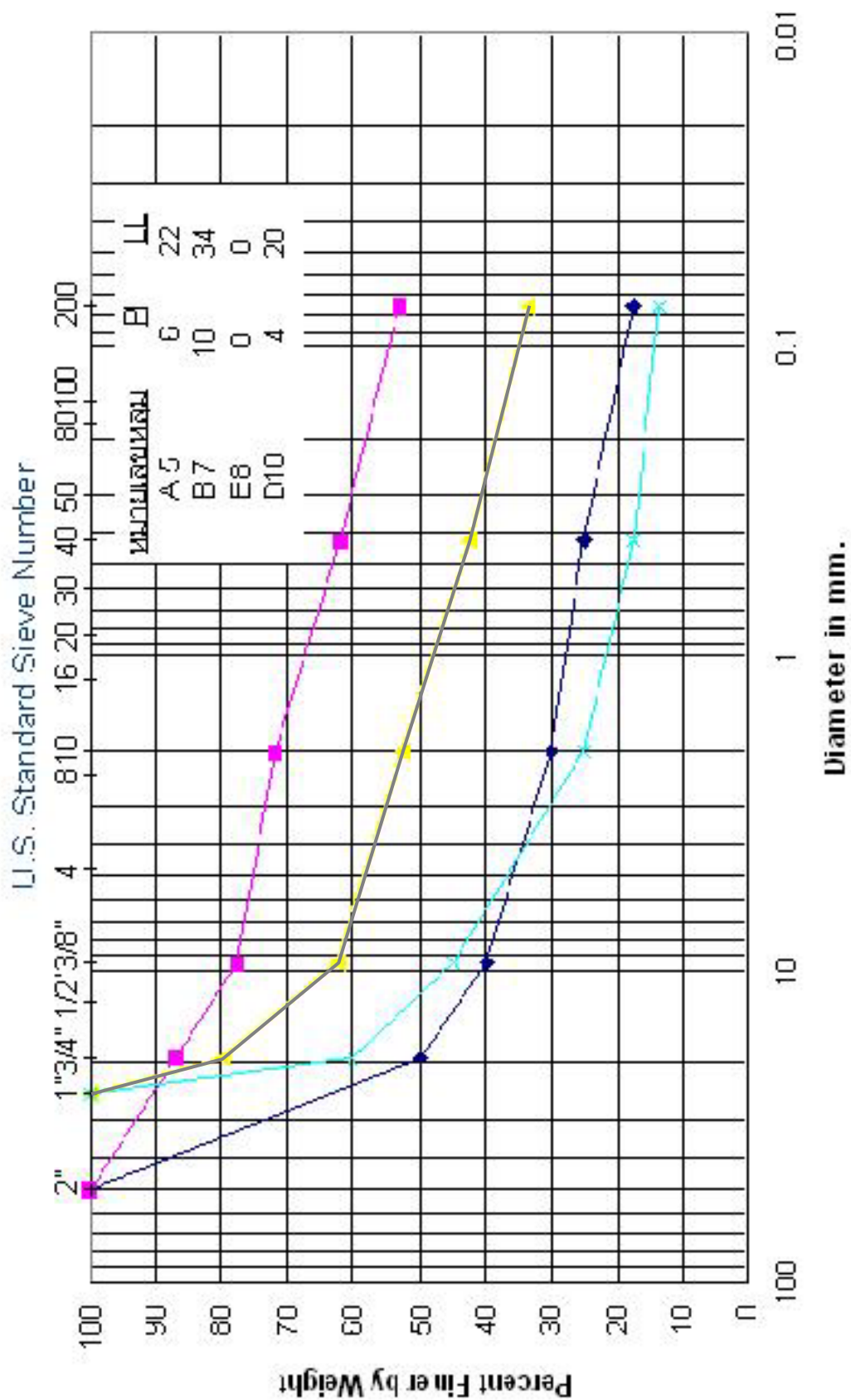
3.2 หลังจากทราบผลการทดสอบจากข้อ 3.1 แล้วให้นำผลการทดสอบที่ได้มา Plot graph ในแบบ SM 18 ดังแสดงในรูป 3 ทั้งนี้เพื่อจะดูความแตกต่างของ “Gradation” ของวัสดุที่มาจากตอนต่างๆ ทั้งๆที่อยู่ในแหล่งเดียวกัน และเป็นการพิจารณาได้ด้วยว่า “Gradation” หนึ่งๆ จะอยู่ในชั้น “Well Grade”, “Poor Grade” หรือ “Gap Grade” โดยดูจาก graph ที่ plot นั้นๆ ทั้งนี้บางครั้ง “Grade” เหล่านี้อาจจะยังคงอยู่ range ของ specs.

3.3 นอกจาก Plot gradation ลงใน SM 18 ตามข้อ 3.2 แล้ว ให้เขียน L.L และ P.I. กำกับลงไปด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการพิจารณา AREA ที่จะดันวัสดุเป็น Stock Pile โดยการแบ่ง AREA ตามคุณภาพของวัสดุที่ศึกษาจาก graph ที่ plot ตามข้อ 3.2

3.4 AREA ที่จะแบ่งออกเพื่อดันเป็น Stock Pile นี้จะพิจารณาความเร่งด่วนของงานเป็นสำคัญ ถ้าหากจำเป็นจะต้องใช้วัสดุโดยเร่งด่วน ให้แบ่ง AREA ที่คุณภาพของวัสดุทาง P.I. และ Gradation ถูกต้อง

บ่อวัสดุบางแห่งอาจจะมีพวกวัสดุที่มีคุณภาพถูกต้อง และมีคุณภาพไม่ถูกต้อง บางครั้งอาจจะเอาวัสดุทั้งสองชนิดนี้ผสมกันในบ่อ หรือ Blending กันในบ่อ ก็จะได้วัสดุที่มีคุณภาพดีขึ้น และเป็นการเปลืองแรงงานน้อยกว่าที่จะใช้วัสดุอย่างอื่น เช่น ทราย เอามาผสมกันภายหลัง

3.5 เมื่อได้แบ่ง AREA ของบ่อวัสดุแล้ว ให้เอาตัวอย่างที่เก็บมาจาก Test hole ของแต่ละ AREA มาผสมกันทั้งหมดเพื่อทำ compaction และหาค่า C.B.R. ค่า C.B.R. ที่ได้นี้จะเป็ค่าโดยประมาณ แต่ใกล้เคียงความเป็นจริงของวัสดุ เหตุที่ค่า C.B.R. ที่ได้นี้ไม่ถูกต้องนัก เป็นเพราะอัตราส่วนผสมของวัสดุที่เก็บมาจาก Test hole จะแตกต่างกับอัตราส่วนจริง ๆ ในสนาม ค่า C.B.R. ที่ถูกต้องจริง ๆ จะต้องมาจากวัสดุที่เก็บมาจาก Stock Pile ที่ให้คลุกผสมกันเป็นอย่างดีแล้ว ก่อนที่จะนำไปลงบนถนน



รูปที่ 3

4. หลักการแบ่ง AREA เพื่อความเหมาะสม

4.1. ถ้าการแบ่ง AREA ตามข้อ 3 และทราบผลการทดลอง C.B.R. แล้ว และค่า C.B.R. ระหว่าง AREA หนึ่งๆ แตกต่างกันมาก ก็อาจจะแบ่ง AREA ใหม่ โดยใช้ค่า C.B.R. เป็นหลักพิจารณา (การแบ่ง AREA ตามข้อ 3 ใช้ค่า Atterberg limit และ Sieve เป็นหลักพิจารณา)

4.2 สมมุติว่า ได้ค่า C.B.R. ของ AREA ต่าง ๆ ดังนี้ (ดูรูป 3 A)

AREA	1	ค่า	C.B.R.=10%
AREA	2	ค่า	C.B.R.=80%
AREA	3	ค่า	C.B.R.=30%

ถ้าพิจารณาแต่ค่า C.B.R. แต่เพียงอย่างเดียว จะเห็นว่า AREA 1 มีค่าต่ำไปส่วน AREA 2 มีค่าสูง และอาจจะสูงเกินความต้องการ สำหรับการออกแบบทำเป็น Subbase ถ้าหากว่าใช้วัสดุจาก AREA 1 และ AREA 2 ผสมกัน อาจจะทำให้ค่า C.B.R. เมื่อผสมแล้วสูงขึ้น ซึ่งมีคุณภาพเหมาะสมทั้งหมด ดูการแบ่ง AREA ใหม่ที่แสดงในรูป 4

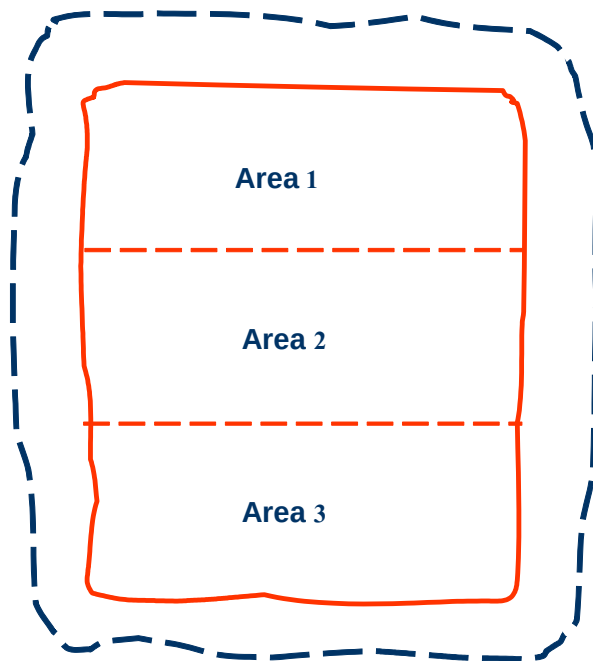
4.3 นอกจากการแบ่ง AREA เพื่อปรับปรุงคุณภาพทาง C.B.R. ดังกล่าวมาแล้ว ข้างต้นยังสามารถใช้หลักการเดียวกันนี้

4.3.1 ใช้วัสดุจาก AREA ที่มี P.I. มาก ผสมกับวัสดุจาก AREA ที่มี P.I. น้อย เพื่อเป็นการปรับปรุง P.I. ให้มีคุณภาพทุกๆ ไปดีขึ้น

4.3.2 ใช้วัสดุจาก AREA ที่มี fine portion มาก ผสมกับวัสดุจาก AREA ที่มี fine portion น้อย เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้าน fine portion ของวัสดุ

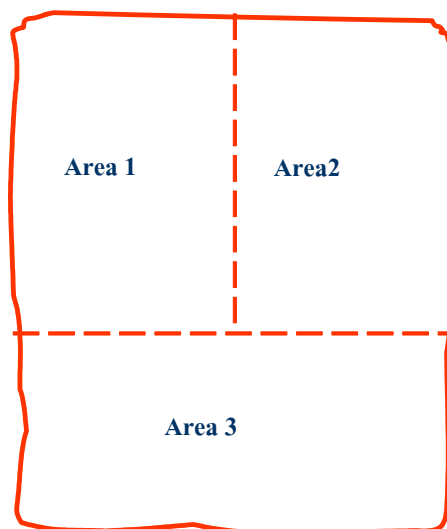
โอกาสที่จะกระทำแบบนี้ จะต้องใช้เครื่องจักรพรวนรถแทรกเตอร์ และทำในบริเวณบ่อวัสดุขณะกำลังเปิดบ่อเท่านั้น จึงจะกระทำได้ดีเต็มที่

การแบ่งพื้นที่ของแหล่งดูกรัง



รูปที่ 3a

การแบ่งพื้นที่ของแหล่งดูกรัง



รูปที่ 4

5. การดันวัสดุเป็นรูป Stock Pile

5.1 ก่อนที่จะทำการดันวัสดุขึ้นมาเป็น Stock Pile นั้นจะต้องทำการเปิดหน้าดินให้หมดก่อน เพราะหน้าดินจะทำให้ P.I. และ fine portion ของวัสดุเปลี่ยนแปลงไปและจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรนั้นก็สุดแท้แต่ชนิดของหน้าดิน ถ้าหน้าดินเป็นพวก Clay จะทำให้ P.I. และ fine ของวัสดุมากยิ่งขึ้น ถ้าเป็นพวก Sand ก็อาจจะลด P.I. ฯลฯ การเปิดหน้าดินนี้ โดยปกตินิสัยของพนักงานขับเครื่องจักร ชอบไถหน้าดินออกเรียบเป็นหน้ากระดาน ซึ่งบางแห่งหน้าดินจะไม่เรียบ อาจจะมีอยู่เป็นสูงๆ ต่ำๆ การไถหน้าดินเรียบเป็นหน้ากระดาน อาจจะทำให้วัสดุออกทิ้งมากเกินไปจนสมควร ควรจะไถหน้าดินออกตามความหนาของหน้าดินที่แท้จริง คือถ้าดินตรงไหนลึกก็ขุดไถออกเป็นบริเวณพิเศษ ตรงไหนไถหน้าดินออกจนถึงวัสดุจริงๆ แล้วก็ควรจะหยุด

5.2 เมื่อเปิดหน้าดินหมดแล้ว เริ่มดันวัสดุตามแนวสนามที่ได้กำหนดเอาไว้จากทิศต่างๆ เพื่อให้วัสดุมารวมกันอย่างหนาแน่น Stock Pile ควรจะเป็นรูปยาวๆ ความยาวประมาณ 30 – 40 เมตร และความสูงประมาณ 3 – 5 เมตร การดันวัสดุในระยะที่จวนจะหมดวัสดุ และถึงพื้นดินชั้นล่างจะเป็นระยะที่สำคัญที่สุด จะต้องได้รับการควบคุมดูแลที่ใกล้ชิดพอควร เพราะถ้าดันเอาดินชั้นล่างปนมาด้วย ก็จะทำให้คุณสมบัติของวัสดุเปลี่ยนแปลงไปดังกล่าวในข้อ 5.1

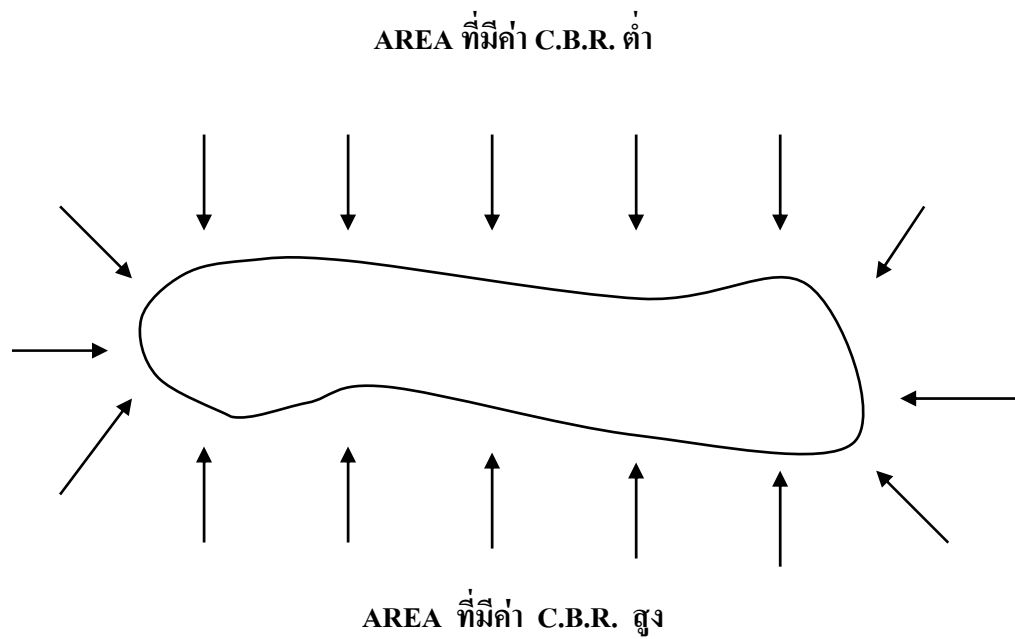
5.3 หลังจากดันผสมอย่างหนาแน่น ในรูป Stock Pile ดังกล่าวแล้ว จะสังเกตเห็นได้ว่าวัสดุจะไม่เหมือนกันหมดทั้งกอง และเพื่อที่จะให้วัสดุได้มีคุณภาพเหมือนกันทั่วกองจะต้องทำการผสมกันอีกครั้งหนึ่งโดยวิธีการดันย้ายกอง ดังแสดงในรูป 5 วิธีการทำอย่างนี้ก็คือการคลุกผสมกันนั่นเองและการคลุกผสมกันจะเข้ากันดีเพียงไร ขึ้นอยู่กับทิศทางของวัสดุที่ดันมาผสมกัน สังเกตดูทิศทางลูกศรที่แสดงแนะไว้ในรูป 5

6. การเก็บตัวอย่างจาก Stock Pile เพื่อทดลอง

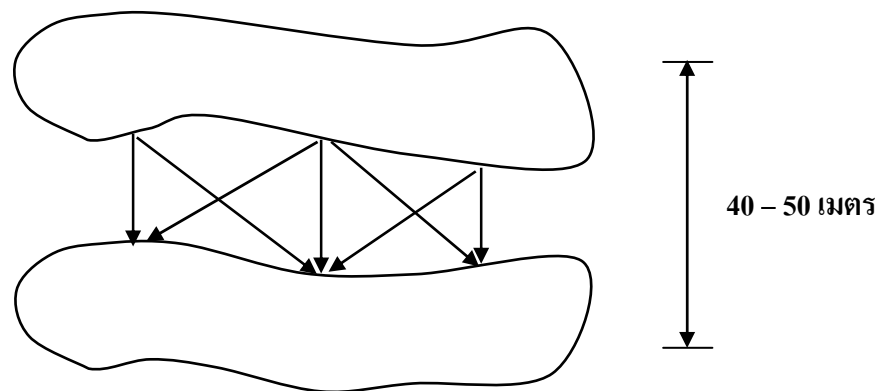
6.1 เมื่อทำการ blend แล้ว จะต้องทำการเก็บตัวอย่างมาทดลองอีกครั้งหนึ่งเพื่อตรวจสอบคุณภาพ การทดลองครั้งนี้ถือเป็น general Test การเก็บตัวอย่างจะต้องเก็บจากแนวต่างๆ ให้ได้ตัวอย่างครบตามที่แนะไว้ใน “หลักควบคุมวัสดุสร้างทาง” คู่มือการเก็บตัวอย่างดังแสดงในรูป 6

6.2 ทำการทดลองหา Gradation และ Atterberg limit แล้ว plot ผลการทดลองนี้ใน SM18 เพื่อจะพิจารณาว่า Gradation ของวัสดุ Uniform หรือไม่ ในรูป 7 แสดง Gradation , P.I. และ L.L. ของวัสดุที่เก็บมาจาก Stock Pile แนวต่าง ๆ มีคุณภาพไม่ Uniform

6.3 เมื่อทดลองคุณภาพตาม ข้อ 6.2 แล้ว ให้เอาตัวอย่างทั้งหมดรวมกันเพื่อทำ Compaction และ C.B.R. ต่อไป



ขั้นที่ 1 ดันวัสดุมาจากทิศต่างๆกัน เพื่อผสมกันอย่างหยาบๆ และเป็นรูป Stock pile ยาวประมาณ 30 – 40 เมตร สูงประมาณ 3 – 5 เมตร

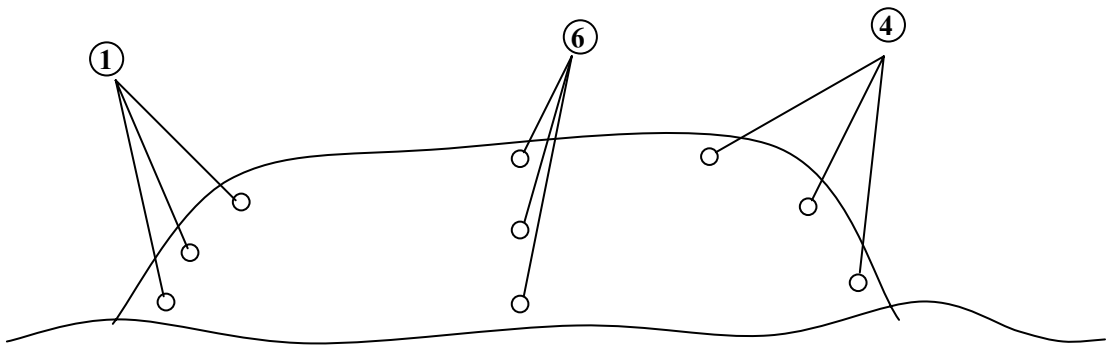


ขั้นที่ 2 เมื่อดันผสมกันอย่างหยาบๆ ครั้งแรกแล้ว ทำการผสมขั้นต่อไปโดยการย้ายกอง Stock Pile โดยวิธีดันจากจุดต่างๆ ของ Stock Pile เดิม มารวมกันเป็น Stock Pile ใหม่ ระยะระหว่าง Stock Pile เดิมและ Stock Pile ใหม่ ห่างกันประมาณ 30 – 40 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้วัสดุผสมกับหน้าไพบีดระหว่างการดัน

รูปที่ 5



Plan ของ Stock Pile



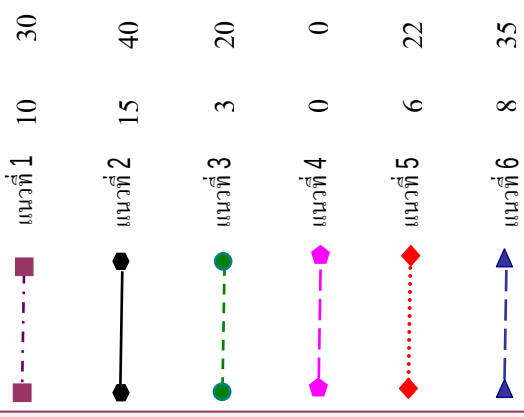
Profile ของ Stock Pile

รูปที่ 6

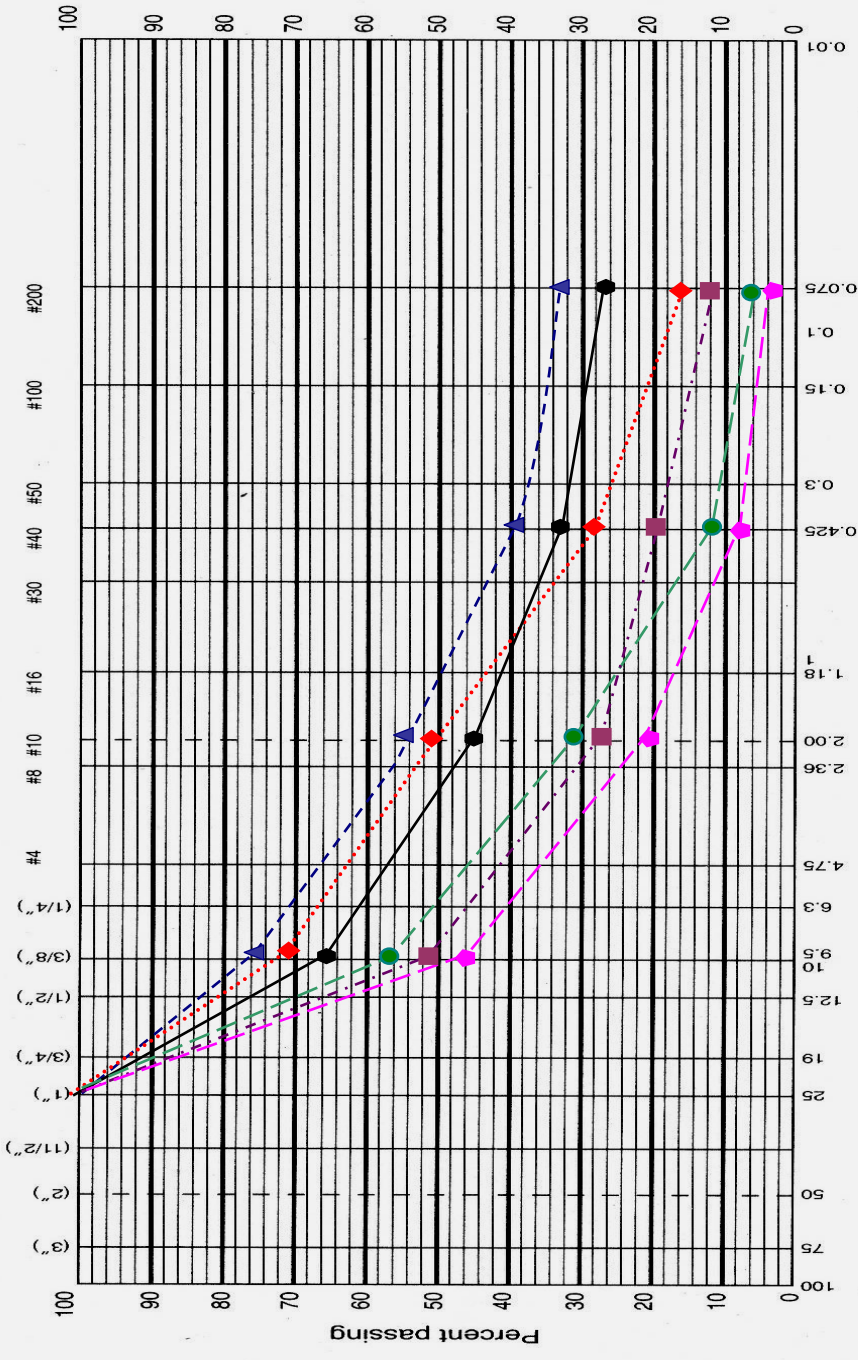
แสดงการเก็บตัวอย่างจาก Stock Pile ที่ Blend แล้วจากแนวต่างๆ ภาพนี้แสดงการเก็บทั้งหมด 6 แนว

ใน Profile แสดงจุดที่เก็บสำหรับแนวหนึ่งๆ จะต้องเก็บทั้งหมด 3 จุด คือ จุดล่าง จุดกลาง จุดบน ของ Stock Pile แล้วนำมารวมกันเป็นหนึ่งตัวอย่าง

P.I. L.L.



แสดงคุณภาพของ Gradation ,
P.I. , และ L.L. ของวัสดุที่เก็บ
มาจาก Stock Pile ซึ่งมีคุณภาพ
ไม่ Uniform



Particle size in millimeter

GRAVEL ASTM. SOIL CLASS	SAND			SILT	CLAY
	COARSE	FINE			
		MEDIUM			

รูปที่ 7

7. การขนวัสดุจาก Stock Pile

7.1 การขนวัสดุจาก Stock Pile ไปลงบนถนน ถ้าวางระบบการขนให้ดีแล้วจะเกิดการผสมวัสดุบนถนนอีกครั้งหนึ่งซึ่งจะทำให้วัสดุมีคุณภาพ Uniform มากขึ้นและการทำแบบนี้จะไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเลย

7.2 ถ้าได้วาง Stock Pile เป็นรูปยาวๆ แล้ว การขนวัสดุรถคันแรกให้ตักจากหัวกอง พอร์ตคันต่อไปให้เลื่อนจุดตักออกไปอีก และทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงหางกอง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 ซึ่งจะตักถึง 10 คันรถ จึงจะทั่วกอง โดยทั่วไปแล้วระยะระหว่างรถคันหนึ่งๆที่จะลงบนถนนมักจะประมาณ 3 เมตร ถ้ามี 10 คันรถ ระยะระหว่างรถคันที่หนึ่งและคันที่ 10 จะห่างกัน 27 เมตร ซึ่งเมื่อรถเกรตลัมพ์วัสดุแล้ว วัสดุจากคันที่หนึ่งมีโอกาสจะไปผสมถึงคันที่ 10 หรือกล่าวอย่างง่ายว่า วัสดุทั้ง 10 คันรถนี้ จะผสมกันอีกครั้งหนึ่งเนื่องจากการทำงานโดยปกติของรถเกรตเลอร์เท่ากับว่าเอาวัสดุทั้ง Stock Pile มาผสมกันอีกครั้งหนึ่งนั่นเอง

7.3 ให้เก็บวัสดุบนถนนหลังจากรถเกรตเลอร์ผสมแล้วไปทดสอบหา Gradation และ Atterberg limit แล้ว plot ลงใน graph เพื่อเปรียบดู Uniformity ของวัสดุที่เก็บมาจากถนน และที่เก็บมาจาก Stock Pile จะเห็นได้ว่าวัสดุที่เก็บมาจากถนนโดยวิธีการทำดังกล่าวมาแล้ว จะมีคุณภาพ Uniform มาก ซึ่งการ Uniform ของคุณภาพของวัสดุจะเป็นความสำเร็จสูงสุดของการควบคุมคุณภาพของวัสดุสร้างทาง

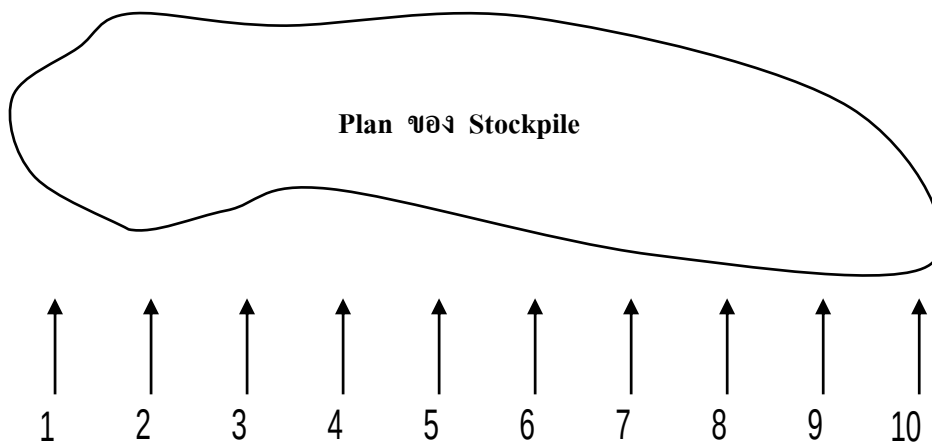
8. การศึกษา Gradation ของวัสดุโดยการ Plot graph

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ การพิจารณา gradation ของวัสดุ ใช้การดูแต่ตัวเลขเท่านั้นซึ่งการพิจารณาแค่ตัวเลขอาจจะได้ gradation ที่ไม่เหมาะสม ทั่วๆไป gradation นั้นๆก็ยังคงถูกต้องตามข้อกำหนด ดังแสดง gradation 3 ตัวอย่างไว้ในรูปที่ 9 พร้อมกับ range ของ specs.

“Gap grade” Gradation อันนี้ถึงแม้จะถูกต้องตาม specs. ก็ตาม แต่ถ้าพิจารณาวัสดุช่วงจากตะแกรงเบอร์ 10 ถึงตะแกรงเบอร์ 100 จะเห็นว่าช่วงนี้ไม่ค่อยจะมีวัสดุขนาดนี้อยู่ถือได้ว่ามี “Gap” อยู่ จึงเรียกว่า Gap grade

“Poor Grade” Gradation อันนี้ก็ยังคงอยู่ใน range ของ Specs. แต่ทว่ามองดูจาก Curve แล้ว เส้น Curve จะหักไปหักมาไม่ smooth เท่าที่ควรแสดงว่าเมล็ดก้อนของวัสดุไม่เรียบจากใหญ่ไปหาเล็กเท่าที่ควรจะเป็น จึงเรียกว่า Poor grade

“Well Grade” Gradation อันนี้ดูจาก Curve แล้วจะเห็นว่า smooth ดีและแทบจะขนานกับ range ของ specs. ซึ่งแสดงว่า gradation อันนี้ มีพวกเมล็ดก้อนเรียงตัวจากใหญ่ไปหาเล็ก ทำให้เกิดเป็น Dense grade และเมื่อบดอัดทับให้แน่นดีแล้วจะเพิ่ม Strength ของวัสดุขึ้นสูงได้



รูปที่ 8

แสดงการตัดวัสดุจาก Stock Pile หมายเลขที่แสดงไว้คือตำแหน่งที่ตัดวัสดุใส่รถ ตำแหน่งที่ตัดวัสดุนี้อาจจะไม่อยู่คงที่ แต่จะย้ายไปเรื่อยๆ กล่าวคือ เมื่อตัดวัสดุจุดที่1 แล้วย้ายไปเรื่อยๆ จนถึงจุดที่10 เมื่อหมดจุดที่10 แล้ว ก็กลับมาเริ่มจุดที่1 ต่อไปใหม่ จุดหนึ่งๆ หมายถึงวัสดุที่บรรจุรถคันหนึ่งๆ

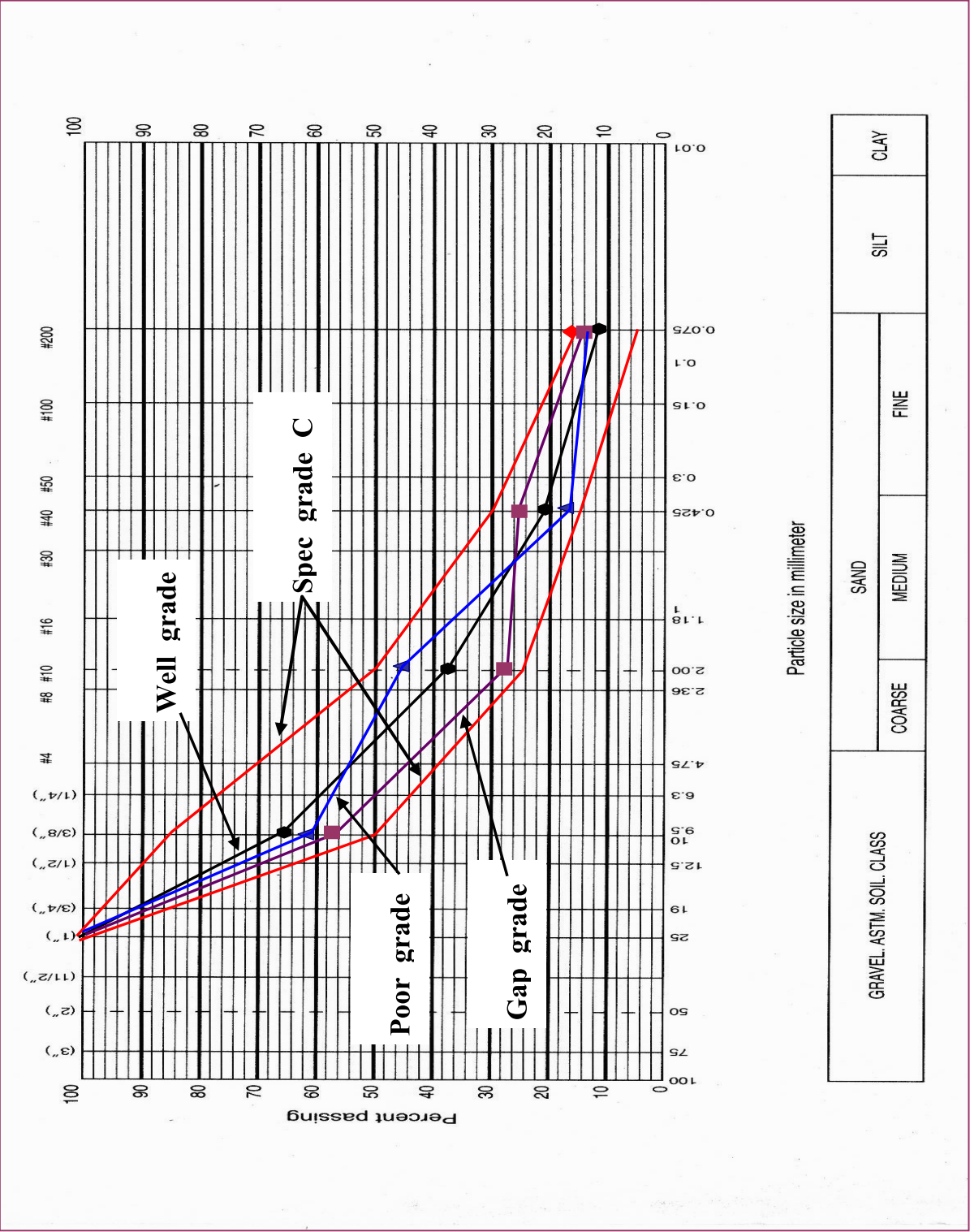
การที่ทำเช่นนี้คือ การตัดวัสดุจากทั่วกองไปลงบนถนน ซึ่งจะเป็นการผสมกันไปในตัวเมื่อรถเกรดเกลี่ยวัสดุลงบนพื้นถนน

จึงขอกล่าวซ้ำอีกว่า การที่ดูแต่ตัวเลขของ Gradation อย่างเดียวจะไม่ทราบเลยว่าวัสดุนั้นๆมี Grade ดีหรือไม่ ถึงแม้จะถูกต้องตาม specs. ก็ตาม ควรที่จะเขียนกราฟและพิจารณาความ smooth ของเส้นเพื่อตัดสินใจว่าจะได้วัสดุ Grade ดีหรือไม่

9. สรุป

การควบคุมอย่างนี้จะได้คุณภาพของวัสดุที่ค่อนข้าง Uniform มาก ถึงแม้จะต้องมีการแก้ไขประการใดเพื่อปรับปรุงคุณภาพของวัสดุ เช่น การผสมทรายก็จะทำได้สะดวกเพราะมีการแก้ไขที่เหมือนๆ กันตลอดช่วงที่ใช้วัสดุจากกองเดียวกัน

การ Control ในสนามจะไม่มีปัญหาอะไรอีก เพราะทุกอย่างก็ได้ทำการควบคุมจากบ่อวัสดุแล้ว และคุณภาพก็รู้เป็นที่แน่นอน การควบคุมขั้นสุดท้ายก็ให้บดทับให้ได้ตามที่ต้องการเท่านั้น



รูปที่ 9

บทที่ 5

วิธีควบคุมการก่อสร้างด้านวัสดุ

1. งานก่อสร้าง

1.1 งานวางท่อ

ก) การเตรียมพื้นฐานรองรับท่อ (Bedding) จะใช้แบบ Concrete Cradle หรือ Ordinary Bedding แล้วแต่ลักษณะของดินเดิม ถ้าดินเดิมเป็นดินแข็ง ควรใช้ Ordinary Bedding โดยการใช้วัสดุที่เหมาะสม เช่น ทราย หรือ Soil Aggregate ที่มีคุณภาพตามที่ระบุในแบบ(ถ้ามี) ปรับระดับหนาประมาณ 20 ซม. บดทับให้ได้ความแน่นที่ 95% ของการทดลองที่ ทล. – ท. 107/2517 ถ้าหากดินเดิมเป็นดินอ่อนควรใช้ Concrete Cradle Bedding

ข) เมื่อได้แต่งพื้นฐานและวางท่อลงไปตามที่กำหนดในแบบแล้ว ให้ถมดินเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งไม่เกิน 20 ซม. แต่ละชั้นให้บดทับด้วย Mechanical Tamper หรือ Vibratory Compactors จนได้ความแน่นตามที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดควบคุมการก่อสร้าง

การบดทับดินหลังท่อจะต้องเข้มงวดกดขันมากที่สุด และถ้าเป็นไปได้ควรวางท่อก่อนขึ้นงานดิน เพราะหลังจากบดทับบริเวณท่อตามที่กล่าวข้างต้นแล้ว ขณะที่เครื่องจักรวิ่งทำงานผ่านก็จะช่วยเพิ่มการบดทับมากขึ้น แต่ถ้าทำงานดินจนเสร็จหรือลงวัสดุชั้นอื่นๆ ไปแล้ว และมาขุดวางท่อภายหลังการทำงานแบบนี้ มักจะเป็นการทำงานที่เร่งรีบ การบดทับทำได้ไม่ดีเท่างานดินถมใกล้เคียง เนื่องจากเครื่องจักรบดทับมีขนาดเล็กและช่องว่างสำหรับบดทับไม่เพียงพอ การทำงานไม่สะดวกยิ่งทำ Surface ปิดเร็วจะทำให้การทรุดตัวของดินหลังท่อเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังที่จะสังเกตได้จากการทรุดตัวของหลังท่อทุกๆ ไปในขณะนี้ ซึ่งมักจะต้องแก้ไขโดยใช้ Pre – Mix ปรับระดับ ยกเว้นงานก่อสร้างที่ผ่านดินอ่อน และช่วงที่มีดินถมสูงมากๆ ซึ่งผู้ออกแบบจะกำหนดวิธีวางท่อไว้เป็นพิเศษ

1.2 งาน Subgrade

งานดินที่ทำถึงชั้น Finished Subgrade แล้วและยังไม่ได้ก่อสร้างชั้นอื่นต่อไป ซึ่งต้องทิ้งไว้ผ่านหน้าฝนที่มีพายุฝนพัดผ่าน ควรใช้วัสดุ Soil Aggregate ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้ในชั้นต่อไปปิดทับหน้าไว้เพื่อป้องกัน Subgrade เสียหาย เพราะถ้าไม่ลง Soil Aggregate ป้องกันไว้และดิน Subgrade ถูกทำลายเป็นร่องลือและบวม เมื่อเริ่มงานก่อสร้างใหม่จะต้อง Scarify แล้วบดทับและควรตรวจสอบความแน่นใหม่อีก

1.3 Transition Zones

จุดที่ Cut และ Fill ตัดกัน การก่อสร้างบริเวณนี้จะต้องได้รับการกระทำเป็นพิเศษ โดยการ Cut บริเวณ Transition Zones ประมาณความลึก 30 ซม. และยาวประมาณ 10 ม.

ถ้าพื้นถนนช่วง Cut และดินเดิมมี Density ต่ำกว่าที่ระบุไว้จะต้องทำการ Recompectation ใหม่ หรือรื้อของเก่าออก แล้วเอาของที่ดีกว่ามาใส่ถ้าขณะจะบดทับ Natural Moisture Content ของดินสูงเกินไป

การทำงานของเครื่องจักรขนาดหนักอาจทำให้เกิดร่องล้อ ซึ่งเป็นการทำลาย Strength ของดิน ดังนั้นเพื่อการบดทับให้ได้ผล จะต้องตากดินให้มีความชื้นพอดี เพื่อความสะดวกในการบดทับ

ในกรณีที่ระเบิดหินตรงระดับ Finished Subgrade ระดับอาจจะไม่เรียบ ควรแต่งระดับด้วย Soil Aggregate ที่คุณภาพใช้ได้ก่อนแล้วจึงก่อสร้างต่อไป

กรณีที่ตัดถนนเลียบไหล่เขาที่พื้นถนนมีทั้ง Half - Cut และ Half - Fill จะต้องจัดการ Transition ด้วย โดยการทำ Benching เพื่อป้องกันไม่ให้จุด Cut และ Fill ตัดกันเป็นจุดที่อ่อนแอที่สุดของพื้นถนน

1.4 งานก่อสร้างอื่นๆ

ให้ใช้หลักการเดียวกับงานบูรณะลาดยาง

2. งานบูรณะลาดยาง

2.1 ขยายคันทางหรือไหล่ทาง

ในกรณีที่ต้องขยายคันทาง หรือไหล่ทางออกไปด้วยการเสริมวัสดุใหม่ เพื่อป้องกันการแตกของคันทางหรือพื้นทางตามแนวความยาวของถนน เนื่องจากการไถล (Slip) ออกของวัสดุใหม่

ถ้าความแน่นของการบดทับระหว่างวัสดุเก่าและวัสดุเสริมใหม่ต่างกันมาก การทรุดตัวของดินคันทางภายหลังระหว่างวัสดุทั้งสองไม่เท่ากัน (Differential Settlement) ทำให้เกิดรอยแตกตามยาวขึ้นได้ตามแนวร่วมระหว่างวัสดุทั้งสอง การป้องกันสาเหตุนี้ทำได้โดยการบดทับวัสดุเสริมใหม่ให้แน่นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้และการเสริมวัสดุเหนือขึ้นไป (เช่น Selected Materials หรือ Subbase) ให้หนาขึ้นก็จะช่วยป้องกันได้บ้าง

2.2 การเสริมความหนาของวัสดุ

ในกรณีที่ต้องเสริมความหนาของชั้นวัสดุขึ้น และความหนาที่จะเสริมใหม่นี้ น้อยกว่า 10 ซม. จะต้อง Scarify วัสดุเก่าขึ้นมาแล้วใส่วัสดุใหม่ลงไป ทำการผสมให้เข้ากันแล้วบดทับความหนาหลังการบดทับจะต้องไม่ต่ำกว่า 10 ซม. และคุณภาพของวัสดุที่ผสมกันใหม่จะต้องมีคุณภาพถูกต้องตามที่ออกแบบไว้

ในกรณีที่ความหนาของวัสดุที่เสริมใหม่เกิน 10 ซม. ให้ลงเพิ่มโดยไม่ต้อง Scarify ของเก่า

2.3 Finished Subgrade

งานบูรณะลาดยางที่เปลี่ยนระดับ Subgrade ใหม่ ถ้ายกระดับสูงขึ้น (fill) การควบคุมคุณภาพของดิน Subgrade ใช้ค่าที่ทดลองได้จากห้องทดลอง โดยการควบคุม Percent Compaction ให้ได้ตามที่ออกแบบไว้ แต่ถ้าระดับ Subgrade ใหม่จะต้องตัดลงไป (Cut) Subgrade เดิมจะต้องตรวจสอบดังนี้

ก. เก็บดิน Subgrade เดิมมาตรวจสอบคุณภาพ CBR. ว่าใช้ได้หรือไม่

ข. ทดลอง Field Density ของดิน Subgrade เดิม

ค. ถ้า Subgrade เดิมมีค่า CBR. และ Field Density ถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ ให้ดำเนินการก่อสร้างชั้นต่อไป

ง. ถ้า Subgrade เดิมมีค่า Field Density หรือ CBR. ไม่ถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ จะต้องทำการแก้ไขใหม่ โดยการเพิ่มความแน่นหรือเปลี่ยนวัสดุใหม่แล้วแต่กรณี

การตรวจสอบควรทำก่อนที่จะเริ่มงาน โดยศึกษาจากแบบว่าต้องตรวจสอบที่ใดบ้าง

2.4 Existing Materials

ถ้าจะใช้วัสดุที่มีอยู่เดิม (Existing Materials) เป็นชั้น Selected Materials หรือชั้น Subbase ก็ตามให้ทดสอบ

ก. ความหนาของชั้นวัสดุ

ข. คุณภาพของวัสดุถูกต้องตามแบบที่ออกแบบไว้หรือไม่

พิจารณาผลการทดลองจากข้อ ก และ ข จัดการแก้ไขวัสดุให้มีคุณภาพถูกต้องและก่อสร้างให้ถูกวิธีต่อไป

2.5 คุณภาพของวัสดุ Soil Aggregate

วัสดุ Soil Aggregate ทุกชนิด จะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพให้ถูกต้องก่อนนำมาใช้และจะต้องมีลักษณะ Uniform สำหรับวัสดุกองหรือ Stock Pile หนึ่งๆ

ถ้าหากจะมีการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพของวัสดุ ต้องจัดการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำมาใช้ หรือหาวิธีแก้ไขไว้ก่อนนำวัสดุมากองบนถนน มิฉะนั้นจะเป็นเหตุให้เกิดขัดแย้งขึ้นภายหลัง

2.6 การควบคุมการบดทับ

ก่อนที่จะลงวัสดุชั้นใดๆต่อไป วัสดุที่ลงไว้ชั้นแรกจะต้องผ่านการตรวจสอบความหนาแน่นของการบดทับก่อน และผลการทดลองต้องถูกต้องตามที่กำหนดไว้ หลังการทดสอบแล้วให้กลับหลุม และบดทับให้ได้ความหนาแน่นเหมือนเดิม

ถ้าผลการทดลอง Field Density บางจุดใช้ได้ แต่บางจุดใช้ไม่ได้หรือผลการทดลองแตกต่างกันมาก ทั้งที่เป็นช่วงที่ก่อสร้างแปลงเดียวกัน และใช้วัสดุแหล่งเดียวกัน ให้หาสาเหตุว่าทำไมเป็นเช่นนั้น เพราะถ้าออกผลทดลองให้ Recomaction เพียงช่วงที่ผลทดลองใช้ไม่ได้ เป็นการตัดสินใจที่ไม่ถูกต้อง

การก่อสร้างที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพผลทดลอง Field Density ควรออกมามีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งแปลงที่ทำงานครั้งหนึ่งๆ คือถ้าใช้ได้ก็ควรจะได้ทั้งแปลง ตกก็ควรตกทั้งแปลง การที่ผลทดลอง Field Density ในแปลงหนึ่งๆ บางจุดตก บางจุดได้ อาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ เช่น

ก. การทดลองคลาดเคลื่อน เพื่อให้แน่ใจควรทดลอง Field Density ซ้ำอีกใกล้ๆ บริเวณเดิมและเก็บตัวอย่างมาทดลอง เพื่อเปรียบเทียบกับผลทดลองที่ใช้ควบคุมอยู่

ข. การผสมระหว่างวัสดุกับน้ำไม่ดีพอ ความชื้นไม่สม่ำเสมอ อาจดูได้จากผลทดลอง Moisture Content

ค. วัสดุมีคุณภาพเปลี่ยนไป เช่น เกิด Segregation ควบคุมการผลิต การดัน การขนวัสดุ Stock piling ฯลฯ ไม่ดีพอหรือไม่ถูกต้อง

ง. การบดทับไม่ทั่วถึง อาจเป็นเพราะไม่ควบคุมพนักงานขับรถบดให้ทำการบดให้ถูกวิธี ทำให้บางแห่งถูกบดทับจนความแน่นมาก แต่บางแห่งยังไม่ได้รับการบดทับเลย

จ. วัสดุบางแหล่งมีก้อนใหญ่มาก และควบคุมเก็บออกขณะก่อสร้างไม่หมด ค่าของ Field Density จะผิดไปจากความจริง

2.7 การบดทับ Base Course ด้วย Vibrating Roller

เครื่องบดทับที่นิยมใช้กับวัสดุพวก Granular Materials ในขณะนี้คือ พวกรolling Vibrating Roller ซึ่งให้ผลในการบดทับที่ค่อนข้างเร็วแต่การใช้เครื่องบดทับนี้นานเกินควร เพื่อจะเพิ่มความแน่นของวัสดุมีส่วนเสียคือ

ก. เมื่อบดทับจนได้ความแน่นเกือบสูงสุดแล้ว การบดทับที่ขี้นต่อไป แทนที่จะได้ความแน่นของวัสดุเพิ่มมากขึ้น แต่กลับทำให้วัสดุชั้นผิวข้างบนแตกตัวออกมาในลักษณะเป็นฝุ่น ซึ่งความแน่นของชั้นล่างเพิ่มขึ้นแต่เพียงเล็กน้อย

ข. การบดทับจนแตกเป็นฝุ่น หรือที่ในสนามนิคมเรียกกันว่า “ตบจนเป็นฝุ่น” นั้น ถ้าวัสดุเป็นพวก Lime Stone จะยิ่งแลเห็นได้ชัดเจน ยิ่งตบมากขึ้นชั้นของฝุ่นยิ่งหนาขึ้น ถ้าภาวะเป็นเช่นนี้เกิดขึ้นแล้ว การ “ตบ” มากยิ่งขึ้นไม่ได้ทำให้ความแน่นของวัสดุเพิ่มขึ้น แต่กลับเปลี่ยน Structure ชั้นผิวของวัสดุไป ซึ่งเป็นผลร้ายแก่ผิวถนน ดังจะได้กล่าวต่อไปในข้ออันตรายของ Over Compaction ของ Base Course

2.8 การตัด Fine Grade ของ Base Course

การทำ Base Course ถึงแม้จะเตรียมให้ดีสักเพียงใดก็ตาม หลังจากการบดทับแล้วจะปรากฏเป็น “คลื่น” หรือ “ลอน” เล็กน้อย ดังนั้นจึงมีการตัด “Fine grade” เพื่อจะ “ลบคลื่น” เหล่านี้

“วัสดุ” ที่ออกมาจากการ “ลบคลื่น” แทนที่จะถูกนำออกไปทิ้งนอกเส้นทาง แต่กลับนำไปกลับ “ท้องคลื่น” “วัสดุ” ดังกล่าวนี้นั้นส่วนมากจะเป็นพวกก้อนเล็กๆหรือ “ฝุ่น” และหลังจากการตัด “Fine grade” แล้วมักจะมีการ “ตบ” เพิ่มเติมเพื่อให้ผิวเรียบขึ้น

โดยเหตุผลดังกล่าวนี้จะทำให้ “ท้องคลื่น” มีวัสดุชั้นฝุ่นหนากว่าที่แห่งอื่นและจะได้กล่าวถึง “อันตราย” ของชั้นฝุ่นนี้ภายหลัง

2.9 การกวาดฝุ่นก่อนลงชั้น Prime Coat

การกวาดฝุ่นต่างๆ ไปในขณะนี้มักจะใช้แรงคนกวาดด้วยไม้กวาดประดิษฐ์ขึ้นเอง แล้วตามด้วยการใช้ลมเป่าฝุ่น “ฝุ่น” ที่ออกมาในลักษณะนี้ส่วนมากเป็น “ฝุ่นอิสระ” ที่ลอยบนผิวแต่ “ฝุ่น” ที่เกิดจากการ “ตบจนเป็นฝุ่น” หรือ “ฝุ่นท้องคลื่น” จากการตัด Fine grade ซึ่งเกาะตัวกันและอัดแน่นเป็นแผ่นบางๆ อยู่ข้างบน จะไม่หลุดไปโดยการกวาดฝุ่นวิธีนี้

บางแห่งอาจจะใช้ Rotary Broom แต่น้ำหนักที่ใช้กดไม้กวาดไม่มากพอ อาจเป็นเพราะเนื่องจากกลัวหินหลุดออกมาหรือมีความประสงค์แต่เพียงกวาด “ฝุ่นอิสระ” ออกเท่านั้น ผลที่ได้ออกมาจึงไม่แตกต่างกันจากการกวาดทั้ง 2 วิธี

2.10 อันตรายของ Over Compaction ของ Base Course และการตัด Fine Grade

ชั้นของฝุ่นที่อัดตัวแน่นเป็นแผ่นบางๆ อยู่ข้างบน เนื่องจาก Over Compaction หรือจากการ “ตบ” หลังจากการตัด Fine grade จะมีอันตรายดังนี้

ก. ยางที่ใช้ทำ Prime Coat จะไม่ซึมลงไปเท่าที่ควร

ข. ถ้า Prime ทิ้งไว้นาน และเปิดการจราจรจะเกิดการกระเทาะออกเป็นหน้าข้าวตังเนื่องจาก “ชั้นฝุ่น” หลุดออกจากชั้นหินข้างล่างบางแห่งเป็นหลุมบ่อจนต้องซ่อมด้วย Pre-Mix ภายหลังก่อนลงชั้น Surface ต่อไป

ค. สาเหตุจากข้อ ก และ ข ผิวทางจะเกิดการชำรุดเสียหายเร็วกว่ากำหนด

การก่อสร้างไหล่ทางนอกจากจะทำตามรายละเอียดควบคุมการก่อสร้างแล้ว ในฤดูฝนจะต้องทำการก่อสร้างไหล่ทางหลังจากก่อสร้างชั้นพื้นทาง และ Prime Coat เสร็จเรียบร้อยแล้ว เพราะวัสดุ Soil - aggregate ไหล่ทางส่วนใหญ่ น้ำซึมผ่านได้ยาก จะคั่งน้ำไว้ทำให้รองพื้นทางอ่อน นอกจากจะใช้ไหล่ทางชนิดที่มีน้ำซึมได้ดีกว่า หรือเท่ากับวัสดุชั้นพื้นทาง

ในกรณีที่ใส่ไหล่ทางไว้ก่อนทำพื้นทาง เกิดฝนตกระหว่างการทำงาน หรือมีน้ำในพื้นที่มาก ให้รองพื้นทางและไหล่ทางออก แล้วทำการบดทับรองพื้นทาง และตรวจสอบให้มีคุณภาพถูกต้องเสียก่อนจึงจะดำเนินการก่อสร้างต่อไปได้

2.11 ชั้นที่ก่อสร้างทิ้งไว้นาน

ชั้นทางต่างๆ ที่ก่อสร้างทิ้งไว้นาน และเกิดเสียหายเป็นหลุมบ่อ หรือร่องล้อ หรือเสียระดับ เนื่องจากน้ำหนักจะทำให้แน่นขึ้นได้ ควรแนะนำให้แก้ไขเสียก่อนทำการก่อสร้างชั้นต่อไป เพราะน้ำที่ผสมกับชั้นใหม่จะลงไปข้างบนชั้นที่ก่อสร้างไว้แล้ว ทำให้เกิด Soft ขึ้นได้

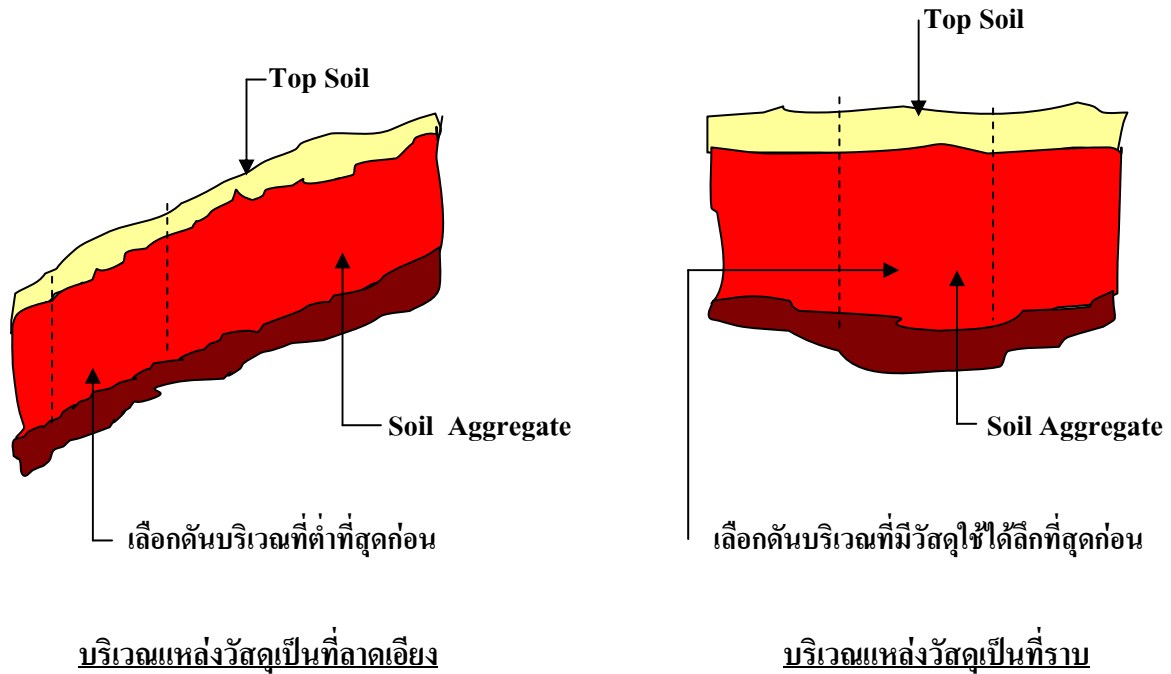
3. การดันและการกองวัสดุ

3.1 การดันและกองวัสดุในแหล่ง

เพื่อให้ได้วัสดุคุณภาพสม่ำเสมอ ใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำ เรื่อง “การควบคุมการเปิดบ่อวัสดุสร้างทาง (Soil-aggregate)” ในบทที่ 4

นอกจากนั้นควรหาทางระบายน้ำออกจากบ่อวัสดุ หรือป้องกันน้ำท่วมวัสดุ เมื่อเกิดฝนตก เพื่อให้วัสดุไม่แช่น้ำและนำออกไปใช้ได้ทันฤดูฝน เช่น ถ้าบริเวณแหล่งวัสดุเป็นที่ลาดเอียงก็เลือกคันบริเวณที่ต่ำที่สุดก่อน แล้วกองวัสดุไว้บนที่สูง เมื่อถึงฤดูฝนน้ำจะไม่ท่วมกองวัสดุแต่จะยังอยู่บริเวณที่ต่ำ ซึ่งคันวัสดุออกไปแล้วน้ำจะไม่รบกวนวัสดุที่เหลือ หรือรบกวนน้อย และหาทางระบายออกได้ง่าย ถ้าบริเวณแหล่งวัสดุเป็นที่ราบให้ดันชั้นวัสดุที่จะนำไปใช้ได้ลึกที่สุดก่อน และนำวัสดุไปกองไว้บนที่สูง เมื่อมีน้ำขังก็สามารถสูบน้ำออกจนระดับน้ำไม่รบกวนวัสดุส่วนที่เหลือได้

การเลือกบริเวณที่คันวัสดุและกองวัสดุนี้สำคัญมาก เพราะฤดูฝนงาน Subgrade ทำไม่ได้ถ้าไม่สามารถหา Soil-aggregate ไปปิดหน้าชั้น Subgrade ไว้ ก็จะทำให้ Subgrade ที่ทำเสร็จแล้วเสียหาย เช่น บางแห่งอาจต้อง Benching ใหม่ บางแห่งต้องปาดทิ้งเพราะอ่อนตัว รถผ่านไม่ได้ เป็นต้น



3.2 การกองวัสดุใกล้หน้างาน

ก) สถานที่ที่จะกองวัสดุต้องไม่มีวัชพืชหรือสิ่งอื่นใดที่เข้าไปปะปนกับ Soil aggregate ในกองได้ ปรับระดับให้เรียบ ระบายน้ำได้ดี แน่น แข็งแรง เป็นที่สูงน้ำไม่ท่วม ทางเข้าออกไม่เป็นหล่มจนทำให้ดินโคลนติดล้อรถบรรทุกและไม่อยู่ในทำเลที่จะถูกรบกวนจากการจราจรหรือสิ่งอื่นใดที่ทำให้มีวัสดุที่ไม่ต้องการเข้ามาปะปนได้

ข) การนำวัสดุ Soil-aggregate เข้ากอง กองวัสดุ Soil-aggregate ที่มีปริมาณตั้งแต่ 500 ม³ ขึ้นไปจะต้องทำเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นหนาไม่เกิน 1 เมตร โดยทำลาดเอียงให้รถบรรทุกสามารถขึ้นไปได้ ถ้าใช้รถ Bulldozer คันวัสดุขึ้นกองควรใช้ใบมีดขุดงอุมเพื่อป้องกัน Segregation และอย่าทำให้กองเป็นรูปกรวยเป็นอันขาด กองชั้นล่างให้เสร็จแล้วจึงเริ่มชั้นใหม่ ชั้นบนต้องมีพื้นที่เล็กกว่าชั้นล่าง จนไม่ทำให้วัสดุชั้นบนตกลงไปตาม Slope ของชั้นล่าง การขยายกองให้เริ่มจากชั้นล่างขึ้นไปเป็นชั้นๆ เช่นเดียวกับเริ่มกองใหม่ ไม่ทำการใดๆ ที่เห็นว่าอาจทำให้ก้อนวัสดุแตก Segregate หรือวัสดุเสื่อมคุณภาพ

ค) การนำไปใช้ ให้ระมัดระวัง Segregation และสิ่งแปลกปลอมเข้าไปปนกับ Soil aggregate อาจเพิ่มความชื้นเพื่อช่วยให้ทำงานง่ายขึ้น เมื่อถึงวัสดุชั้นล่างสุด ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะในฤดูฝนถ้าสถานที่กองวัสดุทำไว้ไม่ดีพอ เมื่อพื้นล่างมีความชื้นสูงจะอ่อนตัว และเข้าไปรวมกับ Soil Aggregate ได้ง่าย

บทที่ 6

การเก็บตัวอย่าง (Sampling)

บทนำ

ในการควบคุมคุณภาพวัสดุ (Material Control) การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณภาพเป็นขบวนการที่ต้องปฏิบัติด้วยความระมัดระวังอย่างสูงทุกขั้นตอน เพื่อให้ผลทดสอบที่ได้เป็นตัวแทนคุณลักษณะที่แท้จริงของวัสดุนั้น โดยการเก็บตัวอย่างต้องปฏิบัติตามขบวนการทำงานก่อสร้างนั้นๆกำหนด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในกรณีที่ผลการทดลองใช้ไม่ได้และปฏิเสธที่จะรับวัสดุ ซึ่งผู้รับจ้างหรือผู้ส่งวัสดุอาจไม่ยอมรับผลทดลองโดยอ้างขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างไม่ถูกต้อง ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการเก็บตัวอย่างตามขบวนการที่กำหนดได้ จะต้องบันทึกรายละเอียดการเก็บตัวอย่างทั้งหมด และรายงานมาพร้อมกับผลการทดลองด้วย

สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาเสมอในการเก็บตัวอย่าง คือ การเลือกจุดเก็บตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างที่จะเก็บ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณวัสดุทั้งหมด เช่น ปริมาณวัสดุมากจุดเก็บตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างที่เก็บก็จะมากตามไปด้วย นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพ คือ ถ้าต้องการประเมินคุณภาพวัสดุทั้งหมด จะนำตัวอย่างทั้งหมดมารวมกันแล้วตรวจสอบคุณภาพ แต่ถ้าต้องการประเมินความสม่ำเสมอและความผันแปรของวัสดุ จะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ ตัวอย่างที่เก็บมา

การลดทอนปริมาณตัวอย่างเพื่อให้มีปริมาณพอเหมาะกับการทดลองแต่ละประเภท จะต้องปฏิบัติตามวิธีการที่ถูกต้องด้วย

วิธีการเก็บตัวอย่างที่จะนำมาเสนอต่อไปนี้เป็นของ COUNTRY ROAD BOARD (CRB.) ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นวิธีการเก็บตัวอย่างวัสดุจากโรงโม่ (Quarry Plants) กองวัสดุ (Stockpile) รถขนวัสดุ (Trucks) และ ชั้นวัสดุบนถนน (Roadbed)

1. ขอบข่าย (SCOPE)

กระบวนการนี้ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างวัสดุประเภท วัสดุมวลรวม และวัสดุชั้นทางจากโรงโม่ (Quarry Plant) กองวัสดุ (Stock Pile) รถขนวัสดุ (Trucks) และชั้นวัสดุบนถนน (Roadbed)

2. เครื่องมือ (APPARATUS)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ขึ้นกับชนิดของวัสดุและขบวนการที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

(1) ถาดเก็บตัวอย่างสำหรับสายพานเคลื่อนที่รับวัสดุจากขึงปล่อยวัสดุ (Moving Conveyor Belt) ขนาดเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความกว้างของสายพานและปริมาณของวัสดุที่ต้องการ (รูปที่ 6.1)

(2) แผ่นกันสำหรับเก็บตัวอย่างจากสายพานที่หยุด (Stopped Conveyor Belt) ควรจะมีรูปร่างที่พอเหมาะกับสายพานและความกว้างเปลี่ยนแปลงได้

(3) ท่อเก็บตัวอย่าง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 80 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 1.4 เมตร (รูปที่ 6.8)

(4) พลั่วตักดิน

(5) แผ่นกั้นสำหรับเก็บตัวอย่างจากกองวัสดุ เป็นแผ่นโลหะซึ่งมีขนาดประมาณ 700 x 300 มิลลิเมตร เชื่อมติดกับเหล็กเคียว 2 อัน เพื่อยึดแผ่นกั้นให้อยู่กับตำแหน่งที่ต้องการ (รูปที่ 6.7)

(6) ตาชั่ง (Balance) สามารถชั่งได้ 25 กก. และมีความละเอียด 50 กรัม

(7) Quartering Sheet เป็นแผ่นพลาสติกหรือผ้าใบขนาดประมาณ 1.5 x 1.5 ม. หรือ เครื่องแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitters)

(8) แปรง เกรียง

(9) ถังเก็บตัวอย่าง

3. ปริมาณตัวอย่าง (QUANTITY OF MATERIAL REQUIRED)

ปริมาณตัวอย่างน้อยสุดที่ต้องเก็บจากวัสดุทั้งหมด ขึ้นกับขนาดใหญ่สุดของเม็ดวัสดุนั้น ปริมาณตัวอย่างต่ำสุดที่ต้องเก็บแสดงดังตารางที่ 6.1 ซึ่งปริมาณวัสดุดังกล่าวนี้นเพียงพอสำหรับการทดลองที่ทำกันโดยทั่วไปอย่าง เช่น การจำแนกวัสดุ (Classification) ถ้ามีการทดสอบเพิ่มขึ้น ปริมาณของตัวอย่างที่ทำการเก็บ จะต้องเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่ต้องการใช้ในการทดสอบนั้น ๆ (ซึ่งสามารถดูจากวิธีการทดสอบนั้น ๆ ว่าต้องการปริมาณเท่าใด)

ขนาดเม็ดวัสดุใหญ่สุด (มิลลิเมตร)	วัสดุรวม (กิโลกรัม)	วัสดุขนาดเดียว (กิโลกรัม)
75.0	40	20
53.0	35	15
37.5	30	10
19.0	20	10
9.50	10	5
4.75	5	5
< 4.75	3	3

ตารางที่ 6.1 ปริมาณตัวอย่างต่ำสุด

หมายเหตุ ขนาดเม็ดวัสดุใหญ่สุด คือ ขนาดช่องเปิดตะแกรงใหญ่สุดซึ่งมีวัสดุค้างอยู่

4. วิธีการเก็บตัวอย่าง (PROCEDURE)

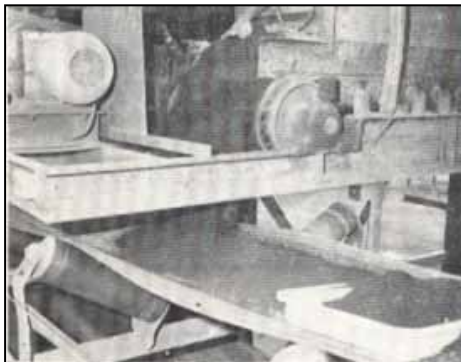
4.1 การเก็บตัวอย่างจากถังปล่อยวัสดุ หรือสายพานลำเลียงส่งวัสดุที่กำลังเคลื่อนที่ (Sampling From a Bin or From a Moving Conveyor Belt)

ใช้เครื่องมือและวิธีการดังต่อไปนี้ในการเก็บตัวอย่าง :

(1) ทำการเก็บตัวอย่างจากสายพานอัตโนมัติที่ติดตั้งไว้ เพื่อรับวัสดุทั้งหมดออกมาจากถังปล่อยวัสดุ หรือสายพานลำเลียงวัสดุ โดยอาจเก็บครั้งเดียวหรือหลายครั้งก็ได้ จนได้ปริมาณตัวอย่างตามตารางที่ 6.1

(2) วางถาดเก็บตัวอย่างที่มีขนาดเหมาะสมลงบนสายพาน แล้วปล่อยให้เคลื่อนที่ผ่านจุดปล่อยวัสดุที่มาจากสายพานลำเลียง หรือถังปล่อยวัสดุเพียงครั้งเดียว หรือทำซ้ำหลายครั้งก็ได้ จนได้ปริมาณตัวอย่างตามตารางที่ 6.1 (รูปที่ 6.1)

(3) ปล่อยวัสดุจากถังปล่อยวัสดุหรือสายพานลำเลียงลงบนรถบรรทุกจนกระทั่งได้ปริมาณใกล้เคียง 1 ลูกบาศก์เมตร เกลี่ยปาดขุดกองให้ได้ระดับสม่ำเสมอ ทำการเก็บตัวอย่างใช้พลั่วขุดลงในแนวตั้งบริเวณจุดศูนย์กลางของกองแล้วเก็บตัวอย่างจากหลุมที่ขุด โดยขนาดของหลุมขุดต้องให้ได้ปริมาณตัวอย่างเพียงพอตาม ตารางที่ 6.1 (รูปที่ 6.2)



เก็บตัวอย่างวัสดุเม็ดละเอียดจากถังปล่อยวัสดุ



เก็บตัวอย่างวัสดุเม็ดหยาบจากถังปล่อยวัสดุ

รูปที่ 6.1 การเก็บตัวอย่างจากสายพานเคลื่อนที่



รูปที่ 6.2 เก็บตัวอย่างวัสดุจากปริมาณวัสดุ 1 ลูกบาศก์เมตร

เพื่อหลีกเลี่ยงการแยกตัวของวัสดุขณะเก็บตัวอย่างถึงปล่อยวัสดุจะต้องมีวัสดุบรรจุอยู่ไม่น้อยกว่าสามในสี่ของขนาดบรรจุ

4.2 การเก็บตัวอย่างจากสายพานลำเลียงที่หยุด (Sampling From a Stopped Conveyor Belt)

ใช้แผ่นกั้นกั้นส่วนของวัสดุบนสายพาน โดยแผ่นกั้นมีขนาดความกว้างพอดีกับสายพานเก็บตัวอย่างวัสดุระหว่างแผ่นกั้นทั้งหมด โดยเฉพาะส่วนละเอียดต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ และเพื่อให้ได้ปริมาณตัวอย่างตามตารางที่ 6.1 อาจจำเป็นต้องปฏิบัติซ้ำจากส่วนอื่นๆบนสายพานแล้วนำมารวมกันเพื่อให้ได้ปริมาณตามต้องการ (รูปที่ 6.3)



วางแผ่นกั้น



ใช้พลั่วเก็บตัวอย่างวัสดุ



ใช้แปรงช่วยเก็บรายละเอียด

รูปที่ 6.3 เก็บตัวอย่างจากสายพานที่หยุด

4.3 การเก็บตัวอย่างจากห้องผสม (Sampling From a Pug Mill)

ใช้กระบวนการเก็บตัวอย่าง เช่นเดียวกับข้อ 4.1 (3)

4.4 การเก็บตัวอย่างจากรถบรรทุก (Sampling From a Loaded Truck)

เกลี่ยวัสดุให้สม่ำเสมอตลอดกระบะบรรทุก ใช้พลั่วตักเก็บวัสดุตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 5 หลุม กระจายให้ทั่ว โดยแต่ละหลุมต้องห่างกันไม่ต่ำกว่า 1 เมตร ตักวัสดุ 20 เซนติเมตรแรกจากผิวบนทิ้งไป แล้ว จึงจุดเก็บตัวอย่างวัสดุแต่ละหลุมมารวมกันจนได้ปริมาณตัวอย่างตามตารางที่ 6.1 ห้ามไม่ให้เก็บตัวอย่างที่ ระยะใกล้กว่า 30 เซนติเมตร จากด้านข้าง และด้านล่างกระบะบรรทุก (รูปที่ 6.4)



รูปที่ 6.4 เก็บตัวอย่างจากรถบรรทุก

หมายเหตุ การเก็บตัวอย่างเพื่อให้ได้ตัวอย่างตัวแทนที่ดีจากรถบรรทุกทำได้ยากควร ปฏิบัติเมื่อไม่สามารถหาวิธีการเก็บตัวอย่างที่ดีกว่าได้

4.5 การเก็บตัวอย่างจากเครื่องปูวัสดุ (Sampling a Paving Machine)

ใช้พลั่วตักเก็บตัวอย่างวัสดุจากส่วนที่เก็บกักก่อนที่จะปูอย่างน้อย 3 จุด โดยให้ได้ปริมาณ ตัวอย่างรวมกันตามตารางที่ 6.1

4.6 การเก็บตัวอย่างจากกองวัสดุขนาดเล็กหรือวัสดุที่กองเป็นแนวยาว (Sampling From Small Heaps or Windrows)

เกลี่ยยอดบนของกองให้เรียบแบนแล้วจึงใช้พลั่วเก็บตัวอย่างวัสดุโดยขุดลงในแนวดิ่งจาก ระดับบนตลอดความลึกของกองวัสดุ โดยขนาดของหลุมขุดต้องให้ได้ปริมาณตัวอย่างเพียงพอตาม ตารางที่ 6.1 (รูปที่ 6.5)



รูปที่ 6.5 เก็บตัวอย่างจาก Wind Row

4.7 การเก็บตัวอย่างจากกองวัสดุก่อสร้าง (Sampling from a Stockpile)

การเก็บตัวอย่างตัวแทนที่ดีจากกองวัสดุนั้นทำได้ยาก นอกเสียจากจะมีเครื่องจักรขนาดใหญ่ช่วยจึงจะทำให้ได้ตัวอย่างที่ดี ดังนั้นควรเก็บตัวอย่างก่อนหรือระหว่างการทำกองวัสดุ ในกรณีจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างจากกองวัสดุขนาดใหญ่ ควรใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น รถตัก (Front-End Loader) ช่วยในการเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 6.6)

การเก็บตัวอย่างจากกองวัสดุ เมื่อต้องการคุณสมบัติโดยรวมของวัสดุทั้งหมด จะต้องเก็บตัวอย่างส่วนต่างๆ ของกองวัสดุ 5-6 ตำแหน่ง แล้วนำมารวมกันให้ได้ปริมาณตามตารางที่ 6.1 แต่เมื่อต้องการทราบความสม่ำเสมอและความผันแปรของวัสดุด้วย ปริมาณตัวอย่างที่เก็บแต่ละส่วนต้องเป็นไปตามตารางที่ 6.1

การเลือกขบวนการเก็บตัวอย่างวิธีใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความสูงของกองวัสดุ ชนิดวัสดุ วิธีการทำกองวัสดุ ลักษณะการแยกตัวของกองวัสดุ และจุดมุ่งหมายของการเก็บตัวอย่างว่าต้องการหาคุณสมบัติโดยรวม หรือต้องการหาความสม่ำเสมอและความผันแปร (Variation) ของวัสดุแต่ละกอง

ในการหาคุณสมบัติโดยรวมของกองวัสดุ ควรเก็บตัวอย่างทดสอบทุก ๆ 500 ตัน แต่ถ้ามีการทำกองวัสดุขนาดใหญ่มาก เช่น 10,000 ตัน หรือมากกว่า อาจปรับการเก็บตัวอย่างโดยเก็บตัวอย่างทดสอบทุก ๆ 1,000 ตัน

โดยทั่วไปเพื่อความสะดวก และความถูกต้องในการเก็บตัวอย่าง กองวัสดุควรมีขนาดประมาณ 2,000 ตัน การเก็บตัวอย่างตัวแทนแต่ละกองวัสดุขนาดเล็กหลาย ๆ กอง ดีกว่าเก็บตัวอย่างเดียวจากกองวัสดุขนาดใหญ่

(1) การเก็บตัวอย่างจากกองวัสดุโดยใช้เครื่องจักรหนัก เช่น รถตัก (Sampling From a Stockpile With The Aid of Power Equipment Such as a Front-End Loader) ใช้รถตัก ตักวัสดุจากฐานขึ้นด้านบนประมาณ 2 - 3 ตัก จนกระทั่งพบผิวหน้าด้านในของวัสดุ (Fresh Face) ต่อจากนั้นตักวัสดุ 1 ตักหรือมากกว่าโดยตักจุดเดียวหรือมากกว่า เทวัสดุจากรถตักกองลงบนพื้นที่สะอาดใช้รถตักเกลี่ยกองวัสดุให้แบนเรียบเก็บตัวอย่างโดยใช้พลั่วขุดตักวัสดุในแนวตั้งตลอดความหนาวัสดุ โดยขนาดหลุมที่ขุดเก็บตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่พอเพื่อให้ได้ตัวอย่างตามตารางที่ 6.1 (รูปที่ 6.6)



ตักวัสดุจนพบผิวหน้าด้านใน (Fresh face)



ตักวัสดุเต็มตัก



ทำให้กองแบนราบ



ใช้พลั่วตักเก็บตัวอย่างวัสดุ

รูปที่ 6.6 เก็บตัวอย่างจากกองวัสดุโดยใช้รถตัก

(2) เก็บตัวอย่างจากกองวัสดุโดยใช้มือ (Sampling From a Stockpile by Hand)

เลือกบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างวัสดุจากบริเวณด้านบน กลาง และฐานของกองวัสดุ เสียบแผ่นกันเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุจากด้านบนไหลลงมาบริเวณพื้นที่เก็บตัวอย่าง เปิดผิวหน้าวัสดุบริเวณเก็บตัวอย่าง ประมาณ 20 เซนติเมตรจากผิวหน้าและยาวประมาณ 1 เมตรจากแผ่นกันจนพบผิวด้านในของวัสดุ เก็บตัวอย่างโดยใช้พลั่วตัดเซาะวัสดุเป็นร่องจากด้านล่างขึ้นบนบริเวณพื้นที่ที่เปิด รวบรวมวัสดุที่ตัดเซาะออกมาจนได้ปริมาณตามตารางที่ 6.1 ซึ่งอาจจะเก็บจากจุดเดียวหรือจากหลายๆจุดรอบกองวัสดุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและขบวนการในการเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 6.7)



เปิดผิวหน้าจนพบผิวด้านใน

ใช้พลั่วตัดเก็บตัวอย่างวัสดุโดยตัดเป็นแนวร่อง

รูปที่ 6.7 เก็บตัวอย่างจากกองวัสดุโดยใช้มือ

(3) การเก็บตัวอย่างจากกองวัสดุชนิดเม็ดละเอียด (ขนาดเล็กกว่า 10 มิลลิเมตร) โดยใช้ท่อเก็บตัวอย่าง (Sampling from a stockpile (10 mm. or less) by mean of sampling tube) สอดท่อตามแนวราบเข้าไปในกองวัสดุ โดยให้ด้านที่มีช่องเปิดอยู่ด้านล่าง จากนั้นหมุนท่อ 180 องศาและดึงออกมาจากกองวัสดุ เก็บตัวอย่างโดยรวมวัสดุที่ค้างในท่อเก็บตัวอย่างจากหลายๆจุดจนได้ปริมาณตามตารางที่ 6.1 (รูปที่ 6.8)

4.8 การเก็บตัวอย่าง Sealing Aggregate (Sampling Sealing Aggregate Stacked Template)

ควรเก็บตัวอย่างทุกๆ 50-70 ลูกบาศก์เมตร ในกรณีที่แนวโน้มวัสดุคุณภาพไม่สม่ำเสมอ มีความผันแปรมากต้องเพิ่มความถี่ในการเก็บตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างต้องได้ปริมาณตามตารางที่ 6.1

(1) การเก็บตัวอย่าง Fine Sealing Aggregate (ขนาดเล็กกว่า 10 มิลลิเมตร) โดยใช้ท่อเก็บตัวอย่าง (Sampling Sealing Aggregate (10 mm. or less) by Mean of Sampling Tube)

สอดท่อตามแนวราบเข้าไปในกองวัสดุโดยให้ด้านที่มีช่องเปิดอยู่ด้านล่าง จากนั้นหมุนท่อ 180 องศาและดึงออกมาจากกองวัสดุ เก็บตัวอย่างโดยรวบรวมวัสดุที่ค้างในท่อและเก็บตัวอย่างที่ความสูงต่างๆกันตลอดความยาวของกองจนได้ปริมาณตามตารางที่ 6.1 (รูปที่ 6.8)

(2) การเก็บตัวอย่าง Sealing Aggregate โดยใช้พลั่ว (Sampling Sealing Aggregate Means of a Shovel) สำหรับ Aggregate ที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 มิลลิเมตร ไม่สามารถใช้ท่อเก็บตัวอย่างได้ ต้องใช้พลั่วในการเก็บตัวอย่าง โดยเก็บจากด้านข้างทั้งสองของกองและด้านบนของกองจนได้ปริมาณตามตารางที่ 6.1

เก็บตัวอย่างข้างกองโดยเปิดหน้าวัสดุด้านข้างกองออกลึกประมาณ 20 เซนติเมตรตั้งแต่ยอดกองจนถึงฐานกองแล้วเก็บวัสดุบริเวณฐานกองโดยขุดเก็บเข้าไปในผิวหน้าที่เปิดใหม่ ส่วนด้านบนของกองก็เปิดหน้าวัสดุออก 20 เซนติเมตรแล้วขุดเก็บวัสดุในผิวหน้าที่เปิดใหม่



สอดท่อเข้าไปในกองวัสดุ



ดึงท่อออก



เก็บตัวอย่างวัสดุ



เครื่องมือ

รูปที่ 6.8 เก็บตัวอย่าง Sealing Aggregate โดยใช้ Sampling Tube

4.9 การเก็บตัวอย่างบนชั้นทางของถนน (Layer in The Roadbed)

ในกรณีจำเป็นต้องทำชั้นทางที่จะเก็บตัวอย่างให้หลวมก่อนแล้วจึงใช้พลั่วขุดลงในแนวดิ่งตลอดความลึกของชั้นที่ต้องการเก็บตัวอย่างโดยเก็บจาก 1 หลุม หรือหลายๆหลุมโดยขนาดหลุมต้องกว้างเพียงพอ เพื่อให้ได้ปริมาณตามตารางที่ 6.1

5. การบรรจุตัวอย่าง และการระบุแหล่งวัสดุ (Packaging and Identification)

5.1 ภาชนะบรรจุ (Containers)

การบรรจุแต่ละตัวอย่าง อาจจะใช้ภาชนะบรรจุอันเดียวหรือหลายภาชนะก็ได้ ขึ้นกับความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง ภาชนะบรรจุต้องทำจากวัสดุที่ป้องกันการสูญหายของวัสดุตัวอย่าง โดยเฉพาะวัสดุส่วนละเอียด ทั้งระหว่างการจัดเก็บและการขนส่ง นอกจากนี้จะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้คุณสมบัติของวัสดุตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเดิม

5.2 ป้ายชื่อระบุแหล่งวัสดุ (Labeling)

ภาชนะบรรจุตัวอย่างทุกภาชนะจะต้องมีป้ายแสดงข้อมูลต่าง ๆ อย่างละเอียดและเด่นชัด

- (1.) ที่อยู่ซึ่งตัวอย่างจะถูกส่งไป
- (2.) เครื่องหมายระบุตัวอย่าง
- (3.) จำนวนภาชนะบรรจุที่บรรจุตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง
- (4.) ชนิดและแหล่งวัสดุ
- (5.) ชื่อและตำแหน่งของบุคคลที่จะรับตัวอย่าง

บทที่ 7

การออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์ เพื่อใช้เป็นวัสดุชั้นพื้นทาง

บทนำ

การปรับปรุงคุณภาพดินโดยวิธีการผสมปูนซีเมนต์เพื่อใช้เป็นวัสดุชั้นพื้นทางแทนหินคลุกโดยมีการกำหนดให้พื้นทางดินซีเมนต์จะต้องมีค่า Unconfined Compressive Strength เท่ากับ 17.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบนั้น

ค่า Unconfined Compressive Strength ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งมีผลต่อลักษณะการแข็งตัวของดินซีเมนต์ มีดังนี้

1. คุณสมบัติของดิน

ดินตามธรรมชาติจะมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเฉพาะตัวซึ่งมีความสำคัญต่อคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน คุณสมบัติของดินสามารถวิเคราะห์โดยอาศัยพื้นฐานทางด้านฟิสิกส์และเคมี โดยอาจกล่าวสรุปได้ว่า การกระจายของขนาดเม็ดดิน (Particle Size Distribution) คือสัดส่วนของทราย (Sand) ดินตะกอน (Silt) และดินเหนียว (Clay) อินทรีย์สาร สารประกอบอื่นๆ เช่น เกลือซัลเฟตหรือคลอไรด์ และองค์ประกอบทางเคมี เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินซีเมนต์

2. ปริมาณและประเภทของปูนซีเมนต์

ปริมาณและประเภทปูนซีเมนต์ที่ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินมีผลอย่างมากต่อการพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุ โดยหลักทั่วไปแล้วปูนซีเมนต์ชนิดเดียวกัน ปริมาณปูนซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้คุณสมบัติของดินซีเมนต์ดีขึ้นด้วยภายใต้เงื่อนไขตัวแปรชนิดอื่นมีค่าคงที่และดินมีความชื้นเพียงพอต่อปฏิกิริยา Hydration ในกรณีปูนซีเมนต์ต่างประเภทกันย่อมมีผลต่อการพัฒนา กำลังของดินซีเมนต์ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสาร (Cementitious Compounds) และชนิดรวมทั้งปริมาณของ Hydration Products ที่เกิดขึ้นเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำและดิน

3. น้ำ

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอันหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวิธีเคมี เพราะน้ำเป็นตัวควบคุมการเกิดปฏิกิริยา Hydration และการเพิ่มขึ้นของกำลังในดิน โดยปกติปริมาณน้ำขณะเริ่มผสมจะมีความสัมพันธ์กับค่า Unconfined Compressive Strength ของดินซีเมนต์ ปริมาณความชื้นในดินที่น้อยเกินไปจะไปทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไม่สมบูรณ์ เนื่องจากปฏิกิริยาดังกล่าวอาจจะหยุดชะงักก่อนที่ปูนซีเมนต์ที่มีอยู่จะเปลี่ยนไปเป็นสารเชื่อมประสานเม็ดดิน (Cementitious Materials) ในกรณีปริมาณความชื้นในดินมากเกินไปจะทำให้มีส่วนเกินจากปฏิกิริยายังคงเหลืออยู่กระจายทั่วโครงสร้างของดินที่แข็งตัวแล้ว และก่อให้เกิดแรงดันน้ำภายในช่องว่างเม็ดดิน (Internal Excess Pore Pressure) เมื่อมีแรงจากภายนอกมากระทำเป็นผลนำไปสู่การวิบัติของดินที่ค่ากำลังที่ต่ำกว่าความเป็นจริง

4. เทคนิคการปรับปรุง

นอกจากองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้ว คุณสมบัติของดินซีเมนต์ยังขึ้นอยู่กับเทคนิคการปรับปรุงคุณภาพ ระยะเวลาผสมที่ต่างกัน ความเร็วในการผสม วิธีการบดทับ เงื่อนไขการบ่ม ตลอดจนการปรับปรุงสภาพดินก่อนการปรับปรุง และการดูแลหลังการผสม

องค์ประกอบทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้น จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นในการออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์ ควรจะมีค่าความปลอดภัยไว้ โดยกำหนดให้ค่า Unconfined Compressive Strength ของส่วนผสมซีเมนต์มีค่าระหว่างร้อยละ 105 ถึง ร้อยละ 125 ของค่า Unconfined Compressive Strength ของพื้นทางดินซีเมนต์ที่ต้องการ

วิธีการออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์

1. ตรวจสอบคุณสมบัติของดิน ดังต่อไปนี้

1.1 ตรวจสอบขนาดผลของดิน ตามวิธีทดลองที่ ทล.- ท. 205/2517 “ วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” ดินที่นำมาใช้จะต้องมีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร มีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 2.00 มิลลิเมตร (เบอร์ 10) ไม่เกินร้อยละ 70 และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 25

1.2 ตรวจสอบค่า Liquid Limit ตามวิธีการทดลองที่ ทล. - ท. 102/2515 “ วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L) ของดิน ” ไม่เกินร้อยละ 40

1.3 ตรวจสอบค่า Plasticity Index ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 103/2515 “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (P.L) และ Plasticity Index (P.I.) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 15

1.4 ตรวจสอบค่าความสึกหรอตามวิธีการทดลองที่ ทล. - ท. 202/2515 “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 60

1.5 ในกรณีที่ค่า Liquid Limit หรือ ค่า Plasticity Index เกินกว่าค่าที่กำหนดจะต้องใช้ปูนขาวไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของดินแห้ง ผสมเพื่อลดค่าดังกล่าวให้อยู่ในข้อกำหนด ปูนขาวที่ใช้จะต้องมีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2. ทดสอบหาค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน และปริมาณน้ำในดินที่ Optimum Moisture Content ตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 108/2517 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

3. เตรียมแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ จากส่วนผสมของดินซีเมนต์ที่เดิมปริมาณปูนซีเมนต์ (ปอร์ตแลนด์ ซีเมนต์ประเภท 1) ร้อยละ 3 , 4 , 5 , 6 และ 7 โดยน้ำหนักของดินแห้ง ในแต่ละส่วนผสมให้เตรียม 6 แท่งตัวอย่าง ในการบดอัดแท่งตัวอย่างให้บดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐานและปริมาณความชื้นของส่วนผสมในขณะบดอัดควรมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่า Optimum Moisture Content ที่ได้จากข้อ 2

4. นำแท่งตัวอย่างของดินซีเมนต์ที่ได้จากข้อ 3 บ่มในถุงพลาสติกเพื่อไม่ให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน 7 วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง จึงทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.- ท. 105/2517 “วิธีการทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน”

5. หาค่าเฉลี่ย Unconfined Compressive Strength ของดินซีเมนต์ที่ปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากันจากนั้นนำมาเขียนกราฟระหว่างค่าเฉลี่ย Unconfined Compressive Strength กับปริมาณปูนซีเมนต์

6. โดยทั่วไปแล้วแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ที่เตรียมจากเครื่องผสม จะให้ค่า Unconfined Compressive Strength ต่ำกว่าแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ที่เตรียมในห้องทดลอง จึงต้องคิดเพื่อประสิทธิภาพของการผสมด้วยเพื่อให้พื้นทางดินซีเมนต์มีค่า Unconfined Compressive Strength ตามที่กำหนดไว้ ในที่นี้ให้ค่าประสิทธิภาพเครื่องผสมเท่ากับ 85– 90 % ฉะนั้นปริมาณปูนซีเมนต์ที่ต้องการคือ ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ได้ทำการปรับแก้ค่า Unconfined Compressive Strength ตามที่กำหนดไว้ด้วยประสิทธิภาพเครื่องผสม โดยที่ค่า Unconfined Compressive Strength ปรับแก้แล้วนั้นต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 105 – 125 % ของค่าที่ต้องการด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถหาปริมาณปูนซีเมนต์ที่ต้องการได้โดยหาจากรูปกราฟในหัวข้อ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์ ต้องกำหนดคุณสมบัติดินไว้ด้วย หากจะกำหนดเฉพาะค่า Unconfined Compressive Strength ไว้เพียงอย่างเดียว การปรับปรุงดินด้วยปูนซีเมนต์ซึ่งสามารถทำได้กับดินเกือบทุกชนิด ยกเว้นดินเหนียวซึ่งต้องปรับปรุงด้วยปูนขาวก่อนจึงจะทำการปรับปรุงด้วยปูนซีเมนต์ แต่ในการปรับปรุงต้องใช้ปริมาณปูนซีเมนต์มากเกินไป ทำให้สิ้นเปลืองและคุณสมบัติด้านอื่นๆไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นพื้นทางดินซีเมนต์ได้ ทำให้เกิดรอยแตกผิวได้และค่าความคงทนลดลง

เนื่องจากทุกองค์ประกอบตามที่ได้กล่าวไว้ในบทนำ จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในการทำงานจึงยากที่จะทำให้ได้ผลสมบูรณ์เต็มที่ จึงมีการกำหนดค่าความปลอดภัยไว้ในการออกแบบส่วนผสมไว้ในช่วงร้อยละ 105 ถึงร้อยละ 125 ของค่า Unconfined Compressive Strength ที่กำหนดไว้เพื่อให้ค่าในสนามได้ตามข้อกำหนด หากค่าในสนามแตกต่างไปจากช่วงของค่าความปลอดภัยที่ให้ไว้ ควรจะทำการออกแบบส่วนผสมใหม่

สำหรับในการออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์ เพื่อใช้งานชั้นทางอื่น ๆ ก็สามารถที่จะนำวิธีการการออกแบบตามที่กล่าวไว้ เพียงแต่ต้องพิจารณาปรับค่าตามข้อกำหนดและประสิทธิภาพของเทคนิคการปรับปรุงเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ

บทที่ 8

การบดอัดวัสดุ

การบดอัดวัสดุ เป็นขบวนการปรับปรุงคุณภาพดินทางกล โดยใช้พลังงานบดอัดทำให้เม็ดดินอยู่ชิดกันมากขึ้น ทำให้ช่องว่างระหว่างเม็ดดินลดลง มวลดินจะมีความแน่นขึ้น จุดประสงค์ของการบดอัดวัสดุคือ

1. เพื่อลดการทรุดตัว หรือยุบตัวของมวลดินที่จะเกิดขึ้นในภายหลัง
2. เพื่อเพิ่มกำลังรับน้ำหนักของมวลดิน
3. เพื่อลดการซึมผ่านของน้ำในมวลดิน

ขบวนการบดอัดวัสดุมีความสำคัญต่อการก่อสร้างถนน

ในการก่อสร้างถนนเพื่อต้องการให้ถนนสามารถบริการรับใช้การจราจรให้ผ่านไป – มา ได้สะดวกสบายและปลอดภัย เพราะฉะนั้นตัวคันทางและโครงสร้างชั้นทางจะต้องมีความแน่นและความแข็งแรงพอเพียงที่สภาพพื้นผิวถนนจะต้องไม่ทรุดตัวเป็นคลื่น ร่องล้อ รอยแตก หลุมบ่อ ฯลฯ ในการก่อสร้างถนนถึงแม้ว่านำวัสดุที่มีคุณภาพดีมาเป็นวัสดุคันทางหรือโครงสร้างชั้นทางก็ตาม หากขาดขบวนการบดอัดที่ดีและเหมาะสม ก็จะได้ถนนที่มีคุณภาพไม่ดีเช่นกัน โดยเฉพาะสาเหตุมาจากดินคันทาง หรือดินเดิม ซึ่งจะแก้ไขยากกว่าความเสียหายที่เกิดจากความบกพร่องของการก่อสร้างชั้นผิวทาง

การบดอัดวัสดุในสนาม

การบดอัดวัสดุในสนาม เป็นการเคลื่อนน้ำหนักไปบนดินที่ต้องการบดอัดเป็นจำนวนหลาย ๆ เทียวก การบดอัดด้วยการเคลื่อนน้ำหนักไปบนดินจะทำให้ดินมีความแน่นเพิ่มขึ้นตามจำนวนเทียวกที่รถบดผ่าน การคิดพลังงานในการบดอัดในภาคสนามจึงค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากจะต้องทราบแรงที่ทำให้น้ำหนักรถบดอัดเคลื่อนไป องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลที่ได้จากการบดอัดดินในสนามนอกเหนือจากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว มีดังนี้

1. อิทธิพลของวิธีการเตรียมวัสดุ

วิธีการกระทำต่อวัสดุก่อนบดอัดนั้น คือ การขุด ขนส่ง การปู หรือการตีแผ่ดินในหน้างาน การผสมดินกับน้ำ หรือทำให้ดินแห้งก่อนการบดอัดนั้น จะมีอิทธิพลต่อความแน่นในสนาม การผสมดินกับน้ำให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันเป็นสิ่งสำคัญและมักจะทำได้ไม่ดี ต้องเสียค่าใช้จ่ายและมักทำได้ยาก โดยเฉพาะในดินเหนียว การผสมน้ำในดินไม่ทั่วถึงจะทำให้ความแน่นแห้งลดลงได้

การคลุกเคล้าของดินกับน้ำนั้นควรเริ่มระหว่างการขุด ในกรณีที่ทราบว่าดินค่อนข้างแห้ง เพื่อให้ดินสามารถดูดซึมน้ำก่อนที่จะนำไปตีแผ่นถนน การทำ Stock Pile เป็นวิธีการเตรียมดินที่ดี เนื่องจากจะทำให้ดินที่ขุดเกิดการคลุกเคล้ากันได้ดียิ่งขึ้น และหากวัสดุที่จะนำมาใช้ยังไม่เข้ากันดี หรือต้องการผสมน้ำก่อนนำไปลงหน้างาน เราอาจทำการคลุกเคล้าดินในระหว่างการทำ Stock Pile หลายๆ ครั้งได้ อย่างไรก็ตามการตีแผ่และคลุกเคล้ากันที่หน้างาน เป็นสิ่งจำเป็นและจะต้องกระทำให้ดีที่สุด เพื่อให้เม็ดดินคลุกเคล้าเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและเพื่อให้ได้ความแน่นสม่ำเสมอ

2. อิทธิพลของความสม่ำเสมอของการทำงาน

ขั้นตอนการทำงานที่ไม่สม่ำเสมอ มักจะเป็นสิ่งที่ทำให้ความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงจากแปลงหนึ่งไปอีกแปลงหนึ่งได้ ในธรรมชาติจะหาดินที่เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) ได้ยากจึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้มีขั้นตอนในการทำงานที่สม่ำเสมอเพื่อให้ดินทุกแปลงเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ในขณะตีแผ่และคลุกเคล้าในสนาม ความหนาที่ปูมักจะไม่สามารถสม่ำเสมอจะทำให้ความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงไป รูปแบบของขบวนการบดอัดโดยรอบคด จะเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของความแน่นของดินที่ถูกบดอัดได้

3. อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

สภาพแวดล้อมระหว่างการทำงาน เช่น การเปลี่ยนจากดินที่แห้งไปเปียก หรือจากเปียกไปแห้ง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติของดินที่ถูกบดอัด อันจะเป็นผลทำให้ความแน่นของดินนั้นไม่สม่ำเสมอในขณะบดอัดได้

4. อิทธิพลของชนิดของรถบดอัดมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและบางครั้งอาจไม่สามารถจำแนกชนิดของรถบดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้อย่างชัดเจน นั่นคือ รถบดนั้นอาจเป็นทั้งรถบดล้อเหล็ก หรือรถบดตีนแกะ พร้อมทั้งมีความสั่นสะเทือนอยู่ในตัวได้ เราอาจแบ่งชนิดของรถบดได้ดังนี้

- รถบดล้อเหล็ก (ล้อเรียบ)
- รถบดล้อยาง
- รถบดตีนแกะ
- รถบดประเภท Grid
- รถบดสั่นสะเทือน

หลักการบดอัดด้วยรถบดสั่นสะเทือนค่อนข้างยุ่งยาก และเข้าใจได้ยากกว่ารถชนิดอื่น อาจกล่าวกว้าง ๆ ได้ว่ารถบดสั่นสะเทือนใช้กับดินประเภทที่เป็นดินทราย การเขย่าทำให้ดินทรายขยับตัวได้ดี ทั้งนี้เพราะดินทรายไม่มีแรงเกาะยึดระหว่างเม็ดดิน ส่วนรถบดตีนแกะจะใช้ในดินเหนียว รถบดตีนแกะจะตีดินที่เกาะตัวกันเป็นก้อนให้แตกเป็นก้อนเล็กลง ทำให้ช่องว่างระหว่างก้อนดินลดลงเป็นลำดับ ทำให้ความแน่นเพิ่มขึ้น

ในปัจจุบันยังไม่มีรถบดชนิดใดที่มีความสามารถบดอัดดินทุกประเภทให้ดีเท่าๆกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้รถบดหลายชนิดในการก่อสร้างทาง ประสิทธิภาพและการประหยัดในการเลือกใช้รถบดจึงขึ้นอยู่กับดินที่ต้องการบดอัด

เราอาจเพิ่มประสิทธิภาพหรือเพิ่มพลังงานของแต่ละเที่ยวของรถบดได้ในรถบดบางชนิด เช่น การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของรถบดล้อเหล็ก ความกว้างของล้อรถบด ความดันลมในล้อรถบดล้อยาง และความถี่ในการสั่นสะเทือนของรถบดสั่นสะเทือน เป็นต้น

พลังงานที่ใช้ต่อหน่วยปริมาตรของดินที่ถูกบดอัดนั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนเที่ยวที่บดทับ ในปัจจุบัน การใช้รถบดที่เหมาะสมจะทำให้ความหนาแน่นแห้งของดินสูงเท่าที่เรากำหนด โดยทั่วไปใช้การบดประมาณ 8 – 16 เที่ยว ถ้าประสิทธิภาพของการบดอัดต่ำ ซึ่งทำให้ไม่สามารถทำให้ความหนาแน่นแห้งสูงขึ้นได้ในการบดอัด 4 – 8 เที่ยวแล้ว ควรต้องพิจารณาเปลี่ยนรถบดหรือเปลี่ยนสภาพของดิน (เช่น ดินเปียกไป)

5. อิทธิพลของชั้นดินที่อยู่ใต้ชั้นที่ต้องการบดอัด

พื้นล่างของชั้นดินที่ต้องการบดอัดมีอิทธิพลต่อความแน่นของชั้นที่ต้องการบดอัดเช่นเดียวกับการบดอัดดินในท้องคลอง ซึ่งต้องการพื้นหรือฐานที่มั่นคง ในกรณีที่ดินชั้นล่างแน่น การบดอัดดินชั้นบนที่หลวมจะทำให้ดินแน่นได้ เนื่องจากการถ่ายน้ำหนักของรถกระทำได้เต็มที่ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ชั้นดินบางมากเกินไป อาจทำให้ชั้นที่ต้องการบดอัดไม่ได้ความแน่นตามต้องการได้ เพราะแรงสั่นสะเทือนของรถบดทำให้ดินที่แน่นกลับหลวมตัวได้

6. อิทธิพลของความหนาของชั้นที่ต้องการบดอัด

โดยปกติความหนาแน่นแห้ง จะลดลงเมื่อเพิ่มความหนาของชั้นที่ต้องการบดอัดมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น มีการทดลองในสนามพบว่า ความหนาแน่นแห้งลดลง 0.96-0.128 กรัม/มิลลิเมตร เมื่อความหนาเพิ่มจาก 150 มม. เป็น 300 มม. การเพิ่มความหนาของชั้นดินที่ต้องการบดอัดจะทำให้ความแน่นของชั้นดินตามความลึกมีความสม่ำเสมอขึ้น นั่นคือ ดินที่อยู่ล่าง ๆ จะแน่นน้อยกว่าที่อยู่ใกล้ผิวหน้า เพราะการกระจายน้ำหนักของรถบดถูกทอนลงด้วยความแน่นและความหนาของดินที่อยู่ชั้นบน ในขณะที่ดินถูกปูและบดอัดชั้นดินที่อยู่ใต้ล่างจะถูกบดอัดด้วย การทดลองในสนามพบว่า ชั้นดินที่หนา 150 มม. ถึง 300 มม. การปูและบดอัดดินที่อยู่ด้านบน 2-6 ชั้น จะทำให้ความแน่นของชั้นแรกเพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตามเราไม่ควรจะไม่พิจารณาการเพิ่มความแน่นในส่วนนี้ ในการควบคุมงาน เนื่องจากพลังงานที่ถ่ายลงในชั้นล่างเนื่องจากรถบดนั้นมีไม่มาก

7. อิทธิพลของอัตราความเร็วในการบดอัด

ดิน เป็นวัสดุที่อ่อนไหวต่ออัตราความเครียดที่กระทำ โดยเฉพาะในดินเหนียว อย่างไรก็ตาม อัตราความเร็วในการบดอัดจะถูกควบคุมโดยความเร็วของรถบด ในรถบดสั่นสะเทือนการลดความเร็วของรถบดจะทำให้การบดอัดดีขึ้น ทั้งนี้เพราะจำนวนครั้งที่ตบ หรือกระแทกดินที่จุดเดิมจะเพิ่มขึ้น

บทสรุป

การบดอัดวัสดุ มีหลายองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ฉะนั้นในการกำหนดความหนาแน่นแห้งของดินในสนามเป็นร้อยละของความแน่นแห้งของการบดอัดในห้องทดลอง ซึ่งเป็นข้อกำหนดควบคุมเฉพาะผลเมื่อทำเสร็จแล้ว (End result Specification) เพียงอย่างเดียวแล้ว มิใช่จะได้คุณภาพที่ดีเสมอไป จะต้องมีการกำหนดควบคุมวิธีการทำงาน (Methods Specification) ด้วย เพราะองค์ประกอบการบดอัดดินในสนามเกี่ยวข้องกับวิธีการทำงานด้วย

การบดอัดดินไม่ควรคำนึงถึง Percent Compaction เพียงอย่างเดียว บางทีการบดอัดมากเกินไป (Over compaction) จนเกิน 100 % จะทำให้รูปร่างของเม็ดดิน และ โครงสร้างของเม็ดดินเปลี่ยนไป ทำให้คุณสมบัติด้านวิศวกรรมแปรเปลี่ยนไปได้เช่นกัน

บทที่ 9

การก่อสร้างและควบคุมคุณภาพงานบูรณะปรับปรุงถนนลาดยางเดิม

โดยวิธี Pavement Recycling

1. บทนำ

ตามที่ได้เขียนบทความเรื่อง “การสำรวจและออกแบบเพื่อบูรณะปรับปรุงถนนลาดยางเดิม โดยวิธี Pavement Recycling” ซึ่งได้ตีพิมพ์ในหนังสือ “บทความวิชาการการสัมมนาเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง ประจำปีงบประมาณ 2547” นั้น เพราะตระหนักอยู่เสมอว่า หลักการที่จะทำการบูรณะปรับปรุงถนนเดิมเราจะต้องตั้งคำถามเกี่ยวกับถนนเดิมในช่วงที่เราจะปรับปรุงด้วยประเด็นสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาทุกครั้ง คือ

1.1 เราต้องการให้ถนนเดิมในช่วงที่เราจะปรับปรุง สามารถให้บริการในระดับใด เป็นเวลาที่ปี มีการบำรุงดูแลอย่างไร

1.2 สภาพถนนเดิมในช่วงที่เราจะปรับปรุง มีสภาพและสมรรถนะทางด้านวิศวกรรมเป็นเช่นไร

จากประเด็นสำคัญ 2 ข้อข้างต้น จะเป็นคำถามที่ทำให้มีการวางแผนการวิเคราะห์เพื่อทำการสำรวจและออกแบบให้เป็นไปตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้คำตอบทางด้านวิศวกรรมงานทาง แต่อาจจะไม่เป็นคำตอบสุดท้ายก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนโยบายและสถานะงบประมาณด้วยเช่นกัน แต่ก็ไม่ควรละเลยขั้นตอนการสำรวจและออกแบบ การกำหนดรูปแบบควรที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่ปรากฏบนถนนเดิม มิฉะนั้นการก่อสร้างและการควบคุมคุณภาพ จะมีปัญหาอุปสรรค มีความขัดแย้งในรูปแบบและสัญญา ทำให้งานไม่สัมฤทธิ์ผล

2. การก่อสร้างและควบคุมคุณภาพงาน Pavement Recycling

เพื่อให้การก่อสร้างและควบคุมคุณภาพในงานบูรณะปรับปรุงถนนลาดยางเดิม โดยวิธี Pavement Recycling ได้ผลดี มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องนั้น ในเบื้องต้นควรที่จะมีระบบบริหารงานบำรุงทางที่ดี (Pavement Management System) มีการวางแผน ศึกษาความเหมาะสม จัดลำดับความเหมาะสมโดยมีการสำรวจประเมินสภาพทาง และกำหนดรูปแบบจากวิศวกรผู้ออกแบบทางที่สอดคล้องกับนโยบายและการใช้งานจริง นอกจากนั้นพิจารณาการใช้งบประมาณให้คุ้มค่าด้วย

ในบทความนี้ จะถือว่าขบวนการจัดการข้างต้น คือ การวางแผน การสำรวจและออกแบบ และการจัดงบประมาณเป็นไปอย่างดีและเหมาะสมแล้ว จึงขอกล่าวถึงการดำเนินงานก่อสร้างและการควบคุมคุณภาพงานเพียงเท่านั้น ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

2.1 การศึกษารายละเอียด รูปแบบ ข้อกำหนด และสัญญา

ก่อนที่จะเริ่มงานก่อสร้างนั้น ควรที่จะทำความเข้าใจ รูปแบบข้อกำหนดและสัญญา เพื่อที่จะได้ทราบถึงสิ่งที่ควรปฏิบัติต่อไป เช่น วิธีการ Recycling จะนำวัสดุชั้นทางส่วนใดมาใช้งานบ้าง จะต้องมีการใช้วัสดุใหม่ และ/หรือ สารที่ใช้ปรับปรุงเป็นแบบชนิดใด ความหนาของชั้นทางที่จะปรับปรุง กำหนดให้ปรับปรุงในที่หรือแบบในโรงงานผสม มีการกำหนดขั้นตอนทำงานตั้งแต่การขุดหรือ การขนย้าย การย่อยวัสดุให้ได้ขนาด การผสมปรับปรุง การปูและบดทับโดยใช้เครื่องมือและเครื่องจักรชนิดและแบบใดบ้าง ระดับและความลาดเอียงของถนนได้มีการกำหนดไว้อย่างไร

ทั้งนี้ในการศึกษาควรจะต้องออกสำรวจพื้นที่ก่อสร้างจริงด้วย เพื่อให้การทำงานจริงนั้นสามารถกระทำได้ตามรายละเอียด รูปแบบ ข้อกำหนดและสัญญา รวมถึงการตรวจสอบปริมาณงานจริงด้วย

หากการศึกษาและสำรวจพื้นที่แล้ว เห็นว่ามีข้อขัดแย้งกับรายละเอียด รูปแบบข้อกำหนด และสัญญา ควรทำการนำข้อมูลที่ตรวจพบพร้อมเสนอความคิดเห็นต่อวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อจะได้กำหนดแนวปฏิบัติที่ชัดเจนขึ้น และสิ่งสำคัญยิ่งที่ต้องทำคือการทำแปลงทดสอบก่อนเริ่มงานก่อสร้างจริง จะทำให้แก้ไขข้อขัดแย้งและข้อสงสัยซึ่งจะเป็นข้อสรุปได้ดีที่สุด

2.2 การวางแผนการปฏิบัติการ

หลังจากการศึกษารายละเอียดและได้หารือเกี่ยวกับรูปแบบมาตรฐานข้อกำหนดและสัญญาต่างๆ เป็นที่เข้าใจในระดับต้นแล้ว ต่อไปควรมีการวางแผนปฏิบัติการ โดยทำแปลงทดสอบเพื่อเป็นการรับรองว่า การศึกษาและข้อคิดเห็นที่เกิดขึ้นตามข้อ 2.1 นั้น เวลาปฏิบัติจริงจะมีปัญหาอุปสรรคใดเกิดขึ้นได้บ้าง และจะดำเนินการแก้ไขอย่างไร เพื่อที่จะได้รูปแบบขั้นตอนในการทำงานก่อสร้างต่อไป

2.3 สิ่งที่ต้องพิจารณาและติดตามขณะทำแปลงทดสอบ

เพื่อให้รูปแบบในการทำงานก่อสร้าง Pavement Recycling ได้ผลดี ในขณะที่ทำแปลงทดสอบมีสาระสำคัญที่ต้องพิจารณาและติดตามตรวจสอบและบันทึกไว้เป็นรูปแบบการปฏิบัติงานต่อไป ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

2.3.1 ชนิดและประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่าสามารถที่จะทำงานให้ได้คุณภาพชั้นทางตลอดความหนาตามที่ต้องการได้หรือไม่

2.3.2 ระดับและความลาดเอียงถูกต้องตามรูปแบบหรือไม่ จะแก้ไขได้อย่างไร ควรมีเครื่องจักรหรือเครื่องมือใดมาเสริมเพื่อทำให้ระดับความลาดเอียงและความหนาให้ได้ตามข้อกำหนด เช่น รถเกรด รถบด เป็นต้น ตามต้องการ

2.3.3 งานที่ต้องทำหรือแก้ไขก่อนจะดำเนินการ Recycling ได้แก่

- งานซ่อมจุดอ่อน (Soft Spot) บนถนนเดิม
- งานขุดหรือสิ่งก่อสร้างอื่นที่เป็นอุปสรรคในการขุดหรือ หรือการไถของเครื่องจักร

Recycling และภายหลังจะติดตั้งกลับเข้าไปใหม่อย่างไร เช่น ขอบบ่อพัก ท่อต่าง ๆ เป็นต้น

- งานชุดใส่รองเท้าผิวนนเดิม เพื่อปรับระดับตามที่ต้องการ โดยต้องพิจารณาถึงระดับหลังทางภายหลังการก่อสร้างเสร็จครบถ้วนสมบูรณ์แล้วได้ค่าตามรูปแบบกำหนดไว้

- งานที่ต้องขนย้ายวัสดุใหม่มาลงเสริมบนถนน มีปริมาณมากน้อยเพียงใด ให้คำนึงถึงระดับหลังทางเมื่อแล้วเสร็จถูกต้องตามที่ต้องการในรูปแบบ

2.3.4 การจัดรูปแบบการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรที่จะดำเนินการ Recycling โดยให้เฝ้าติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิด และบันทึกการทำงานแต่ละขั้นตอนของเครื่องจักร เช่น การเข้า – ออก, ก่อน – หลัง จำนวนเที่ยวการเดินเครื่องจักร, อัตราการทำงานของเครื่องจักร ฯลฯ เพราะข้อมูลเหล่านี้จะได้นำมาวิเคราะห์เพื่อจัดรูปแบบการทำงาน Recycling ต่อไป

2.3.5 การจัดเตรียมวัสดุต่าง ๆ เช่น ปูนซีเมนต์, น้ำ, วัสดุผสมเพิ่มอื่น ๆ ให้มีปริมาณพอเพียง และสามารถป้อนเข้าสู่กระบวนการทำงาน Recycling ได้อย่างต่อเนื่อง เหมาะสมและพอเพียงกับความต้องการ โดยเฉพาะงาน Recycling แบบในที่ (In – Place) ควรตระหนักข้อนี้ให้มากมิฉะนั้นจะทำให้การทำงานสะดุดหยุดลงได้

2.3.6 งานอำนวยความสะดวกจราจรขณะทำงาน นอกจากมีป้าย, สัญญาณหรือคนคอยช่วยในงานจราจร ยังมีสิ่งสำคัญจะต้องพิจารณา คือ การวางแผนกำหนดลำดับก่อนหลังของแนวร่องที่จะขุดหรือและปลูกกลับพร้อมบดทับว่าควรเริ่มงานในแนวใดของถนน เพื่อให้รถสามารถสัญจรทั้งสองทิศทางได้หรือไม่ โดยให้ใช้ข้อมูลความกว้างของถนน ความกว้างของเครื่องจักร ระยะเหลื่อมทับของรอยต่อความยาว และสิ่งที่กำหนดไว้ในรูปแบบและข้อกำหนด หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่คิดว่ามีผลกระทบต่อการกระทำงานและการจราจรขณะทำงานได้ มาใช้ในการพิจารณาวางแผนด้วย

2.3.7 งานตรวจสอบและประเมิน ภายหลังการทำแปลงทดสอบควรมีการตรวจสอบความเรียบ ระดับ ความลาดเอียง และความหนาแน่นว่าได้ตามที่ต้องการหรือไม่ มีสิ่งใดต้องแก้ไข โดยพิจารณาภาพรวมโดยใช้หัวข้อ 2.3.1 ถึง 2.3.6 ร่วมในการพิจารณา

2.4 การปฏิบัติงาน Recycling

แม้ว่าการทำแปลงทดสอบได้รูปแบบการทำงานที่เหมาะสมแล้ว และได้นำมาปฏิบัติงาน Recycling ต่อไปแล้วนั้น การปฏิบัติงาน Recycling ยังคงต้องมีการควบคุมและตรวจตราอย่างใกล้ชิด เพื่อให้การปฏิบัติงาน Recycling สามารถดำเนินการได้ผลตามที่ต้องการดังที่เคยทำในแปลงทดสอบ

ในการปฏิบัติงานทุกครั้งในแต่ละวันของการปฏิบัติงานควรมีการควบคุมเพื่อเฝ้าระวังและ/หรือตรวจตราพอสรุปได้ดังนี้

2.4.1 การควบคุมและตรวจตราก่อนเริ่มงาน

- สภาพอากาศมีความเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน
- เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างมีสภาพพร้อมที่ปฏิบัติงานได้ดีหรือไม่ โดยเริ่มตั้งแต่ระบบชุดใส่ รื้อผสม ปูและบดทับ รวมถึงอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้วัดความหนา ค่าระดับและวัดอัตรา

ป้อนวัสดุต่างๆ นอกจากนั้นปริมาณเครื่องจักรประกอบมีจำนวนเพียงพอและสภาพสมบูรณ์พร้อมที่จะทำงานดังเช่น การทำแปลงทดสอบหรือไม่

- การตรวจตราสภาพพื้นที่ที่จะทำ Recycling มีการแก้ไข ซ่อมแซม ความเสียหายที่ระบุไว้ให้ทำแล้วเสร็จก่อนการปฏิบัติงาน Recycling รวมทั้งการรื้อถอนสิ่งกีดขวางออกเป็นที่ยับรื้อหรือยัง

- การตรวจตราการจัดเตรียมปริมาณวัสดุทุกชนิดที่ต้องใช้ไว้มีปริมาณอย่างเพียงพอต่อการทำงานในแต่ละวัน

- การหาค่าความชื้นของวัสดุชั้นทางเดิม เพื่อจะได้ปรับแก้ปริมาณน้ำที่จะต้องใช้ผสมไว้ได้อย่างเหมาะสม

- การตรวจสอบระดับ ความลาดเอียงหลังถนนเดิม เพื่อกำหนดว่าช่วงใดสูง – ต่ำกว่าระดับที่ต้องการ เพื่อจะได้พิจารณาจัดเสริมวัสดุผสมได้อย่างถูกต้อง

2.4.2 การควบคุมและตรวจสอบขณะทำงาน

ขั้นตอนในการทำงาน Pavement Recycling ในแต่ละขั้นตอนนั้นจะต้องมีการสำรวจและตรวจสอบอย่างใกล้ชิด ซึ่งพอสรุปตามขั้นตอนดังนี้

- 1) การขุดรื้อ (Scarifying / Ripping) หรือ การขุดไส (Milling) ต้องควบคุมให้ได้ความลึกของการขุดรื้อ หรือการขุดไสตามที่ต้องการ ชนิดวัสดุที่ขุดขึ้นมาต้องตรงตามเป้าหมายที่ระบุไว้ ในกรณีการขุดรื้อจะกระทบต่อชั้นทางที่อยู่ชั้นล่างลงไปได้ง่าย ซึ่งไม่เหมาะกับการทำงาน Recycling แบบในที่ ต้องใช้เครื่องมือเครื่องจักรพิเศษที่สามารถขุดไสได้โดยไม่กระทบต่อชั้นล่างเพื่อใช้ในงาน Recycling แบบในที่จึงเหมาะสม

- 2) การเคลื่อนย้ายวัสดุ เมื่อมีการขุดรื้อหรือการขุดไสแล้ว จะต้องมีการเคลื่อนย้ายวัสดุ เพื่อไปปรับปรุงคุณภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการ Recycling จะเป็นแบบในที่หรือแบบที่โรงงานผสม จะต้องควบคุมให้การเคลื่อนย้ายวัสดุเป็นแบบชนิดตามที่ได้ระบุไว้ สำหรับการปรับปรุงในที่การเคลื่อนย้ายวัสดุจะอยู่ภายในเครื่องจักรที่เดินผ่านในที่โดยทำการผสมเสร็จในที่

- 3) การปรับปรุงชั้นทางที่ลงเหลือหลังจากขุดรื้อ ตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 1) การขุดรื้อจะกระทบต่อชั้นทางที่อยู่ชั้นล่างลงไปได้ง่าย จึงเห็นควรให้มีการปรับปรุงการบดทับให้เรียบและได้ระดับก่อนทำงานต่อไป ซึ่งขั้นตอนนี้จะมีเฉพาะวิธีการ Recycling แบบที่โรงงานผสม ข้อดีคือสามารถแก้ไขจุดอ่อนหรือความเสียหายที่มีความลึกกว่าความหนาชั้นที่ต้องการ Recycling ได้สะดวกขึ้น สำหรับการ Recycling แบบในที่จะไม่ขั้นตอนนี้

- 4) การย่อยวัสดุชั้นทางเดิมให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ วัสดุชั้นทางเดิมที่ถูกขุดรื้อ จะมีขนาดใหญ่กว่าความต้องการ โดยเฉพาะวัสดุชั้นผิวทางแอสฟัลต์ ที่มีการยึดเกาะตัวกัน จึงต้องมีการย่อยวัสดุเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ สำหรับวิธีการขุดไสด้วยเครื่องจักรพิเศษ จะทำให้วัสดุชั้นทางเดิมได้ผ่านการย่อยไป

ด้วย แต่อาจจะมีวัสดุขนาดใหญ่กว่าความต้องการป้อนอยู่บ้าง ให้ใช้วิธีการคัดออกแทน ถ้ามีจำนวนมากให้แก้ไขระบบชุดไสของเครื่องจักรดังกล่าว

5) การผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพวัสดุ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญยิ่งต่อคุณภาพวัสดุต้องมีการควบคุมให้ได้อัตราส่วนการใช้วัสดุต่าง ๆ ได้ตรงตามแบบของส่วนผสมโดยมีการผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีคือนั้น ต้องควบคุมตรวจตราถึงระบบการป้อนวัสดุที่แม่นยำ ประสิทธิภาพของเครื่องผสม ระยะเวลาผสมที่เหมาะสมรวมถึงการปรับแก้ไขความชื้นของส่วนผสมให้เหมาะสมเฉพาะสถานะนั้น ๆ โดยเฉพาะในฤดูฝน

6) การบดทับ ในการบดทับเป็นขั้นตอนที่สำคัญจะต้องมีความรู้ความชำนาญงาน ทั้ง Operator และ Inspector การจัดขบวนรถบด จำนวนเที่ยวในการบด ช่วงจังหวะเวลาที่เหมาะสม ประสิทธิภาพของรถบด การใช้รถชนิดและขนาดได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะรถบดสันสะเทือนนั้น มีทั้งผลดีและผลเสียควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของน้ำหนักรถบด ความถี่และความกว้างของคลื่นสันสะเทือน และความเร็วในการเคลื่อนตัวของรถบด เพื่อจะได้ใช้งานได้อย่างถูกต้องตามข้อแนะนำการใช้เครื่องจักรตามที่ถูกผลิตได้แนะนำไว้

7) การปรับเกลี่ย แต่งให้ได้ระดับ ความลาดเอียง และความเรียบ เนื่องจากขั้นตอนการปูและการบดทับ อาจจะได้ระดับและความลาดเอียงใกล้เคียงตามต้องการ แต่ความเรียบโดยเฉพาะตะเข็บรอยต่อตามยาวและคลื่นที่เกิดจากรถบดสันสะเทือน ซึ่งอาจจะต้องมีการเกลี่ยแต่งด้วยรถเกรด ในกรณีปล่อยผ่านจะต้องเข้มงวดเรื่องระดับ ความลาดเอียง และความเรียบ ในขณะที่ทำงานก่อสร้างชั้นทางที่อยู่บนชั้นทาง Recycling ซึ่งโดยส่วนใหญ่ จะเป็นชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

8) การปิดการจราจรและการบ่ม ขั้นตอนนี้จะต้องพิจารณาสิ่งที่กำหนดไว้ในมาตรฐานข้อกำหนดหรือข้อกำหนดในรูปแบบว่าระบุให้ใช้วัสดุใดเป็นสารปรับปรุงคุณภาพ มีระยะเวลาการก่อตัวเพื่อรับกำลังที่ยอมรับได้ก่อนเปิดการจราจรเท่าไร มีวิธีการบ่มตัวอย่างโดยวิธีใดบ้าง การ Recycling ของกรมทางหลวงในขณะนี้ ส่วนใหญ่จะใช้ปูนซีเมนต์เป็นสารปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งสามารถเปิดการจราจรได้ทันที แต่การบ่มตัวด้วยการราดน้ำควรกระทำให้ต่อเนื่อง และควรรีบทำการ Prime Coat และทำชั้นผิวทางเพราะการทิ้งไว้นานโดยเปิดการจราจรจะทำให้เกิดหลุมบ่อได้ง่ายและยากต่อการแก้ไข

ตามที่สรุปขั้นตอนการทำงาน Recycling ไว้ 8 ขั้นตอนนั้น ถ้าเป็นการทำงานแบบในโรงงานผสม เราจะเห็นแต่ละขั้นตอนที่ชัดเจน แต่จะใช้เครื่องมือเครื่องจักรมากกว่า และระยะเวลาการทำงานจะใช้เวลามากกว่า สำหรับการทำงาน Recycling แบบในที่นี้จะใช้เครื่องมือเครื่องจักรโดยเฉพาะที่มีความพิเศษ สามารถทำงานตามขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 6 โดยขบวนการเคลื่อนดินของเครื่องจักรภายในเที่ยวเดียวทำให้สามารถเปิดจราจรได้เร็ว สำหรับการเลือกใช้แบบไหนนั้น ขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้ออกแบบจะต้องมีประสบการณ์ และข้อมูลเพียงพอ ที่จะตัดสินใจกำหนดไว้ในรูปแบบหรือเปิดไว้เป็นทางเลือกได้ เพราะทั้ง 2 วิธี มีข้อเด่น – ข้อด้อย ขึ้นอยู่กับเลือกใช้ได้เหมาะสมกับงาน สถานที่ เวลา ฤดูกาล และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงใด

2.4.3 การควบคุมและตรวจสอบภายหลังการทำงาน

ภายหลังการทำงานแล้วเสร็จในแต่ละวัน สิ่งที่จะต้องทำการตรวจสอบพอสรุปได้ดังนี้

- 1) ความกว้าง ความหนา ระดับและความลาดเอียง เป็นไปตามรูปแบบข้อกำหนด
- 2) ลักษณะผิวหน้า มีสภาพกลมกลืนสม่ำเสมอตลอดทั้งพื้น ไม่มีการแยกตัวของวัสดุอย่าง

ชัดเจน และไม่ปรากฏความเสียหาย แตกร้าวหรือหลุดร่อน

3) ความเรียบของผิวหน้า ไม่เกิดเป็นลอนคลื่นหรือแนวร่อง โดยการวัดด้วยไม้บรรทัดยาว 3 เมตร วางทาบบนผิวหน้าทั้งในแนวยาวและแนวขวางถนน กำหนดค่าความแตกต่างที่วัดได้ต้องไม่เกิน 10 มิลลิเมตร หรือตามที่ระบุไว้ในรูปแบบและข้อกำหนด

4) ความหนาแน่น จะต้องมีการทดสอบความหนาแน่นชั้นทาง Recycling ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานข้อกำหนดและรูปแบบ

5) กำลังรับแรงของวัสดุที่ปรับปรุงแล้ว ในขณะที่ทำงานจะมีการเก็บตัวอย่าง มาจัดเตรียม และจัดทำขึ้นตัวอย่างทดลอง ซึ่งมีระบุไว้ในมาตรฐานข้อกำหนด และ / หรือรูปแบบได้กำหนดไว้

6) การตรวจสอบปริมาณงานที่ทำได้ และปริมาณวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่ใช้งาน เพื่อเป็นการตรวจสอบซ้ำว่าอัตราส่วนผสมมีความใกล้เคียงกับแบบส่วนผสมหรือไม่

7) การตรวจสอบอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้เป็นกรณีพิเศษ โดยวิศวกรผู้ออกแบบ

2.5 การควบคุมคุณภาพวัสดุ

โดยทั่วไปการควบคุมคุณภาพวัสดุประกอบด้วย การตรวจตรา การเก็บตัวอย่าง การทดสอบ การวัดปริมาณ การควบคุมการทำงาน การวิเคราะห์ผล การรายงาน และการติดตามผลการปฏิบัติงานต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น วัสดุที่ตรวจสอบแล้วคุณภาพไม่ได้ตามข้อกำหนด ต้องมีการขนย้ายออกไป หรือมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ซึ่งถ้าปราศจากการดูแลและปฏิบัติงานตามขั้นตอนเหล่านี้แล้ว จะขาดความน่าเชื่อถือในการควบคุมคุณภาพวัสดุ

สำหรับการควบคุมคุณภาพวัสดุที่จะกล่าวถึง จะขอสรุปขั้นตอนที่สำคัญเป็นพิเศษในงาน Pavement Recycling นอกเหนืองานควบคุมคุณภาพวัสดุโดยทั่วไป ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

2.5.1 การเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่าง เพื่อทดสอบคุณภาพและการออกแบบส่วนผสมเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อให้ได้ตัวอย่างตัวแทน (Representative Samples) ของวัสดุที่จะนำมาใช้งานจริง จึงควรปฏิบัติตามมาตรฐานวิธีการเก็บตัวอย่างตามที่ระบุไว้ หากไม่ระบุไว้อาจใช้มาตรฐานของ AASHTO และ ASTM เป็นเกณฑ์ก็ได้ นอกจากนี้แล้วจำนวนและขนาดของตัวอย่างตัวแทนที่ต้องทำการทดสอบควรมีเกณฑ์ที่เหมาะสมกับปริมาณวัสดุที่นำมาใช้งาน

สำหรับงาน Pavement Recycling การเก็บตัวอย่างตัวแทนเพื่อมาทดสอบและออกแบบส่วนผสมบางครั้งได้เก็บตัวอย่างก่อนจะมีการเคลื่อนย้ายเครื่องมือเครื่องจักรเข้ามาที่หน้างานของโครงการฯ ทำให้การเก็บตัวอย่างต้องมีการขุดเจาะเก็บก้อนตัวอย่างมาย่อยเองก่อนมักมีปัญหาว่าขนาดที่ย่อยได้ ไม่อยู่ใน

สภาพเดียวกับวัสดุที่ได้จากการทำงานของเครื่องจักร โดยเฉพาะวัสดุชั้นผิวทางซึ่งมีการเชื่อมยึดกันจะยังคงจับตัวเป็นก้อน ๆ เมื่อทำงานจริงอัตราส่วนการใช้วัสดุเชื่อมประสานอย่างเช่นปูนซีเมนต์ จะผิจากที่ทดสอบและออกแบบไว้ในห้องทดลอง ทั้งนี้ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องทำการออกแบบส่วนผสมไว้ก่อนเพื่อเป็นแนวทางการทำงาน ในขณะที่ทำแปลงทดสอบ ต้องมีการตรวจสอบส่วนผสมให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์กำหนดสามารถปรับแก้แบบส่วนผสม ตามเกณฑ์ยอมรับได้หรือไม่ ถ้าหากไม่ได้จะต้องทำการออกแบบส่วนผสมใหม่ ปัญหานี้ควรจัดหาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพการย่อยวัสดุได้เช่นเดียวกับการทำงานจริงของเครื่องจักรหรือต้องเก็บตัวอย่างตัวแทนที่ได้จากหน้าที่ได้จากการขุดและย่อยจากเครื่องจักรที่ใช้งานจริง ซึ่งต้องเสียเวลารอผลการออกแบบส่วนผสมแล้วเสร็จก่อนจึงจะทราบถึงอัตราการใช้วัสดุแต่ละชนิด แต่จะได้แบบอัตราส่วนผสมใกล้เคียงของจริงมากกว่าวิธีจากการขุดตัวอย่างมาย่อยในห้องปฏิบัติการ เพราะสภาพของตัวอย่างตัวแทนที่เก็บมาออกแบบมีสภาพเหมือนกับที่หน้างาน

2.5.2 การออกแบบส่วนผสม

ก่อนอื่น ต้องทำการศึกษามาตรฐานข้อกำหนด รูปแบบและสัญญาเกี่ยวกับคุณสมบัติวัสดุที่จะนำมาใช้งานถูกกำหนดไว้อย่างไรบ้าง และคุณภาพภายหลังการผสมปรับปรุงจะต้องปฏิบัติการทดสอบและออกแบบส่วนผสมโดยมาตรฐานวิธีการทดสอบของสถาบันใด เช่น AASHTO, ASTM หรือที่กำหนดขึ้นของหน่วยงานใด ในการที่ได้กำหนดอัตราส่วนการใช้วัสดุ โดยเฉพาะสารปรับปรุงคุณภาพไว้ในรูปแบบและสัญญานั้นอาจจะเป็นการไม่ถูกต้องนัก ยกเว้นแต่ว่าในการสำรวจและออกแบบได้มีการทดลองออกแบบส่วนผสมไว้เป็นแนวทางก่อนแล้ว ซึ่งจะเป็นขั้นตอนการสำรวจและออกแบบในขั้นตอนที่8ก่อนคิดประมาณราคาต้นทุนของโครงการ ตามที่ได้แนะนำไว้ในบทความเรื่อง “การสำรวจและออกแบบเพื่อบูรณะปรับปรุงถนนลาดยางเดิม โดยวิธี Pavement Recycling แต่ในที่สุดแล้ว การออกแบบส่วนผสมที่หน้างานจริง ยังเป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติจะละเอียดเสียมิได้

หลังจากนั้นก็ให้ทำการสำรวจวัสดุว่ามีคุณสมบัติดังที่สม่าเสมอเพียงใด และวิธีการทำงานสามารถคัดเลือกวัสดุได้สม่าเสมอน้อยเพียงใด เพื่อจะได้นำมาพิจารณาในการออกแบบส่วนผสมว่าควร จะออกแบบส่วนผสมไว้ทั้งหมดก็แบบส่วนผสมด้วยกัน ขอให้พึงระลึกไว้อยู่เสมอว่าแบบส่วนผสมสามารถจะปรับแก้ได้ แต่ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ และเมื่อคุณสมบัติผิดแปลกไปจากเดิมจนเกินกว่าที่จะอนุญาตให้ปรับแก้ตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จะต้องทำการออกแบบส่วนผสมใหม่ สิ่งที่เกิดแปลกตามที่ได้อ้างมานี้จะทราบได้ จากการตรวจตรา การควบคุม และการวิเคราะห์เป็นประจำ ทุก ๆ วันของการทำงาน

วิธีการออกแบบส่วนผสมนั้น ต้องศึกษาและพิจารณาจากรูปแบบได้ระบุที่กำหนดให้ใช้วัสดุชนิดใดบ้างมาปรับปรุงคุณภาพ ก็ให้ไปค้นคว้าศึกษาดำรงหนังสือแนะนำการออกแบบส่วนผสมซึ่งมีให้ศึกษาได้โดยทั่วไปอยู่แล้ว ในขณะที่งานปรับปรุงคุณภาพวัสดุมักจะใช้ปูนซีเมนต์ก็ให้ไปศึกษาการออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์ ถึงแม้ว่าจะใช้วัสดุอื่นๆ มาใช้ผสมด้วยก็ไม่ใช่ว่าที่ยุ่งยากเกินไป หลักการโดยทั่วไปในการออกแบบส่วนผสมให้พิจารณาจากมาตรฐานข้อกำหนดได้มีการแนะนำปริมาณการใช้วัสดุอย่างไร คำสุดท้ายนี้ สูงสุดเท่าไร หากไม่มีระบุไว้ชัดเจน ก็ให้ลองสุ่มตั้งอัตราส่วนผสมโดยปรับเปลี่ยนจากการใช้ปริมาณ

สารปรับปรุงคุณภาพ จากปริมาณต่ำและขยับปริมาณที่สูงขึ้นจนถึงปริมาณมากเกินไป แล้วก็ทดสอบคุณภาพของแต่ละส่วนผสมว่าค่ากำลังรับแรงของวัสดุส่วนผสมมีค่าเท่าไร เมื่อมีการปรับลดลงด้วยค่าประสิทธิภาพการผสมที่หน้างาน จะมีค่ากำลังรับแรงเหลือเท่าไร จากนั้นจึงพิจารณาเลือกอัตราส่วนผสม โดยให้อยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนด ในกรณีที่ประสิทธิภาพการผสมที่หน้างาน ต่ำกว่าร้อยละ 80 ควรดำเนินการแก้ไขวิธีการผสมที่หน้างานไม่ควรใช้วิธีคิดปรับลดตามที่ได้แนะนำไว้ในการออกแบบส่วนผสมเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองวัสดุและได้คุณภาพงานที่ไม่สม่ำเสมอ

2.5.3 การตรวจตราและการทดสอบคุณภาพวัสดุ

ในการทำงาน Recycling จะต้องมีการตรวจตราและการทดสอบคุณภาพวัสดุทั้งก่อนทำงาน ขณะทำงาน และภายหลังการทำงาน ซึ่งได้กล่าวไปข้างแล้วในหัวข้อ 2.4 ซึ่งจะต้องกระทำควบคู่กับการควบคุมปฏิบัติงาน Recycling ต้องมีการตรวจตราและทดสอบคุณภาพวัสดุประจำวันและพอสรุปขั้นตอนในการตรวจตราและการทดสอบคุณภาพวัสดุเป็น 4 ระยะ

1) การตรวจตราและทดสอบคุณภาพวัสดุก่อนการผสม จะต้องมีการตรวจตราดูความแปรเปลี่ยนของวัสดุที่จะนำมาใช้งานว่ายังคงเดิมเช่นเดียวกับที่นำมาออกแบบส่วนผสมหรือเปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่ต้องกระทำทุกวันคือการเก็บวัสดุมวลรวมทั้งที่อยู่ในชั้นทางเดิมหรือผสมเพิ่มเข้าไปมาทดสอบหาค่าความชื้นเพื่อจะปรับแก้อัตราส่วนของน้ำที่จะเติมเข้าไปในส่วนผสม การทดสอบหาขนาดคละและตรวจตราดูเนื้อวัสดุว่ายังเป็นประเภทเดียวกันกับวัสดุที่ใช้ออกแบบส่วนผสมหรือไม่

2) การตรวจตราและควบคุมการผสมวัสดุ เป็นขั้นตอนที่จะต้องตรวจตราและควบคุมอย่างใกล้ชิด ตั้งแต่การป้อนวัสดุให้ได้ตามอัตราส่วนที่กำหนด การป้อนวัสดุแต่ละชนิดต้องมีความต่อเนื่องสม่ำเสมอ ระยะเวลาผสม การคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีไม่เกิดการแยกตัว ระยะเวลาขนส่ง ระยะเวลาการปูและบดทับ โดยเวลาทั้งหมดตั้งแต่การผสมจนถึงการปูและบดทับจะต้องอยู่ในเกณฑ์ข้อกำหนดของส่วนผสมชนิดนั้นๆ เพราะมิฉะนั้นจะมีผลกระทบต่อการเชื่อมยึดติดของเชื้อประสานจะทำให้ด้อยคุณภาพลง

3) การทดสอบคุณภาพวัสดุส่วนผสมขณะที่มีการควบคุมและตรวจตราการผสมวัสดุจนถึงการปูและบดทับ จะต้องมีการสุ่มเก็บตัวอย่างส่วนผสม เพื่อไปทำการทดสอบหาคุณภาพภายหลังการผสมอีกครั้ง ทั้งนี้ต้องศึกษารายละเอียดของมาตรฐานข้อกำหนด รูปแบบและสัญญาว่าได้กำหนดเกณฑ์วิธีการทดลองไว้อย่างไร หากระบุไว้ไม่ชัดเจนก็ให้ยึดถือตามเกณฑ์ระเบียบปฏิบัติของหน่วยงานหรือสถาบันที่น่าเชื่อถือและเป็นหลักสากล

4) การตรวจตราและการทดสอบความหนาแน่นชั้นทาง Recycling ในขณะปูและบดทับ ส่วนผสมเป็นชั้นทาง Recycling จะต้องมีการควบคุมงานอย่างใกล้ชิดเพื่อให้ได้ความหนา ระดับความลาดเอียงและความเรียบได้ตามรูปแบบแล้ว สิ่งสำคัญในการควบคุมงานคือการป้องกันการแยกตัวของส่วนผสมและความต่อเนื่องของขบวนการปูและบดทับ แต่ก็ยังต้องมีขั้นตอนการตรวจตราและทดสอบความหนาแน่น ภายหลังการปูและบดทับแล้วเสร็จ โดยมีการตรวจตราว่ามีความเสียหายปรากฏบนผิวหน้าหรือไม่ ความเรียบได้ตามข้อกำหนดหรือไม่ และจากการทดสอบจะได้ความหนาและความแน่นตามข้อกำหนดหรือไม่

3. บทส่งท้าย

วิธีการ Pavement Recycling เหมาะสมที่จะใช้งานบูรณะปรับปรุงถนนลาดยางเดิม โดยการปรับปรุงแก้ไขความเสียหายที่เกิดขึ้นบนชั้นผิวทางและชั้นพื้นทางเท่านั้น ในกรณีความเสียหายที่เกิดจากรากฐาน คันทางและรองพื้นทาง ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขชั้นล่าง คือรากฐานหรือคันทางหรือชั้นรองพื้นทางที่มีปัญหาด้วย ในปัจจุบันถนนที่อยู่ในความดูแลของกรมทางหลวงจะมีรากฐานและตัวคันทางที่มีเสถียรภาพมั่นคง ยกเว้นบริเวณพื้นที่ดินอ่อน หรือมีปัญหาทางด้านธรณีวิทยา ความเสียหายของถนนจึงมักเกิดจากอายุการใช้งานที่จะปรากฏความเสียหายในชั้นผิวทางและชั้นพื้นทาง การนำวิธีการ Pavement Recycling มาใช้งานบูรณะปรับปรุงถนนลาดยางเดิมจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมยิ่งกับสถานะปัจจุบันที่ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสังคมมากขึ้น อีกทั้งแก้ไขปัญหาการใช้วัสดุให้คุ้มค่าคุ้มทุน ลดความเสี่ยงเปลี่ยนแปลงโดยใช้องค์ความรู้และความสามารถมากขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามจากแนวคิดข้างต้น เราจะต้องทำความเข้าใจถึงองค์ความรู้ที่จะมาใช้ซึ่งต้องมีระบบจัดการองค์ความรู้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นการใช้ศาสตร์และศิลป์ ในการบริหารจัดการที่ดีอย่างเป็นระบบ (State of The Art) ตั้งแต่การวางแผนโครงการ การพิจารณาความเหมาะสม การสำรวจและออกแบบ การประมาณราคาค่าต้นทุนและการจัดตั้งงบประมาณ โดยจัดมุมมองให้เห็นภาพรวมถึงการลงทุนอย่างคุ้มค่า มีการบริหารทรัพยากรได้อย่างลงตัวและมีคุณภาพ

ในงาน Pavement Recycling เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ได้มีการออกแบบและผลิตเครื่องมือเครื่องจักรพิเศษที่มีความทันสมัยเพื่อให้เหมาะสมกับระบบการทำงาน Recycling โดยใช้ความรู้ทางด้านเครื่องจักรกลด้านอิเล็กทรอนิกส์ มาใช้เพื่อสนองให้ได้ตามแนวความคิดในการบูรณะปรับปรุงถนนลาดยางเดิมโดยใช้วิธี Pavement Recycling ถึงแม้ว่าสามารถผลิตเครื่องมือเครื่องจักรเพื่อสนองการนี้ได้แล้ว แต่สิ่งที่ป็นปัจจัยสำคัญคือคน จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ไม่ละเลยขั้นตอนของระบบตามแนวคิดการทำงาน Pavement Recycling จึงทำให้งานบรรลุผลสำเร็จ การพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้มีความรู้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี โดยให้มีพื้นฐานความรู้ที่เพียงพอที่จะสามารถมีกระบวนการทางความคิดแบบมองรอบด้าน เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นจึงจะเกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม

บทที่ 10

การควบคุมงานก่อสร้างผิวทางคอนกรีต

1. บทนำ

ในการควบคุมการก่อสร้างถนนคอนกรีตของกรมทางหลวง ใช้มาตรฐานทางที่ ทล.-ม. 309/2544 “มาตรฐานถนนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต” เป็นคู่มือในการควบคุมงาน ซึ่ง ทล.-ม. 309 เป็นมาตรฐานที่ได้จากการนำ ทล.-ม. 409/2530 “มาตรฐานข้อกำหนดการควบคุมงานก่อสร้างถนนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต” มาปรับปรุงให้ทันสมัยและเพื่อให้เหมาะสมกับอนุกรมรหัสหมายเลขทะเบียนมาตรฐานของกรมทางหลวง ซึ่งถ้าขึ้นต้นด้วยเลข 3 หมายถึงวัสดุคอนกรีต ส่วนถ้าขึ้นต้นด้วยเลข 4 หมายถึง วัสดุแอสฟัลต์ จึงเปลี่ยนเป็น ทล.-ม. 309

2. โครงสร้างถนนคอนกรีตของกรมทางหลวง

โครงสร้างถนนคอนกรีตที่กรมทางหลวงได้จัดสร้างขึ้น แบ่งได้เป็น 5 แบบ คือ

2.1 ผิวทางคอนกรีต + รองพื้นทาง Soil Aggregate ถนนที่ก่อสร้างแบบนี้ คือ ถนนพหลโยธินช่วงอนุสาวรีย์ – ลาดพร้าว และถนนเพชรเกษม ช่วง กรุงเทพฯ – นครปฐม ถนนพหลโยธินช่วงอนุสาวรีย์ – ลาดพร้าว เมื่อสร้างเสร็จและเปิดใช้งานไม่เกิด Pumping และปัญหาในการซ่อมบำรุง เนื่องจากใช้รองพื้นทางเป็นหินผุ Gradation ที่ดีและมีค่า PI ต่ำ

ส่วนถนนสายเพชรเกษมช่วง บางแค – นครปฐม เปิดใช้ได้ไม่นานก็เกิด Pumping หลายจุดสาเหตุเกิดจากใช้ลูกรังที่มี PI สูงมากผสมกับทรายเพื่อใช้ทำชั้นรองพื้นทาง

Pumping เกิดจากการที่น้ำซึมลงตามรอยแตกและรอยต่อของถนนคอนกรีตที่ชำรุดได้แผ่นพื้นคอนกรีต และวัสดุส่วนละเอียดได้แผ่นพื้นคอนกรีตจะอุ้มน้ำสะสมไว้ เมื่อมีรถวิ่งผ่านแผ่นพื้นคอนกรีตบ่อ ๆ จะทำให้พื้นคอนกรีตเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ และกระแทกน้ำผสมกับส่วนละเอียดขึ้นมาด้านบนถนนทำให้เกิดโพรงใต้แผ่นพื้นคอนกรีต เป็นสาเหตุทำให้คอนกรีตแตกหักหรืออาจทำให้คอนกรีตที่ติดกันสองแผ่นระดับต่างกัน

2.2 ผิวทางคอนกรีต + Soil Cushion + รองพื้นทางแบบ Lime Stabilized Clay ผลการเกิด Pumping สายกรุงเทพ- นครปฐม ทำให้วิศวกรที่ออกแบบใช้ชั้น Sand Cushion ในโครงสร้างถนนคอนกรีต โครงสร้างถนนคอนกรีตที่มีลักษณะนี้มีสายเดียว คือ ถนนวิภาวดีรังสิต ช่วง ดินแดง – คอนเมือง (ช่องจราจรเก่า) ถนนสายนี้เมื่อเปิดใช้งานก็ไม่เกิด Pumping และไม่สร้างปัญหาในการซ่อมบำรุง

2.3 ผิวทางคอนกรีต + Soil Cushion + รองพื้นทางแบบ Soil Aggregate โครงสร้างของถนนคอนกรีตแบบนี้ใช้เป็นครั้งแรกกับสายจรัลสนิทวงศ์ ใช้งานได้ดีไม่เกิด Pumping หลังจากนั้นมา กรมทางหลวงก็ใช้โครงสร้างในลักษณะนี้ก่อสร้างถนนคอนกรีตในแถบกรุงเทพ ซึ่งทุกสายไม่ปรากฏความเสียหายเนื่องจาก Pumping

2.4 ผิวทางคอนกรีต + พื้นทางหินคลุก + รองพื้นทางแบบ Soil Aggregate เป็นโครงสร้างถนนคอนกรีตที่ก่อสร้างตั้งแต่ปี 2535 เป็นต้นมา เช่น สายบางปะอิน – นครสวรรค์ และสระบุรี – โคราซ

2.5 ผิวทางคอนกรีต + Cement Modified Crushed Rock Base + รองพื้นทางแบบ Soil Aggregate เป็นโครงสร้างถนนคอนกรีตที่มีปริมาณจราจรสูงมาก และมีรถบรรทุกหนักผ่านมากเป็นประจำ เช่น สายรังสิต – สระบุรี

จากลักษณะโครงสร้างถนนคอนกรีตทั้ง 5 แบบ ปัจจุบันถนนคอนกรีตของกรมทางหลวงส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะโครงสร้างตามแบบที่ 3 คือ ผิวคอนกรีต + Sand Cushion + รองพื้นทางแบบ Soil Aggregate

ซึ่งใน ทล. -ม. 309/2544 “ถนนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต” จะเขียนวิธีควบคุมการก่อสร้างถนนคอนกรีตไว้อย่างละเอียด ซึ่งนายช่างควบคุมงานถ้าอ่านมาตรฐานก็จะสามารถควบคุมงานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นบทความนี้จะเขียนถึงเฉพาะประเด็นสำคัญที่ควรระมัดระวังในการควบคุมงานก่อสร้างถนนคอนกรีต

3. การควบคุมงานก่อสร้างถนนคอนกรีต

ในการควบคุมคุณภาพคอนกรีต อาจแบ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญได้ 4 ขั้นตอน คือ

- การควบคุมคุณภาพวัสดุที่ใช้ในการผสมคอนกรีต
- การควบคุมการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต
- การควบคุมโรงผสมคอนกรีต
- การควบคุมงานก่อสร้างที่หน้างาน

3.1 การควบคุมคุณภาพวัสดุ

3.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ต้องเป็นปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภท 1 ที่มีคุณภาพตาม มอก.15 เนื่องจากปูนซีเมนต์ในบ้านเราผลิตโดยโรงงานใหญ่ได้มาตรฐาน มีการใช้อย่างแพร่หลายมีผลบันทึกการใช้งานที่ดี ปูนซีเมนต์ที่ได้รับ มอก. สามารถนำมาใช้ได้เลย โดยไม่ต้องทำการทดสอบอีก ในกรณีสงสัยในคุณภาพให้สุ่มเก็บตัวอย่างทดลอง ในงานก่อสร้างถนนคอนกรีต ถ้าปูนซีเมนต์ในส่วนผสมคอนกรีตน้อยจะทำให้คอนกรีตไม่แข็งแรง เกิดการหลร่อนทำให้หินใหญ่โผล่เกิดน้ำที่หยาดทำให้ผิวถนนไม่เรียบ และถ้าเกิดมากจะทำให้ถนนแตกได้ในเวลาเดียวกัน

3.1.2 มวลรวมละเอียดหรือทรายผสมคอนกรีต ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานข้อกำหนดที่ ทล.- ก 201/2544 “ข้อกำหนดมวลรวมละเอียดสำหรับผสมคอนกรีต” ทรายผสมคอนกรีตที่ละเอียดมาก และสกปรกมีดินปน จะทำให้คอนกรีตเกิดการแตกร้าวได้ เนื่องจากดินจะหดตัวมาก และทำให้ผิวหลุดเป็นหน้าข้าวดังได้ภายหลังเปิดการจราจร

3.1.3 มวลรวมหยาบ หรือหินผสมคอนกรีต ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานข้อกำหนดที่ ทล.- ก.202/2544 “ข้อกำหนดมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต” หินที่สกปรกและดินปนจะทำให้คอนกรีตหลุดจากหิน จะทำให้เกิดน้ำที่หยาดถนนไม่เรียบ ความเสียหายอาจเกิดมากจนทำให้ถนนแตกในที่สุด

3.1.4 น้ำ ที่จะนำมาใช้ผสมคอนกรีตต้องสะอาดปราศจากสารต่าง ๆ ที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต น้ำที่ไม่สะอาดจะทำให้คอนกรีตมีกำลังรับแรงต่ำ การพัฒนากำลังอัดช้า เมื่อเปิดใช้งานผิวหน้าถนนจะหลุดลอกทำให้เกิดผิวหน้าที่ไม่เรียบและทำให้ถนนแตกได้ง่าย ถ้าสงสัยในคุณภาพน้ำให้ส่งทดลองคุณภาพ

3.1.5 สารผสมเพิ่ม ปัจจุบันสารผสมเพิ่มได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในงานคอนกรีตบ้านเรา เนื่องจากคอนกรีตที่ใช้สารผสมเพิ่มจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการทำงานมากขึ้น เช่น เพิ่มความสามารถในการเทได้ หน่วงการก่อตัว เนื่องจากบ้านเราเป็นเมืองร้อน คอนกรีตจะ Set ตัวเร็ว การหน่วงการก่อตัวจะให้มีความทำงานมากขึ้นและแก้ปัญหาการเกิด Cold joint

สารเคมีผสมเพิ่มที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.733 ซึ่ง มอก. 733 ได้แบ่งสารเคมีผสมเพิ่มตามลักษณะการใช้งานได้ 7 ประเภท คือ

- (1) สารลดน้ำ หรือ Plasticizer คุณสมบัติการใช้งานที่สำคัญต้องลดน้ำได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5
- (2) สารหน่วงการก่อตัว คุณสมบัติการใช้งานที่สำคัญต้องหน่วงการก่อตัวของคอนกรีตไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 3 ชั่วโมงครึ่ง
- (3) สารเร่งการก่อตัว ต้องเร่งการก่อตัวระยะต้นเร็วขึ้นไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 3 ชั่วโมงครึ่ง
- (4) สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว เป็นสารเคมีผสมเพิ่มที่ใช้มากที่สุดในบ้านเรา มีคุณสมบัติการใช้งานเช่นเดียวกับสารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว
- (5) สารลดน้ำและเร่งการก่อตัว มีคุณสมบัติการใช้งานเช่นเดียวกับสารลดน้ำและเร่งการก่อตัว
- (6) สารลดน้ำพิเศษ หรือ Superplasticizer ต้องลดน้ำได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 ส่วนใหญ่ใช้กับคอนกรีตที่ต้องการกำลังสูง เช่น คานคอนกรีตอัดแรง
- (7) สารลดน้ำพิเศษและหน่วงการก่อตัว มีคุณสมบัติการใช้งานเช่นเดียวกับสารลดน้ำพิเศษและหน่วงการก่อตัว

ใน Brochure เอกสารผู้ผลิตน้ำยาผสมคอนกรีตส่วนใหญ่จะอ้างประเภทน้ำยาผสมคอนกรีตตาม ASTM ซึ่ง ASTM จะแบ่งเป็น 7 ประเภท คือ Type A – G ซึ่ง มอก. ถ้าใช้ ASTM อ้างอิง Type A จะตรงกับประเภท 1 และเรียงตามลำดับ โดย Type G ตรงกับประเภท 7

ข้อควรระวังในการใช้งาน สารเคมีผสมเพิ่ม

- (1) สารเคมีผสมเพิ่มที่นำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 733 และต้องมีข้อมูลเทคนิคที่สำคัญ เช่น
 - ผลของสารผสมเพิ่มต่อคอนกรีต
 - ส่วนประกอบที่สำคัญ
 - ปริมาณที่ควรใช้ และข้อเสียที่เกิดจากการใช้ปริมาณเกินกำหนด

(2) ควรใช้ปริมาณตามที่ผู้ผลิตแนะนำ พร้อมทั้งตรวจสอบผลจะเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่

(3) ต้องวัดการผสมที่แน่นอน เนื่องจากอัตราการใช้สารเคมีผสมเพิ่มประมาณ 0.1 – 0.3 เปอร์เซ็นต์ ถ้าปริมาณที่เติมลงไปไม่แน่นอน เช่น สารหน่วงการก่อตัว ซึ่งถ้าใส่มากเกินไป จะทำให้คอนกรีตไม่แข็งตัว ซึ่งเกิดขึ้นบ่อย ๆ

(4) ผลของสารผสมเพิ่มต่อคุณสมบัติอื่น ๆ

3.1.6 แผงลวดตาข่าย เป็น Temperature Steel ใส่แผ่นพื้นคอนกรีตทำหน้าที่ป้องกันการแตกร้าวจากการขยายตัวที่เกิดขึ้นในแผ่นพื้นคอนกรีต เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดวัน เหล็กเสริมขนาดเล็ก และ Spacing แคบ จะทำหน้าที่ Temperature Steel ได้ดีกว่าเหล็กขนาดใหญ่แต่ Spacing กว้าง

การวางตำแหน่งแผงลวดตาข่ายต้องวางให้ถูกต้อง ตามแบบเพื่อให้ทำหน้าที่ Temperature Steel ได้อย่างถูกต้อง

3.1.7 เหล็กเดือย (Dowel Bar) เป็นเหล็กที่ใช้ตามแนวรอยต่อตามขวางซึ่งประกอบด้วย รอยต่อเพื่อหด รอยต่อเพื่อขยายและรอยต่อก่อสร้าง ซึ่งในงานก่อสร้างถนนคอนกรีตรอยต่อตามขวางถือเป็น รอยต่อวิกฤต ซึ่งจะทำให้เสียหายได้ง่ายเมื่อเปิดใช้งาน เหล็กเดือยเป็นเหล็กผิวเรียบกลม ทำหน้าที่เป็นตัวถ่าย น้ำหนักของล้อรถ ระหว่างแผ่นพื้นคอนกรีตแผ่นหนึ่งไปยังแผ่นพื้นคอนกรีตอีกแผ่นหนึ่ง เหล็กเดือยมีปลาย สองปลายฝังอยู่ในแผ่นพื้นคอนกรีต ปลายด้านหนึ่งเนื้อเหล็กจะสัมผัสกับคอนกรีตโดยตรง เรียกปลายด้านนี้ Fixed End ปลายอีกด้านหนึ่งจะเคลือบด้วยยางมะตอยหรือทาสีและทาจาระบีทับ เพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อ คอนกรีตสัมผัสกับคอนกรีตโดยตรง ช่วยให้แผ่นพื้นคอนกรีตที่ห่อหุ้มปลายด้านนี้สามารถเคลื่อนที่ได้บ้าง เล็กน้อย ซึ่งเรียกปลายด้านนี้ว่า Free End

เนื่องจากรอยต่อตามขวางจะต้องขยับตัวได้บ้างเล็กน้อย โดยมีเหล็กเดือยเป็นตัวถ่ายน้ำหนัก ระหว่างแผ่นพื้นคอนกรีตที่อยู่ติดกัน ดังนั้นเหล็กเดือยจะต้องวางให้ขนานกับแนวกึ่งกลางถนนไม่เอียงใน แนวราบและแนวดิ่ง

เหล็กเดือยที่วางเอียงไม่ว่าในแนวราบหรือแนวดิ่ง หรือเหล็กเดือยที่ผิวไม่เรียบจะทำให้แผ่น พื้นคอนกรีตตรงบริเวณรอยต่อขยับตัวไม่ได้ ทำให้เกิดรอยต่อยึด (Freeze joint) เป็นสาเหตุให้แผ่นพื้น คอนกรีตแตกได้ การเกิดรอยต่อยึดที่รุนแรง จะทำให้แผ่นพื้นคอนกรีตแสดงพฤติกรรมของแผ่นพื้นยาว อาจ ทำให้คอนกรีตเกิดรอยแตกระหว่างรอยต่อได้

3.1.8 เหล็กยึด (Tie Bar) เหล็กยึดใส่ตามแนวรอยต่อตามยาว เพื่อป้องกันการขยับตัวทาง ด้านข้างของแผ่นพื้นคอนกรีต ซึ่งอาจเกิดจากการบิดตัวของแผ่นพื้นคอนกรีต เนื่องจากการยึดหดตัว หรือน้ำหนักรถ เหล็กยึดจะเป็นเหล็กข้ออ้อย ทำหน้าที่ยึดแผ่นพื้นคอนกรีตให้อยู่ในที่ โดยปกติเหล็กยึดจะไม่ สร้างปัญหาในงานถนนคอนกรีตเหมือนเหล็กเดือย

3.1.9 ปลอกเหล็กเดือย เป็นโลหะหรือวัสดุสังเคราะห์ที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่าง โครงการฯ ใช้สำหรับสวมเหล็กเดือย เพื่อก่อสร้างรอยต่อเพื่อเพื่อขยาย เพื่อช่วยให้คอนกรีตขยายตัวได้ ป้องกันความเสียหายจากการเกิด Blow Out

3.1.10 วัสดุอุดรอยต่อคอนกรีต (Joint Filler) ใช้สำหรับอุดรอยต่อเพื่อขยาย เช่น ขานอ้อย

3.1.11 วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer) วัสดุทารอยต่อ จะช่วยให้เกิดการยึดจับระหว่างผิวคอนกรีตและวัสดุารอยต่อ

3.1.12 วัสดุารอยต่อ (Concrete Joint Sealer) ทำหน้าที่ป้องกันน้ำซึมลงตามแนวรอยต่อวัสดุอุดรอยต่อที่หมดอายุจะทำให้เกิดการไหลซึมของน้ำผ่านตามแนวรอยต่อผ่านไปสะสมในชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีตอันเป็นสาเหตุของการเกิด Pumping ก่อให้เกิดโพรงใต้แผ่นพื้นคอนกรีต ทำให้คอนกรีตแตกได้ นอกจากนี้วัสดุารอยต่อที่หมดอายุจะเป็นวัสดุที่ไม่มีการกินตัวทำให้กรวดและหินก้อนเล็กๆ เข้าไปอุดในช่องว่างเป็นเหตุให้เกิดรอยบ้นตามขอบรอยต่อทำให้การจับจี้วยดยานไม่ราบเรียบ การควบคุมคุณภาพวัสดุารอยต่อควรนำวัสดุารอยต่อมาสต็อกก่อนแล้วสุมเก็บตัวอย่างทดลองเพื่อป้องกันการนำวัสดุารอยต่อที่ไม่มีคุณภาพมาใช้

3.2 การควบคุมการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

วัตถุประสงค์ของการควบคุมการออกแบบส่วนผสมเพื่อให้ได้คอนกรีตสดและคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนด ของงานก่อสร้าง เช่น คอนกรีตสดจะมีการกำหนดความสามารถเทได้ หรือ Slump ส่วนคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วจะมีการกำหนด กำลังรับแรงอัด เป็นต้น

ก่อนเริ่มดำเนินการก่อสร้างถนนคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต ให้มีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ในแบบ ซึ่งมีขั้นตอนในการตรวจสอบการออกแบบส่วนผสมดังนี้

3.2.1 พิจารณาศึกษา ทบทวน ข้อกำหนด เช่น กำลังรับแรงอัดต่ำสุด ปริมาณซีเมนต์ต่ำสุดต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ค่าความยุบตัว และ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์

ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต ข้อกำหนดของกรมทางหลวง กำลังรับแรงอัดที่ใช้ในการออกแบบต้องสูงกว่าค่ากำลังรับแรงอัดที่กำหนดในแบบ โดยใช้สมการดังนี้

$$f_{cr} = f_c' + k_s$$

โดยที่

f_{cr}	คือ	กำลังรับแรงอัดเป้าหมายที่ต้องการ หรือ รับแรงอัดที่ใช้ในการออกแบบ
f_c'	คือ	กำลังรับแรงอัดที่กำหนดในแบบ
k	คือ	ค่าคงที่
s	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังรับแรงอัดจากก้อนตัวอย่าง

30 ค่าหรือมากกว่า

ค่า k ได้มาจากหลักสถิติในเรื่องเกี่ยวกับการแจกแจงความถี่ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ค่าร้อยละของกำลังที่ต่ำกว่า f_c'	ค่า K
20	0.842
10	1.282
5	1.645
2.5	1.960
2	2.054
1	2.326
0	3.000

ตามมาตรฐานทั่วไปจะต้องออกแบบให้โอกาสที่กำลังอัดเฉลี่ยต่ำกว่ากำลังอัดที่ออกแบบไม่เกิน 5%

ในกรณีไม่มีข้อมูลเก่าของส่วนผสมคอนกรีต แนะนำให้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตเพื่อให้มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าความต้านทานแรงอัดที่กำหนดไม่น้อยกว่า 5 เมกะปาสกาล เช่น แบบกำหนดแรงอัด 325 กก./ซม.²

3.2.2 ทดลองผสมและตรวจสอบผลที่ได้เพื่ออนุมัติการใช้งาน เมื่อเห็นชอบในรายการคำนวณและผลการทดสอบวัสดุที่ใช้ผสมคอนกรีตแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดลองผสมคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ความสามารถเทได้ กำลังรับแรงอัด Modulus of Rupture เพื่อตรวจสอบว่าคอนกรีตดังกล่าวมีความเหมาะสม

3.3 การควบคุมโรงผสมคอนกรีต

การควบคุมโรงผสมคอนกรีตเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีส่วนผสมตามที่ออกแบบส่วนผสมไว้ ถ้าการออกแบบส่วนผสมผิดในโรงผสม มาสามารถผสมได้ตามที่ออกแบบก็จะทำให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพไม่ดี ขั้นตอนในการควบคุมโรงผสมคอนกรีตมีดังนี้

3.3.1 สุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุจากโรงผสมคอนกรีต นำมาตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐานเช่น หิน, ทราย สกปรกหรือไม่ และต้องมีขนาดกะทัดดี ตรวจสอบถังบรรจุซีเมนต์มีถั่วลอยหรือไม่ ถ้าถังใดบรรจุถั่วลอยห้าม Load ปูนูนขึ้นเข้าห้องผสม

3.3.2 ตรวจสอบโรงงานผสมคอนกรีต

(1) การตรวจสอบอุปกรณ์ของโรงผสม

- ชั่งใส่วัสดุ (Bin) ต้องมีความแข็งแรงสามารถกักเก็บวัสดุแต่ละชนิดไม่ปะปนกัน พื้นล่างของชั่งใส่วัสดุควรเทคอนกรีต หรือลงวัสดุปรับรองพื้น เพื่อไม่ให้วัสดุพื้นดินเดิมมาปะปนขณะทำการลากวัสดุขึ้นชั่ง

- ช้องปล่อยวัสดุจากถังและถังชั่งน้ำหนัก ทำการตรวจสอบช่องปล่อยวัสดุจากถังลงถังชั่งน้ำหนัก จะต้องสามารถบังคับเปิดให้ได้จำนวนวัสดุที่ปล่อยลงถังชั่งน้ำหนักได้แน่นอนและสามารถปิดได้สนิทเมื่อได้ปริมาณวัสดุที่ต้องการ ถังชั่งน้ำหนักต้องสามารถปล่อยวัสดุออกจากถังเข้าเครื่องผสมได้หมดขณะทำงาน

- เครื่องผสม (Mixer) ทำการตรวจสอบเครื่องผสม โดยต้องมีเครื่องตั้งเวลาผสม และทำการปรับตั้งเวลาในการผสมให้เหมาะสม ตรวจสอบใบมีดหลังผสมต้องมีความสึกหรอไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

(2) ตรวจสอบเครื่องชั่งน้ำหนัก

- เครื่องชั่งน้ำหนักวัสดุรวม ทำการตรวจสอบเครื่องชั่งน้ำหนัก หิน และทราย โดยใช้ค้อนน้ำหนักมาตรฐาน จะต้องมีความละเอียดผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักที่ชั่ง

- เครื่องชั่งน้ำหนักปูนซีเมนต์ ทำการตรวจสอบเครื่องชั่งน้ำหนักปูนซีเมนต์ โดยใช้ค้อนน้ำหนักมาตรฐาน จะต้องมีความละเอียดผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักเช่นกัน และทำการตรวจสอบการปล่อยปูนซีเมนต์จากถังชั่ง จะต้องปล่อยให้หมดทุกครั้ง โดยเครื่อง Vibrate ของถังชั่งปูนซีเมนต์จะต้องทำงานขณะปล่อยปูนซีเมนต์

- มาตรวัดปริมาณน้ำ ทำการตรวจสอบมาตรวัดปริมาณน้ำที่จะใช้ผสมคอนกรีตให้ได้ปริมาตรถูกต้อง

3.3.3 การควบคุมการผสม

- ปรับสัดส่วนการผสมเนื่องจากความชื้นของวัสดุผสมวัสดุ โดยทั่วไปในการออกแบบคอนกรีตจะใช้น้ำหนักวัสดุที่สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง ซึ่งวัสดุที่ใช้ผสมอาจมีความชื้นมากขึ้นหรือน้อยกว่าสภาวะดังกล่าว จะต้องปรับลดหรือเพิ่มน้ำหนักเนื่องจากความชื้น

- เวลาที่ใช้จะต้องเหมาะสม ตามมาตรฐานคอนกรีตหนึ่งลูกบาศก์เมตรควรใช้เวลาผสม 1 นาที การผสมนานเกินไป ทำให้เกิดผลเสียคือ วัสดุรวมที่ใช้ผสมจะแตก ทำให้ส่วนผสมเพิ่มขึ้นและทำให้ความสามารถเทได้ลดลง ผลของแรงเสียดทานทำให้ความร้อนของคอนกรีตเพิ่มขึ้นกำลังคอนกรีตจะลดลง

3.3.4 การควบคุมคอนกรีต ในการผสมคอนกรีตจากโรงผสม ผู้ควบคุมการผสมจะต้องแจ้งข้อมูลการผสมและติดตามตรวจสอบคุณภาพของคอนกรีต ที่ออกจากโรงผสมให้ได้สัดส่วนตามที่ออกแบบไว้ดังนี้

- การออกไปนำส่งคอนกรีตจากโรงผสม เพื่อเป็นการให้ข้อมูลแก่ช่างควบคุมงานว่าเป็น Mix ใด , ปริมาตรคอนกรีตเท่าไร ออกจากโรงผสมเวลาใด เพื่อให้ช่างควบคุมงานตรวจสอบที่หน้างานและใช้เทคอนกรีตโครงสร้างที่ถูกต้อง

- ตรวจสอบค่าการยุบตัวและเก็บตัวอย่างทดสอบเปรียบเทียบ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของคอนกรีตก่อนออกจากโรงผสมกับคอนกรีตหน้างาน

3.4 การควบคุมคุณภาพที่หน้างาน

3.4.1 การเตรียมชั้นทรายรองถนนคอนกรีต

ทรายรองพื้นทางคอนกรีตจะทำหน้าที่ระบายน้ำออกจากใต้แผ่นพื้นคอนกรีต เพื่อป้องกันการเกิด Pumping และยังช่วยป้องกันการแทรกตัวของวัสดุส่วนละเอียดในชั้นรองพื้นทาง (ในกรณีวัสดุชั้นรองพื้นทางมี PI สูง และมีส่วนละเอียดมาก) ดังนั้นทรายรองพื้นทางคอนกรีตจะต้องสะอาดและปราศจากก้อนดินเหนียวเพื่อให้สามารถระบายน้ำได้ดี ทรายที่สกปรกจะระบายน้ำไม่ดี

ก่อนเทคอนกรีตต้องเกลี่ยทรายให้เรียบ พ่นน้ำให้ทรายอัดตัวพร้อมทั้งบดทับให้แน่น ถ้าพื้นล่างไม่แน่นคอนกรีตเคลื่อนทรุดตัวลงขณะที่กำลังจะแข็งตัวจะทำให้เกิดการแตกร้าวได้ นอกจากนี้พื้นล่างจะดูดน้ำจากคอนกรีตสดทำให้คอนกรีตสดเสียน้ำอย่างรวดเร็วเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกร้าวได้

3.4.2 การตั้งแบบ

ตรวจสอบแบบที่นำมาใช้ต้องไม่บิด โก่ง งอ แบบจะต้องตอกยึดให้มั่นคงแข็งแรงได้ระดับ และแนวถูกต้องก่อนเทคอนกรีต การเคลื่อนตัวของแบบอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกร้าวได้

3.4.3 การเทคอนกรีต

อาจเทคอนกรีตชั้นเดียวหรือเทเป็นสองชั้น ถ้าเทคอนกรีตชั้นเดียวเมื่อวางเหล็กเสริมได้ตำแหน่งและระดับเรียบร้อยแล้ว จะต้องจัดเตรียมแท่งคอนกรีตหรือเหล็กขาหยั่ง เพื่อหนุนเหล็กเสริมไม่ให้แอ่นตัวตลอดแนวของเหล็กเสริม ถ้าเทสองชั้น ชั้นล่างจะต้องเทและอัดแท่งคอนกรีตให้ได้ระดับที่จะวางเหล็ก ในการเทคอนกรีตเพื่อป้องกันการแยกตัวการปฏิบัติดังนี้

- (1) ห้ามใช้เครื่องสั่นสะเทือนในการทะลายกองคอนกรีต ให้ใช้เครื่องเกลี่ยแต่งที่เหมาะสม
- (2) ควรเทคอนกรีตให้เป็นชั้นสม่ำเสมอ ไม่ใช้กองเป็นภูเขาหรือเป็นชั้นตามแนวเอียง
- (3) ความหนาของการเทแต่ละชั้น ควรเหมาะสมกับวิธีการใช้เครื่องสั่นสะเทือน
- (4) เทคอนกรีตอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการเกิด Cold joint
- (5) คอนกรีตในแต่ละชั้น การได้รับจีเขย่าให้อัดแน่นก่อนที่จะเทคอนกรีตชั้นต่อไป ควร

เทในขณะที่คอนกรีตชั้นล่างยังเหลวอยู่ เพื่อจะได้โครงสร้างที่มีเนื้อเดียวกัน

3.3.4 รอยต่อ

รอยต่อต่าง ๆ จะต้องก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบ โดยวัสดุที่ใช้ก่อสร้างรอยต่อต้องอยู่ในสภาพที่ถูกต้องเรียบร้อย เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อวัสดุ

การตัด Joint ต้องใช้เครื่องตัดห้ามฝังโฟม หรือใช้ใบมีดนำร่อง การบั่นของรอยต่อคอนกรีตมีสาเหตุสำคัญมาจากกำลังของคอนกรีตบริเวณรอยต่อต่ำกว่าบริเวณอื่น อันเป็นผลมาจากทำรอยต่อโดยไม่ใช้เลื่อยตัด หรือรอยต่อบั่นของรอยต่ออาจมีสาเหตุมาจากรอยต่อไม่เรียบ ทำให้เกิดแรงกระแทกระหว่างล้อรถกับผิวคอนกรีตอันเป็นเหตุให้ผิวหน้าคอนกรีตแตกได้

โดยปกติให้เริ่มทำการตัดเพื่อทำรอยต่อเมื่อหคในระหว่าง 6 – 24 ชั่วโมงหลังเทคอนกรีตแล้ว การตัดรอยต่อเร็วเกินไปจะทำให้รอยต่อไม่เรียบ การตัดช้าเกินไปจะทำให้เกิดรอยแตกตามขวางถนน

3.4.5 การบ่ม

หลังจากกวาดและแต่งคอนกรีตเสร็จ ให้รีบบ่มคอนกรีตด้วยวิธีการที่ถูกต้องและครบกำหนดเวลา เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีความทนทานรับกำลังได้สูงและเพื่อป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีต โดยรักษาระดับอุณหภูมิให้เหมาะสม และลดการระเหยของน้ำให้น้อยที่สุด

ในการบ่มคอนกรีต ความชื้นในคอนกรีตเป็นสิ่งสำคัญมาก ไม่ว่าก่อนหรือหลังการบ่ม ถ้าอัตราการระเหยของน้ำที่ผิวหน้าคอนกรีตเร็วกว่าอัตราการเติมผิวหน้าคอนกรีตจะหดตัวทำให้เกิดการแตกร้าวได้

3.4.6 วัสดุyaroyต่อ

ทำความสะอาดรอยต่อ รอยต่อจะต้องแห้งปราศจาก ฝุ่น กรวด ทราย และจะต้องจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกจากผนังรอยต่อให้หมด การให้ความร้อนวัสดุyaroyต่อต้องเป็นไปตามข้อกำหนดอุณหภูมิขณะที่หยอดวัสดุyaroyต่อให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต ระดับการหยอดต้องต่ำกว่าของรอยต่อเล็กน้อย

3.4.7 การเปิดการจราจร

สามารถเปิดการจราจรได้เมื่อคอนกรีตอายุไม่น้อยกว่า 14 วัน ในกรณีที่จำเป็น เช่น บริเวณทางเชื่อม อาจยอมให้เปิดการจราจรได้ถ้ากำลังรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบการเปิดการจราจรให้รถบรรทุกหนักผ่านเร็วเกินไปอาจทำให้คอนกรีตเสียหายได้

บทที่ 11

การควบคุมคุณภาพคอนกรีต

ก่อนเริ่มงาน

การควบคุมโรงงานผลิตคอนกรีตสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อนำไปใช้ที่หน้างานของการก่อสร้างของกรมทางหลวงควรยึดถือการปฏิบัติตามข้อแนะนำดังต่อไปนี้

1. การทดสอบวัสดุก่อนการผสมเพื่อใช้งาน

1.1 **ปูนซีเมนต์ผง** ต้องทำการส่งปูนซีเมนต์ผงของผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เครื่องหมายการค้าที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้างนั้นๆทั้งหมดเพื่อทำการทดสอบส่วนผสมทางด้านเคมีโดยจะต้องมีส่วนผสมให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1-2532 หรือ ASTM C – 150 Type I และจะต้องเป็นซีเมนต์ผงปอร์ตแลนด์ธรรมดาประเภทหนึ่งเท่านั้น ในกรณีที่จะใช้ปูนซีเมนต์ผงประเภทอื่น (อาทิเช่น Type III) จะต้องยึดถือปฏิบัติตามมาตรฐาน มอก. และ ASTM เดียวกัน ในกรณีที่ปูนซีเมนต์ผงถูกนำมาเก็บไว้ใน Silo เกินกว่า 45 วัน ไม่ควรมานำใช้เนื่องจากอาจจะเกิดการจับตัวกันเป็นก้อนเนื่องมาจากความชื้นใน Silo ก่อนแล้ว

การทดสอบคุณภาพ

- ส่งทดสอบคุณภาพก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ส่งทดสอบคุณภาพ 1 ครั้งต่อทุกปริมาณคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้งานจำนวน 10,000 ลบ.ม.
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปูนซีเมนต์ผงที่ใช้งานอยู่

มาตรฐานที่ทดสอบ

- มาตรฐานเลขที่ มอก. 15
- ASTM C 150 Type I “ Specification for Portland Cement ” หรือ ASTM C 150 Type III (กรณีใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3)

1.2 **วัสดุมวลรวมหยาบ** ที่นำมาใช้ในส่วนผสมจะต้องมาจากแหล่งเดียวกันตลอดการก่อสร้าง หากมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งวัสดุใหม่ ต้องทำการตรวจสอบคุณสมบัติใหม่ทั้งหมด โดยหากลักษณะและคุณสมบัติเปลี่ยนไป เช่น ลักษณะผิว รูปร่าง ความละเอียด ความชื้น ความถ่วงจำเพาะ หน่วยน้ำหนัก หรือสิ่งอื่นที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากและอาจจะมีผลโดยตรงกับอัตราส่วนระหว่างวัสดุมวลรวมหยาบกับซีเมนต์ที่อาจเปลี่ยนไป (ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากรายการคำนวณหรือ Trial Mix ซึ่งออกแบบไว้ในขั้นตอนแรก) เจ้าหน้าที่ตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทางจะต้องทำการแจ้งให้นายช่างโครงการทราบเพื่อแจ้งให้ผู้รับจ้างทำการผสมทดลอง (Trial Mix) ใหม่โดยการใช้รายการคำนวณใหม่ตามคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมหยาบจากแหล่งวัสดุใหม่ที่ทดสอบได้ โดยการควบคุมงานทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและทล.-ม. 309/2544 อย่างเคร่งครัด

การทดสอบคุณภาพ

- ส่งทดสอบขนาดกะของวัสดุ (Sieve Analysis) และความสึกหรอของวัสดุ (Los Angeles Abrasion) ก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ทำการทดสอบคุณภาพ 1 ครั้งต่อทุกปริมาณวัสดุรวมรวมหยาบทุก 5,000 ลบ.ม.
- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพของวัสดุรวมรวมหยาบควรส่งให้สำนักฯทดสอบทุกๆ 1,000 ลบ.ม.

มาตรฐานที่ทดสอบ

- ทล.-ท.202/2515 “วิธีการทดสอบหาความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion ”
- ทล.-ท.204/2516 “วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง ”
- ทล.-ท.213/2531 “วิธีการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม ”

1.3 วัสดุมวลรวมละเอียด ที่จะนำมาใช้ในส่วนผสมได้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและทล.-ม. 309/2544 โดยจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆเช่น ขนาดกะ ความสะอาดของวัสดุ หากวัสดุรวมละเอียดมีปริมาณสิ่งปลอมปนมากและทำให้ความแข็งแรงของคอนกรีตลดลงเกินกว่าร้อยละ 5 จะต้องทำการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ของสิ่งปลอมปนด้วย หากมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งวัสดุหรือมีการตรวจสอบพบว่าคุณสมบัติของวัสดุรวมละเอียดเปลี่ยนแปลงไป เช่น ค่าโมดูลัสความละเอียดเปลี่ยนแปลงไปจากค่าทดสอบได้ในตอนแรกมากกว่า 0.2 จากค่าที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมไว้ให้ผู้ควบคุมงานแจ้งให้นายช่างโครงการทราบเพื่อแจ้งให้ผู้รับจ้างทำการผสมทดลอง (Trial Mix) ใหม่โดยใช้รายการคำนวณใหม่ตามคุณสมบัติของวัสดุรวมละเอียดจากแหล่งวัสดุใหม่ที่ทดสอบได้โดยการควบคุมงานทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและ ทล.-ม.309/2544 อย่างเคร่งครัด

การทดสอบคุณภาพ

- ส่งเพื่อทดสอบขนาดกะของวัสดุ (Sieve Analysis) และทดสอบ Organic Impurities ก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ทำการทดสอบคุณภาพ 1 ครั้งต่อทุกปริมาณวัสดุรวมรวมละเอียด 1,000 ลบ.ม.
- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพของวัสดุรวมรวมละเอียดควรส่งให้สำนักฯทดสอบทุกๆ 1,000 ลบ.ม.

มาตรฐานที่ทดสอบ

- ทล.-ท.202/2515 “วิธีการทดสอบหา Organic Impurities ในทรายสำหรับคอนกรีต ”
- ทล.-ท.204/2516 “วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง ”
- ทล.-ท.213/2531 “วิธีการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม ”

1.4 น้ำ ที่ใช้ผสมจะต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสารเจือปนที่อาจมีผลต่อคุณภาพของคอนกรีตและเหล็กเสริมได้ โดยจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการก่อสร้างทางหลวงและมาตรฐาน ทล.-ม.309/2544 หรือ AASHTO T 26:Quality of Water to be used in Concrete และหากมีกรณีที่สงสัยว่าน้ำอาจมีคุณสมบัติ

ไม่เหมาะสมที่ใช้ผสมหรือบ่มคอนกรีตให้ทำการทดลองคุณภาพน้ำตาม AASHTO T 106 :Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar (โดยทำการตรวจสอบที่หน้างาน)

การทดสอบคุณภาพ

- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพของน้ำควรส่งให้สำนักทดสอบทันที

มาตรฐานที่ทดสอบ

- AASHTO T 26:Quality of Water to be used in Concrete
- AASHTO T 106:Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar

1.5 สารผสมเพิ่ม สารผสมเพิ่ม หมายถึงส่วนผสมอื่นๆนอกเหนือไปจากปูนปอร์ตแลนด์ ซีเมนต์ น้ำ มวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียด โดยจะทำการผสมเข้าไปในส่วนผสมก่อนหน้า หรือระหว่างการผสมใช้งาน การใช้สารผสมเพิ่มทุกชนิดจะต้องได้รับอนุมัติจากนายช่างโครงการเป็นลายลักษณ์อักษร ก่อนการใช้งานจริงไม่ต่ำกว่า 30 วัน สารผสมเพิ่มมีหลายชนิดแบ่งออกเป็นดังนี้

1.5.1 สารกักกระจายฟองอากาศ (Air Entraining Admixtures) เป็นสารผสมเพิ่มที่ก่อให้เกิดฟองอากาศเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.25-1.00 มิลลิเมตร มีปริมาณที่สามารถควบคุมได้ ฟองอากาศเหล่านี้จะช่วยให้คอนกรีตมีความคงทนต่อการแข็งตัวของน้ำ ไม่ค่อยมีความจำเป็นต้องใช้งานในประเทศแถบร้อน

การทดสอบคุณภาพ

- ก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพของสารกักกระจายฟองอากาศ

มาตรฐานที่ทดสอบ

- ASTM C 260-77 “ Specification For Air Entraining Admixtures for Concrete ”

1.5.2 สารเคมีผสมคอนกรีต (Chemical Admixtures) เป็นสารละลายเคมีเพื่อลดปริมาณน้ำในส่วนผสม และ/หรือเพื่อเปลี่ยนระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต สารเคมีผสมคอนกรีตแบ่งออกเป็น 7 ประเภทดังนี้

ประเภท A สารลดปริมาณน้ำ (Water Reducing)

ประเภท B สารยืดเวลาการก่อตัว (Retarding)

ประเภท C สารเร่งเวลาการก่อตัวและแข็งตัว (Accelerating)

ประเภท D สารลดปริมาณน้ำและยืดเวลาการก่อตัว (Water Reducing and Retarding)

ประเภท E สารลดปริมาณน้ำและเร่งการก่อตัว (Water Reducing and Accelerating)

ประเภท F สารลดปริมาณน้ำจำนวนมาก (Water Reducing-High Range)

ประเภท G สารลดปริมาณน้ำจำนวนมากและยืดเวลาการก่อตัว (Water Reducing-High Range and Retarding)

การทดสอบคุณภาพ

- ก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ทำการทดสอบคุณภาพ 1 ครั้งทุกๆ 1,000 ลิตรที่ใช้งาน
- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพของสารเคมีผสมคอนกรีต

มาตรฐานที่ทดสอบ

- มาตรฐานเลขที่ มอก. 733
- ASTM C 494-82 “ Specification For Chemical Admixtures for Concrete ”

1.5.3 สารประกอบแร่ธาตุผสมเพิ่ม (Mineral Admixtures) เป็นสารผสมเพิ่มที่มีสภาพเป็นผงละเอียดช่วยเพิ่ม Workability ของคอนกรีต ช่วยลดความร้อนของคอนกรีตสดได้ ทำให้สามารถช่วยลดการเกิด Shrinkage Crack ได้ สารประกอบแร่ธาตุผสมเพิ่มมีอยู่หลายชนิด เช่น วัสดุเฉื่อย (Inert) ประเภทหินปูนบด และวัสดุประเภทปอซโซลาน (Pozzolan) ซึ่งเป็นวัสดุประเภทซิลิกาสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์และเกิดตัวเชื่อมประสาน (Calcium Silicate Hydrate) ทำให้มีคุณสมบัติที่มีความต้านทานซัลเฟตได้ จัดเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน (Moderate Sulphate Resistant Cement) โดยวัตถุดิบส่วนใหญ่มาจากผงถ่านหินที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า โดยจะเรียกว่า Pulverized Fly Ash(PFA) มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเทา

ในกรณีที่จะนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน (Moderate Sulphate Resistant Cement) มาใช้ในการก่อสร้างนัยช่วงโครงการจะต้องขออนุมัติต่อสำนักเจ้าของงานก่อนนำมาใช้ในโครงการก่อสร้างและจะต้องได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรด้วย โดยจะต้องทำการแจ้งให้สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วันและจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด ทล.-ม.309/2544 อย่างเคร่งครัด

การทดสอบคุณภาพ

- ก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ส่งสารประกอบแร่ธาตุผสมเพิ่มทดสอบคุณภาพ 1 ครั้งทุกๆ 500 ลบ.ม.ที่ใช้งานหรือทุก 2 เดือนแล้วแต่กรณีใดเกิดขึ้นก่อน
- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพหรือความสม่ำเสมอของคุณภาพของสารประกอบแร่ธาตุผสมเพิ่ม

มาตรฐานที่ทดสอบ

- สารประกอบแร่ธาตุผสมเพิ่มจะต้องทดสอบตาม ASTM C 618-84 “ Specification For Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete ”
- คุณภาพของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก.849
- คุณภาพของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานต้องเป็นไปตาม ASTM C 595-85 Type IP(MS)
- “ Specification For Blended Hydraulic Cement ”

1.6 สารประกอบอย่างเหลวสำหรับใช้เคลือบ (Liquid Membrane-forming Compound) เป็นสารประกอบทางเคมีที่เมื่อฉีดพ่นลงบนผิวคอนกรีตแล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นแผ่นลักษณะคล้ายฟิล์มบางๆสี

ขาวขุ่นๆเคลือบผิวคอนกรีตโดยแผ่นลักษณะคล้ายฟิล์มบางๆดังกล่าวจะไม่หลุดร่อนทำให้น้ำไม่สามารถระเหยออกจากคอนกรีตที่จะทำการบ่มช่วยให้เกิดปฏิกิริยา Hydration เป็นไปอย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การทดสอบคุณภาพ

- ก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ส่งทดสอบคุณภาพ 1 ครั้งทุกๆสารประกอบอย่างเหลวสำหรับใช้เคลือบ 2,000 ลิตร ที่ใช้งาน
- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพหรือความสม่ำเสมอของคุณภาพของสารประกอบอย่างเหลวสำหรับใช้เคลือบ

มาตรฐานที่ทดสอบ

- มาตรฐานเลขที่ มอก. 841
- ASTM C 309-81 “ Specification for Liquid Membrane-forming Compounds for Curing Concrete ”

1.7 วัสดุประเภทอื่น ที่ใช้งานกับการก่อสร้าง Concrete Pavement

1.7.1 เหล็กเสริม

- แผงลวดตาข่าย(Steel Wire Fabric) จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตาม AASHTO M 55-81 หรือ ASTM A 785-79
- ลวดที่ใช้จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตาม AASHTO M 32-81 หรือ ASTM A 82-79 หรือมาตรฐานเลขที่ มอก.747
- ตะแกรงเหล็กเส้น จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานเลขที่ มอก.20, มอก.24 และมอก.211
- เหล็กเคียว จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานเลขที่ มอก.20
- เหล็กยึด จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานเลขที่ มอก.24
- ลวดแรงดึงสูงเกลียว จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานเลขที่ มอก.420
- ปลอกเหล็กเคียว จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตามทล.-ม.309/2544

การทดสอบคุณภาพ

- ส่งเพื่อทดสอบคุณภาพก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ส่งทดสอบคุณภาพ 1 ครั้ง ต่อปริมาณงานที่ระบุไว้ใน ทลม.-ม.309/2544 และการควบคุมคุณภาพวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างถนนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต

มาตรฐานที่ทดสอบ

- มาตรฐาน AASHTO , มาตรฐาน ASTM มอก. หรือมาตรฐานอื่นๆที่กำหนดไว้โดยกรมทางหลวง สำหรับวัสดุประเภทนั้นๆ

1.7.2 วัสดุสำหรับใส่รอยต่อ

- วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Filler) หรือกระดากชานอ้อยจะต้องมีความสมบัติถูกต้องตามมาตรฐาน AASHTO M213-81 หรือ ASTM D 1751-73

- วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer) จะต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐาน ทล.-ม.309/2544 หรือ ทล.-ม. 322/2533 หรือ มาตรฐานเลขที่ มอก.479
- สารประกอบยาแนวรอยต่อ (Joint Sealing Compound) จะต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานเลขที่ มอก.479

การทดสอบคุณภาพ

- ส่งเพื่อทดสอบคุณภาพก่อนการใช้งานครั้งแรกไม่ต่ำกว่า 30 วัน
- ส่งทดสอบคุณภาพ 1 ครั้ง ต่อปริมาณงานที่ระบุไว้ใน ทล.-ม.309/2544 และการควบคุมคุณภาพวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างถนนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต

มาตรฐานที่ทดสอบ

- มาตรฐาน AASHTO , มาตรฐาน ASTM มอก. หรือมาตรฐานอื่นๆที่กำหนดไว้โดยกรมทางหลวง สำหรับวัสดุประเภทนั้นๆ

1.7.3 วัสดุรองพื้นทาง

- วัสดุชั้นรองพื้นทางจะต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานของกรมทางหลวง
- Sand Cushion ที่ใช้รองใต้ผิวทางคอนกรีตจะต้องเป็นทรายหยาบที่มีเม็ดแข็ง ผ่านตะแกรงขนาด 9.5 ม. ทั้งหมดและผ่านตะแกรงขนาด 0.075 ม.ม. (เบอร์200) ไม่เกินร้อยละ 10

การทดสอบคุณภาพ

- ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดของกรมทางหลวง

มาตรฐานที่ทดสอบ

- ทดสอบตามที่ระบุไว้ในแบบและตามรายการละเอียดและข้อกำหนดการก่อสร้างทางหลวง

1.8 วัสดุใช้ประกอบการบ่มคอนกรีต

- กระสอบ จะต้องมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ใน ทล.-ม.309/2544 หรือ AASHTO M 182:Burlap Cloth Made from Jute or Kenaf
- ทราย จะต้องมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ใน ทล.-ม.309/2544
- สารประกอบอย่างเหลวสำหรับใช้เคลือบ (ตามที่ระบุไว้ใน 1.6)

1.9 การ Calibrate อุปกรณ์ตรวจสอบแรงอัด

เครื่องกดแท่งตัวอย่างคอนกรีต หากผู้รับจ้างจะทำการทดสอบแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่โครงการฯ จะต้องแจ้งทำการ Calibrate เครื่องทดสอบแท่งตัวอย่างคอนกรีตก่อนใช้งานจริงอย่างน้อย 20 วัน โดยเครื่องทดสอบคอนกรีตที่ใช้จะต้องอยู่ในสภาพใหม่พอที่จะใช้งานได้ดี และต้องสามารถกดได้แรงกดสูงสุดไม่ต่ำกว่า 200 ตัน

การทดสอบคุณภาพ

- แจ้งสำนักฯเพื่อทำการ Calibrate ก่อนการใช้งานจริงอย่างน้อย 20 วัน

- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพหรือความสม่ำเสมอของคุณภาพของเครื่องกดแท่งคอนกรีตตัวอย่าง
- ต้องทำการ Calibrate ระหว่างการใช้งานทุก 6 เดือน

มาตรฐานที่ทดสอบ

- ตรวจสอบตามมาตรฐานของสำนักวิศวกรและตรวจสอบ กรมทางหลวง และ ASTM ที่กำหนด

1.10 การผสมทดลองทำ Trial Mix

การผสมทดลองจะต้องเป็นไปตามรายการคำนวณที่ผู้รับจ้างเสนอมาให้โครงการฯ ตรวจสอบและส่วนผสมดังกล่าวจะต้องเป็นไปตามการใช้งานจริงโดย Cement Content จะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดและจะต้องทำการผสมทดลองทุกส่วนผสมที่ใช้ในโครงการฯ โดยคอนกรีตที่ผสมทดลองต้องเป็นไปตามรายละเอียดดังนี้

การทดสอบคุณภาพ

- การผสมทดลองต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนงานเทคอนกรีตจะเริ่มไม่น้อยกว่า 30 วัน
- แท่งคอนกรีตผสมทดลองขนาด 150x150x150 มม. จำนวนไม่น้อยกว่า 27 แท่งต่อ 1 ส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในโครงการฯ จะต้องมีการรับแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 325 กก./ตร.ซม. ที่อายุการบ่ม 28 วัน
- คานคอนกรีตผสมทดลองขนาด 150x150x600 มม. จำนวนไม่น้อยกว่า 27 แท่งต่อ 1 ส่วนผสม คอนกรีตที่ใช้กับงานผิวทางคอนกรีตในโครงการฯ จะต้องมีการรับแรงดัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 42 กก./ตร.ซม. ที่อายุการบ่ม 28 วัน

มาตรฐานที่ทดสอบ

- ทล.-ม.309/2544
- การทดสอบกำลังรับแรงอัดให้ดำเนินการตามมาตรฐานเลขที่ มอก.409 “ วิธีการทดสอบความต้านทานแรงอัดของแท่งคอนกรีต ”
- การทดสอบกำลังรับแรงดัดให้ดำเนินการตาม AASHTO T 97: Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

2 การตรวจสอบอุปกรณ์ผสมเพื่อใช้งาน (Ready-Mixed Plant , รถTransit)

โรงผสมคอนกรีตแบบ Ready-Mixed และวัสดุต่างๆของโรงงานผสมคอนกรีตต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้

2.1 **ยู่ใส่วัสดุและถังชั่งน้ำหนัก** จะต้องแบ่งเป็นช่องๆและมีจำนวนช่องมากพอที่จะใส่วัสดุหินและทรายทุกขนาดที่ใช้ในส่วนผสม โดยหากมีการใช้หินที่มีขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาด (เช่น หินขนาด 1½”-#4) จะต้องทำการ Stock แยกยู่ไว้ต่างหากห้าม Stock รวมกัน โดยการ Stock วัสดุในยู่ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน ทล.-ม.309/2544

2.2 **เครื่องชั่ง วัสดุพวกหิน กรวด ทราย และซีเมนต์** จะต้องเป็นแบบคาน จะต้องมีความละเอียดและผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักที่ชั่ง โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตู่มน้ำหนักมาตรฐานขนาด 25 กิโลกรัม อย่างน้อย 10 ตู่มน้ำหนักงานเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่ง

ในปัจจุบันหน้าปัดเครื่องชั่งจะเป็นตัวเลขจากหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยตรงดังนั้นควรทำการตรวจสอบด้วยต็มน้ำหนักทั้งขาขึ้นและขาลงในการ Calibrate โดยควรมีช่างปรับแต่งเครื่องชั่งของผู้ผลิตคอนกรีตที่ Plant ดังกล่าวคอยปรับแต่งและแก้ไขเครื่องชั่งไปด้วย

การทดสอบคุณภาพ

- ต้อง Calibrate เครื่องชั่งของโรงผสมคอนกรีตก่อนใช้งานจริงไม่น้อยกว่า 30 วัน และต้องผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักที่ชั่ง
- ต้องทำการ Calibrate ทุกเดือนที่ใช้งานและแนบเอกสารของการ Calibrate ในรายงานคอนกรีตทุกเดือนด้วย
- เมื่อมีกรณีสงสัยคุณภาพหรือความสม่ำเสมอของคุณภาพของเครื่องชั่ง

มาตรฐานที่ทดสอบ

- คุณภาพของเครื่องชั่งจะต้องเป็นไปตาม ทล.-ม.309/2544

2.3 รถ Transit ควรอยู่ในสภาพที่ใหม่และต้องสามารถที่จะกวนผสมคอนกรีตให้เข้ากันได้ดี และมีแรงพอที่จะหมุนถ่ายคอนกรีตออกจากโมได้หมด โดยรถ Transit จะต้องมีความสมบัติที่ระบุไว้ใน ทล.-ม.309/2544

2.4 ห้องควบคุมการผลิต จะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นสามารถมองเห็นการทำงานของห้องผสมและการถ่ายคอนกรีตผสมเสร็จลงสู่รถ Transit ได้ มีหน้าปัดแสดงน้ำหนักของซีเมนต์ผงที่อ่านได้ละเอียดถึง 1.0 กิโลกรัม โดยหน้าปัดแสดงน้ำหนักซีเมนต์ผงจะต้องสามารถแสดงแหล่งที่มาของปูนผงว่ามาจาก Silo เก็บซีเมนต์ผงอันไหนบ้าง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการ Load ปูนซีเมนต์ผงจาก 2 Silo พร้อมๆกัน ส่วนหน้าปัดแสดงน้ำหนักของทราย กรวด หิน จะต้องอ่านได้ละเอียดถึง 5 กิโลกรัม และจากจุดที่ควบคุมจะต้องมองเห็นตลอดวัฏจักรเคมีผสมคอนกรีตเพื่อจะได้สามารถตรวจสอบปริมาณที่ใช้งานได้ โดยต้องมีเครื่องบันทึกอัตโนมัติ หรือเจ้าหน้าที่ของบริษัทคอนกรีตบันทึกส่วนผสมวัสดุที่นำมาใช้ผลิตคอนกรีตทั้งหมดในแต่ละครั้งและควรแนบเอกสารประวัติคอนกรีตที่ผลิตแต่ละครั้ง ซึ่งต้องเป็นเอกสารของโรงงานผสมคอนกรีตไว้ในรายงานคอนกรีตทุกๆเดือนด้วย

ระหว่างการทำงาน

1. การควบคุมคุณภาพระหว่างการผลิต

- 1.1 **ก่อนเริ่มงานผสมคอนกรีตประจำวัน** เจ้าหน้าที่หน่วยตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทางและเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมการผลิตประจำ Plant ควรปฏิบัติดังต่อไปนี้
 - 1.1.1 บันทึกลักษณะภูมิอากาศและอุณหภูมิทำงาน
 - 1.1.2 ทำการตรวจสอบ Moisture Content ของส่วนผสมมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียด
 - 1.1.3 ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมการผลิตว่าเป็นไปตามปกติหรือไม่
 - 1.1.4 ตรวจสอบเครื่องบันทึกประวัติคอนกรีตอัตโนมัติว่าทำงานปกติหรือไม่
 - 1.1.5 ตรวจสอบอัตราส่วนของส่วนผสมคอนกรีตที่จะทำการผลิต
 - 1.1.6 เตรียม Mold เพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างที่หน้างานให้เพียงพอ
 - 1.1.7 ทำการปรับอัตราส่วนผสมมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดภายหลังทราบ Moisture Content ตาม (2) เพื่อให้คุณภาพของคอนกรีตเป็นไปตามที่ออกแบบไว้
 - 1.1.8 หากพบวารถ Transit ไม่อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ทำการบันทึกและแจ้งให้ผู้รับจ้างเพื่อทำการเปลี่ยนหรือปรับปรุงต่อไป
 - 1.1.9 ตรวจสอบอุปกรณ์ตวงน้ำยาเคมีผสมคอนกรีต
 - 1.1.10 บันทึกชื่อเจ้าหน้าที่ QC ของผู้ผลิตประจำ Plant และที่หน้างาน
- 1.2 **ระหว่างการผลิตคอนกรีต** เจ้าหน้าที่หน่วยตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทางและเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมการผลิตประจำ Plant ควบคุมโรงงานผสมคอนกรีตจะต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้
 - 1.2.1 ตรวจสอบค่าความยุบตัวของคอนกรีตสดในส่วนผสมแรกๆ ที่ผลิตเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด และตรวจสอบว่าได้ทำการปรับ Moisture Content ถูกต้องหรือไม่ เพื่อทำการปรับส่วนผสมเพื่อให้ได้ Slump ที่ต้องการต่อไป
 - 1.2.2 ตรวจสอบค่าความยุบตัวของคอนกรีตสดในปริมาณที่แน่นอน เช่น ทำการตรวจสอบทุกๆ 50 ลบ.ม.ที่ใช้งาน
 - 1.2.3 ตรวจสอบการใช้สารเคมีผสมคอนกรีตประเภทลดปริมาณน้ำให้ถูกต้อง
 - 1.2.4 หากจะทำการเลิกใช้สารเคมีผสมคอนกรีตตาม(3) ให้ทำการปรับปริมาณน้ำใหม่เนื่องจากคอนกรีตส่วนผสมนั้นๆจะต้องใช้น้ำมากกว่าเดิม
 - 1.2.5 ทำการตรวจสอบระยะเวลารถ Transit ออกจาก Plant และกลับ Plant
 - 1.2.6 ทำตัวป้อนของหน่วยๆเพื่อให้ Inspector ของโครงการบันทึกประวัติปูนต่างๆที่หน้างาน เช่น Slump , เวลาถึงหน้างาน , เวลาเทเสร็จ , หมายเลขรถ Transit และอื่นๆโดยตัวดังกล่าวจะแนบไปกับตัวป้อนของผู้ผลิต
 - 1.2.7 แจ้งให้ Inspector ทำการบันทึกรายละเอียดที่หน้าแท่งตัวอย่างคอนกรีตทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างที่หน้างานและให้แจ้งให้โรงงานผลิตทราบเมื่อเห็นว่าลักษณะของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงไป

1.2.8 ระหว่างการผลิตให้สังเกตเนื้อคอนกรีตที่ได้ให้บ่อยครั้งมากที่สุด หากมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสี ความเหนียว ความสม่ำเสมอของเนื้อคอนกรีต ให้หยุดการผลิตและแจ้งให้ผู้รับจ้างตรวจสอบทันที โดยทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตนั้นไว้ตรวจสอบต่อไปในปริมาณที่พอเพียง เช่น 3 แท่งตัวอย่าง เป็นต้น

1.2.9 บันทึกส่วนผสมของคอนกรีตเพื่อจัดทำประวัติและเก็บไว้เป็นหลักฐานในกรณีที่เกิดปัญหาอื่นใด

2. การควบคุมคุณภาพหลังการผลิต

การควบคุมคุณภาพหลังการเทคอนกรีตคือ การบ่มคอนกรีตที่หน้างาน การบ่มแท่งคอนกรีตตัวอย่าง รวมไปถึงการตรวจสอบกำลังอัดของแท่งตัวอย่างที่ทำการเก็บมาจากหน้างาน การบ่มคอนกรีตเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก โดยหน้าที่หลักของการบ่มคอนกรีตคือการทำให้เนื้อคอนกรีตไม่สูญเสียน้ำไปในระยะเวลารวดเร็วเพื่อไปปฏิกิริยา Hydration เป็นไปอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากคอนกรีตจะมีกำลังอัดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกๆซึ่งหมายถึงการบ่มที่ดีในระยะแรกจะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีด้วย

ข้อแนะนำในการบ่มคอนกรีตหลังการผลิตมีดังต่อไปนี้

2.1 ในกรณีที่ใช้สารประกอบอย่างเหลวสำหรับใช้เคลือบ (Curing Compound) ให้ทำการคนให้ส่วนผสมที่ตกตะกอนอยู่ข้างก้นให้ดีก่อนนำไปใช้งานต่อไป โดยการฉีดพ่นเพื่อทำการบ่มคอนกรีตควรได้รับการเอาใจใส่และอยู่ภายใต้การควบคุมของโครงการฯเป็นอย่างดีและควรเป็นไปตามที่ระบุไว้ในคู่มือประกอบการใช้งานของน้ำยาเครื่องหมายการค้านั้นๆ

2.2 สำหรับการใช้กระสอบในการบ่มผิวทางคอนกรีตควรปิดกระสอบให้ปกคลุมผิวคอนกรีตให้หมดไม่มีช่องเว้นและควรทำการรดน้ำให้กระสอบเปียกชุ่มอย่างน้อยวันละ 3 ครั้งเป็นอย่างน้อย และกระสอบที่ใช้งานจะต้องหนาและหนักเพื่อสามารถเก็บความชื้นไว้ได้นาน

2.3 การบ่ม Column หรือ Deck ของโครงสร้างขนาดใหญ่ ควรใช้ Curing Compound พ่นที่ผิวหน้า 1 ครั้งก่อนใช้แผ่นพลาสติกที่หนาพอสมควรคลุมต่อไป

2.4 วัสดุที่ใช้ในการบ่มคอนกรีตจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อคอนกรีต

2.5 การบ่มคอนกรีตของโครงสร้างทุกประเภทควรบ่มให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้แต่ไม่ควรน้อยกว่า 7 วัน

ข้อแนะนำในการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตมีดังต่อไปนี้

- การบ่มแท่งตัวอย่างควรทำตามข้อกำหนด ทล.ม.304/2532 ข้อ 5.1 “ การบ่มแท่งทดสอบแบบมาตรฐาน ” และข้อ 5.2 “ การบ่มแท่งทดสอบในการควบคุมงานก่อสร้าง ”
- ให้พิจารณากำลังอัดของแท่งตัวอย่างว่ามีการแตกกลุ่มออกไปหรือไม่ เช่น ในการเทคอนกรีตในวันนั้นๆ คอนกรีตส่วนผสมเดียวกันควรมีกำลังอัดประลัยที่ใกล้เคียงกัน แท่งตัวอย่างที่มีกำลังอัดแตกต่างออกไปมากในตัวอย่างชุดเดียวกันควรพิจารณาหาสาเหตุได้เช่น การเก็บตัวอย่างผิดพลาด หรือ อื่นๆ
- หากหน้างานบ่มคอนกรีตด้วยการใช้สารประกอบอย่างเหลวสำหรับใช้เคลือบ ควรทำการพ่นแท่งคอนกรีตตัวอย่างเหลวสำหรับใช้เคลือบเช่นเดียวกัน (ในกรณีที่ต้องการใช้งานก่อนครบ 28 วัน)

- ในระหว่างการทดสอบกำลังอัดประลัยให้สังเกตน้ำหนักของคอนกรีตที่ทดสอบ แรงกดที่ได้ ลักษณะการแตกของแท่งตัวอย่าง ลักษณะการจับตัวของเนื้อซีเมนต์กับหินและทราย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในกรณีที่เกิดปัญหาแรงอัดประลัยไม่ผ่านข้อกำหนด
 - ให้แจ้งผลแรงอัดประลัยที่ไม่ผ่านการทดสอบที่อายุ 28 วันทันทีเพื่อที่จะทำการเจาะแท่งตัวอย่างจากโครงสร้างจริงมาทำการทดสอบแรงอัดประลัยต่อไป
 -
- ทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเพียงรายละเอียดส่วนหนึ่งของการควบคุมงานคอนกรีตที่ควรทราบและปฏิบัติ ในการควบคุมงานจริงผู้ควบคุมงานควรใช้วิจารณญาณในการควบคุมให้มากโดยควรศึกษาข้อมูลต่างๆให้ถี่ถ้วน และควรสังเกตและแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นด้วยหลักการที่ถูกต้องเพื่อคุณภาพและความคงทนของคอนกรีตและประโยชน์ของราชการต่อไป

บทที่ 12

การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

ตารางที่ 12.1 ค่าความยุบตัวของคอนกรีตที่ใช้สำหรับการก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

ประเภทของงาน	ค่าความยุบตัว (ชม.)	
	ค่าสูงสุด *	ค่าต่ำสุด
งานฐานราก กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานฐานรากคอนกรีต ไม่เสริมเหล็ก งานก่อสร้างได้น้ำ	8.0	2.0
งานพื้นคาน และผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานพื้นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานคอนกรีตขนาดใหญ่	5.0	2.0

* อาจเพิ่มได้อีก 2 ชม. สำหรับการทำคอนกรีตให้แน่นด้วยวิธีการอื่นที่นอกเหนือไปจากการใช้เครื่อง (Vibrator)

ตารางที่ 12.2 ขนาดโตสุดของวัสดุผสมสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

ขนาดความหนา ของโครงสร้าง (ชม.)	ขนาดโตสุดของวัสดุผสม							
	คาน ผนัง และเสา คสล.		ผนังคอนกรีตไม่ เสริมเหล็ก		พื้นถนน คสล. รับ น้ำหนักมาก		พื้นคอนกรีต รับน้ำหนักน้อย	
	นิ้ว	มม.	นิ้ว	มม.	นิ้ว	มม.	นิ้ว	มม.
5.0 – 15.0	½-3/4	12.5-20.0	¾	20.0	¾-1	20.0-25.0	¾-1 ½	20.0-40.0
15.0 – 30.0	¾-1 ½	20.0-40.0	1 ½	40.0	1 ½	40.0	1 ½-3	40.0-75.0
30.0 – 75.0	1 ½-3	40.0-75.0	3	75.0	1 ½-3	40.0-75.0	3	75.0
มากกว่า 75.0	1 ½-3	40.0-75.0	6	150.0	1 ½-3	40.0-75.0	3-6	75.0-150.0

ตารางที่ 12.3 ปริมาณน้ำที่ความต้องการสำหรับค่าความขุ่นและวัสดุผสมขนาดต่าง ๆ

ค่าความขุ่นตัว (ชม.)	ปริมาณน้ำเป็นลิตรต่อคอนกรีต 1 ลบ.ม. สำหรับวัสดุผสมต่าง ๆ							
	3/8 "	1/2"	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6"
	(9.5 มม.)	(12.5 มม.)	(20 มม.)	(25 มม.)	(40 มม.)	(50 มม.)	(75 มม.)	(150 มม.)

คอนกรีตที่ไม่มีสารกระจายกักฟองอากาศ (Non-Air Entraining Concrete)

3-5	205	200	185	180	160	155	145	125
8-10	225	215	200	195	175	170	160	140
15-18	240	230	210	205	185	180	170	-
ปริมาณฟองอากาศ % โดยปริมาตร	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

คอนกรีตที่มีสารกระจายกักฟองอากาศ (Air Entraining Concrete)

3-5	180	175	1465	160	145	140	135	120
8-10	200	190	180	175	160	155	150	135
15-18	215	205	190	185	170	165	160	-
ปริมาณฟองอากาศ % โดยปริมาตร	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

ตารางที่ 12.4 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูงสุดโดยน้ำหนักที่ยอมให้ใช้ได้สำหรับคอนกรีตในสภาวะเปิดเผยรุนแรง

ชนิดของโครงสร้าง	โครงสร้างที่เปียกตลอดเวลา หรือ มีการเขี่ยแข็ง และการละลายของน้ำสลับกันบ่อย ๆ (เฉพาะคอนกรีตกระจายกักฟองอากาศเท่านั้น)	โครงสร้างในน้ำเต็ม หรือ สัมผัสกับซัลเฟตกับซัลเฟต
โครงสร้างบางๆ ที่มีเหล็กหุ้มบางกว่า 3 ซม.	0.45	0.40 *
โครงสร้างอื่น ๆ ทั้งหมด	0.50	0.45 *

* ถ้าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟต (Type 2 หรือ Type 5) อาจเพิ่มค่าส่วนน้ำต่อซีเมนต์ได้อีก 0.05

ตารางที่ 12.5 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนน้ำต่อซีเมนต์กับกำลังอัดประลัยของคอนกรีต

กำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ 28 วัน (กก./ตร.ซม.)		อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก	
		คอนกรีตไม่กระจายกัก ฟองอากาศ	คอนกรีตกระจายกัก ฟองอากาศ
Cylinder Dia 15x30	Cube 15x15x15		
450	540	0.38	-
400	480	0.43	-
350	420	0.48	0.40
300	360	0.55	0.46
250	300	0.62	0.53
200	240	0.70	0.61
150	180	0.80	0.71

หมายเหตุ ค่าที่ใช้จากตารางนี้ ทำการทดลองจากแท่งตัวอย่างรูปทรงกระบอก ขนาดมาตรฐาน Dia. 15x30 ซม. ถ้าแท่งตัวอย่างเป็นแบบลูกบาศก์ ค่ากำลังอัดประลัยจะสูงกว่าค่าในตารางประมาณ 20 %

ตารางที่ 12.6 ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต

ขนาดโตสุดของหิน	ปริมาตรของวัสดุผสมมวลหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่นต่อหน่วยปริมาตรของ คอนกรีต สำหรับค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายต่าง ๆ กัน						
	2.42.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
3/8 " (9.5 มม.)	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44
1/2 " (12.5 มม.)	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
3/4 " (20.0 มม.)	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60
1 " (25.0 มม.)	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65
1 1/2 " (40.0 มม.)	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70
2 " (50.0 มม.)	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72
3 " (75.0 มม.)	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75
6 " (150.0 มม.)	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81

ตารางที่ 12.7 หน่วยน้ำหนักคอนกรีตโดยประมาณ

ขนาดโตสุดของหิน	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก	
	คอนกรีตที่ไม่ใช้สารกระจายกัก ฟองอากาศ	คอนกรีตที่ใช้สารกระจายกัก ฟองอากาศ
3/8 " (9.5 มม.)	2285	2190
1/2 " (12.5 มม.)	2315	2235
3/4 " (20.0 มม.)	2355	2280
1 " (25.0 มม.)	2375	2315
1 1/2 " (40.0 มม.)	2420	2353
2 " (50.0 มม.)	2445	2375
3 " (75.0 มม.)	2465	2400
6 " (150.0 มม.)	2505	2435

ตัวอย่างการคำนวณ

ข้อกำหนดของคอนกรีตที่ต้องการ

ค่าความยุบ (Slump) ที่ต้องการไม่เกิน	5.0-7.0 ซม.
ปริมาณคอนกรีตต่อ ลบ.ม. ไม่ต่ำกว่า	350 กก./ลบ.ม.
อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ไม่เกิน	0.55
ความต้านทานแรงอัดต่ำสุดไม่น้อยกว่า	325 ksc. (Cube)

ข้อมูลของส่วนผสม

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ค่า ถพ.	3.15
- มวลรวมหยาบ	
ความถ่วงจำเพาะ	2.700
ความดูดซับน้ำ (Absorption)	0.50 %
Water Content	0.50 %
ขนาดโตของวัสดุมวลรวมหยาบ	25.0 มม.
หน่วยน้ำหนักก้อนตัวผิวแห้ง & Dry Rod	1700 Kg.
- มวลรวมละเอียด	
ค่า Fineness Modulus	2.890
ความถ่วงจำเพาะ	2.660
ความดูดซับน้ำ (Absorption)	0.97 %

Water Content 2.00 %

Calculation

- 1) Slump ที่ออกแบบ 5.0 cm.
- 2) ขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบ 25.0 มม.
- 3) ปริมาณน้ำที่ใช้ (จากตารางที่ 12.3, จากข้อ 1 และ 2) = 180.0 ลิตร

ปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสม	180.0 ลิตร

ปริมาณฟองอากาศร้อยละ	0.015

- 4) อัตราส่วน Water /Cement Ratio ที่กำหนดไม่เกิน 0.55 (ข้อกำหนด)
 กำลังอัดประลัยที่ต้องการ (Cube) = 325 Ksc. เปลี่ยนเป็นกำลังอัดรูป Cylinder
 ขนาด Dia. 15x30 cm. = 325 x(100/120)
 = 270.8 Ksc.

การใช้งานในประเทศไทย ม.อ.ก. 213 ให้เพิ่มค่าความต้านทานเฉลี่ยเป็น 1.1 เท่าของความต้านทานที่ต้องการ ดังนั้นกำลังอัดประลัยที่ต้องการ = 297.9 Ksc. (Cylinder)

จากตารางที่ 12.5 คอนกรีตที่ไม่กักฟองอากาศ

จะได้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก = 0.55
 ดังนั้นปริมาณ ซีเมนต์ที่ใช้ = 180/0.55 ก.ก.
 = 327.3 ก.ก.

น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด ดังนั้น

ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้	= 350.0	ก.ก.

- 5) ปริมาณวัสดุผสมหยาบสามารถหาได้จากตารางที่ 12.6 โดยหาจาก

ค่า Fineness Modulus ของทราย = 2.890

ขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบ = 25 มม.

สามารถคำนวณปริมาตรของวัสดุผสมหยาบ (Saturate Surface-Dry Basis และ Dry Rod) ต่อหน่วย

ปริมาตรของคอนกรีต = 0.661 (Interpolated)

หน่วยน้ำหนักของหิน = 1700 ก.ก.

หน่วยน้ำหนักของหินที่ใช้ = 1700x0.661

น้ำหนักของหินที่ใช้	= 1124	ก.ก. (SSD. Basis)

6) หาปริมาณของวัสดุรวมละเอียดที่ใช้

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของน้ำ} &= 180/1000 = 0.180 \text{ ม.}^3 \\
 \text{ปริมาตรของซีเมนต์} &= 350/(3.15 \times 1000) = 0.111 \text{ ม.}^3 \\
 \text{ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบ} &= 1124/(2.700 \times 1000) = 0.416 \text{ ม.}^3 \\
 \text{ปริมาตรของฟองอากาศ} &= 0.015 \times 1 = 0.015 \text{ ม.}^3 \\
 \text{รวมปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย} &= 0.722 \text{ ม.}^3 \\
 \text{ดังนั้นปริมาตรของทรายที่ใช้} &= 1 - 0.722 \text{ ม.}^3 \\
 &= 0.278 \text{ ม.}^3 \\
 \text{น้ำหนักของทรายแห้งที่ต้องใช้} &= 0.278 \times 2.660 \times 1000 = 739 \text{ ก.ก.}
 \end{aligned}$$

น้ำหนักของทรายแห้งที่ใช้	=	739	ก.ก.

7) ฉะนั้น คอนกรีตสด 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้

ซีเมนต์	350	ก.ก.
น้ำ	180	ก.ก.
วัสดุผสมหยาบ	1124	ก.ก.
วัสดุผสมละเอียด	<u>739</u>	ก.ก.
รวมน้ำหนักคอนกรีตสด	<u>2395</u>	ก.ก.

8) การปรับส่วนผสมของการทำ Trial Mixed และการผสมใช้งานทั่วไป

$$\begin{aligned}
 \text{ทรายมีความชื้น } 2.00 \% \text{ มีการดูดซึม (Absorbtion)} &= 0.97 \% \\
 \text{หินมีความชื้น } 0.50 \% \text{ มีการดูดซึม (Absorbtion)} &= 0.50 \% \\
 \text{นั่นคือน้ำหนักทราย } 100 \text{ ก.ก. มีน้ำมากไป} &= 2.0 - 0.9 = 1.03 \text{ ก.ก.} \\
 \text{น้ำหนักทราย } 739 \text{ ก.ก. มีน้ำมากไป} &= 739 \times 1.03 / 100 \\
 &= 8 \text{ ก.ก.}
 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นต้องชั่งทรายเพิ่มขึ้นเป็น } 747 \text{ ก.ก.}$$

ไม่ต้องทำการปรับส่วนผสมของหิน เนื่องจากว่าหินที่คำนวณอยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้งแล้ว

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นต้องใส่น้ำในส่วนผสมรวม} &= 180 - 8 \text{ ลิตร} \\
 &= 172 \text{ ลิตร}
 \end{aligned}$$

สรุปส่วนผสมที่ใช้ในการออกแบบ Trial Mixed และผสมใช้งานทั่วไป

ซีเมนต์	350	ก.ก.
น้ำ	172	ก.ก.
วัสดุผสมหยาบ	1124	ก.ก.
วัสดุผสมละเอียด	<u>747</u>	ก.ก.
รวมน้ำหนักคอนกรีตสด	<u>2393</u>	ก.ก.

- 9) การปรับส่วนผสมระหว่างการใช้งานหลังจากที่มีฝนตกมาก (M/C ของทราย = 5.30 % , M/C ของ หิน = 1.50 %)

ทรายมีความชื้น 5.30 % มีการดูดซึม (Absorbtion) 0.97 %
 นั่นคือน้ำหนักทราย 100 ก.ก. มีน้ำมากไป $= 5.30 - 0.9 = 4.33$ ก.ก.
 น้ำหนักทราย 739 ก.ก. มีน้ำมากไป $739 \times 4.33 / 100$
 $= 32$ ก.ก.

ดังนั้นต้องชั่งทรายเพิ่มขึ้นเป็น 771 ก.ก.

หินมีความชื้น 1.50 % มีการดูดซึม (Absorbtion) 0.50 %
 นั่นคือน้ำหนักทราย 100 ก.ก. มีน้ำมากไป $= 1.50 - 0.50 = 1.00$ ก.ก.
 น้ำหนักหิน 1124 ก.ก. มีน้ำมากไป $1124 \times 1.00 / 100$
 $= 11$ ก.ก.

ดังนั้นต้องชั่งหินเพิ่มขึ้นเป็น 1135 ก.ก.

และต้องใส่น้ำในส่วนผสมทั้งสิ้น $180 - 32 - 11$ ลิตร
 $= 137$ ลิตร

สรุปส่วนผสมที่ใช้ในการทำงานจริงที่หน้างานภายหลังการปรับค่าความชื้นภายหลังฝนตก

ซีเมนต์	350	ก.ก.
น้ำ	137	ก.ก.
วัสดุผสมหยาบ	1135	ก.ก.
วัสดุผสมละเอียด	<u>771</u>	ก.ก.
รวมน้ำหนักคอนกรีตสด	<u>2393</u>	ก.ก.

บทที่ 13

การจัดทำรายงานการควบคุมคุณภาพวัสดุสร้างทาง

ให้หน่วยตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทางประจำโครงการฯ จัดทำรายงาน 3 ชนิด คือ รายงานเมื่อเริ่มงาน รายงานประจำเดือนและรายงานเมื่อเสร็จงาน โดยให้ส่งรายงานถึงสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบตามเวลาที่กำหนด ซึ่งรายงานแต่ละชนิดจะต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รายงานเมื่อเริ่มงาน

ให้จัดทำรายงานเมื่อหน่วยตรวจสอบและแนะนำได้เข้าประจำโครงการฯ และให้จัดส่งรายงานถึงสำนักฯ หลังจากที่ได้เข้าประจำโครงการฯ แล้วภายใน 20 วัน รายงานนี้มีรายละเอียดดังนี้

1.1 หน้าปก ให้ใช้ปกแบบเย็บหัวของสำนักฯ เติมรายละเอียดให้ครบถ้วนใน “รายงานฉบับที่” ให้เขียน “รายงานฉบับที่ เริ่มงาน...” ส่วนใน “เดือน” ให้เว้นว่างไว้

1.2 หนังสือนำ ให้กล่าวถึงสิ่งที่ส่งมาด้วยในฉบับเริ่มงานนี้ และรายงานสถานที่ซึ่งสำนักฯ จะติดต่อกับโครงการฯ และหน่วยฯ ได้สะดวก เช่น วิทยุ โทรเลข จดหมาย โทรศัพท์ การส่งเงินจัดสรรและอื่น ๆ

1.3 รายละเอียดของโครงการฯ ให้รายงานหมายเลขทางหลวง ชื่อโครงการฯ สัญญาเลขที่ วันที่เริ่มต้นสัญญา วันที่สิ้นสุดสัญญา ระยะเวลาทำการ ค่างานในสัญญา ค่าปรับบริษัทผู้รับเหมา ผู้ออกแบบสำนักฯ เจ้าของงาน และคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือรับงาน

1.4 แผนที่แนวทางพร้อมที่ตั้งโครงการฯ และเส้นทางใกล้เคียง

1.5 รูปตัดคันทาง ข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานควบคุมคุณภาพวัสดุ และการบดอัด เช่น Gradation, Atterberg Limits, Compaction, CBR. ของวัสดุชั้นต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับโครงการฯ ที่มีข้อกำหนดพิเศษซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพวัสดุการบดอัดและเกี่ยวกับ Piezometer และ Settlement Plate ให้รายงานข้อกำหนดดังกล่าวมาด้วย

1.6 รายงานสภาพและลักษณะของคันทางเดิมพอสังเขป ประกอบด้วย ความสูง ความกว้าง Side Ditch วัสดุของคันทางเดิม ลักษณะดินเดิมโดยทั่วไป

1.7 รายงานลักษณะของคันทางใหม่ รายงานความสูง ความกว้างของคันทางใหม่ โดยอ่านได้จากแบบ

1.8 รายงานที่ตั้งของสะพานและท่อระบายน้ำตลอดสายทาง โดยอ่านได้จากแบบ

- ก. สะพานและท่อเหลี่ยม ให้รายงานชนิดและขนาด รวมทั้งการทำ Bearing Unit และ/หรือ
- ข. ท่อกลม ให้รายงานชนิด ขนาด และจำนวนแถวของท่อ

2. รายงานประจำเดือน

รายงานประจำเดือน เป็นการรายงานผลการปฏิบัติงานในการทดลองคุณภาพวัสดุทุกชนิดที่ใช้ก่อสร้าง ผลการตรวจสอบความแน่น ความหนาของชั้นทาง ข้อคิดเห็นหรือแนะนำ สรุปปัญหาและอุปสรรคเป็นประจำทุกเดือน การรายงานจะต้องมีความชัดเจนเข้าใจง่ายและสมบูรณ์ด้วยตัวของมันเอง รายงานประจำเดือนนี้ ต้องส่งถึงสำนักฯ ไม่เกินวันที่ 20 ของเดือนถัดไป ถึงแม้ในเดือนใดไม่มีผลงานก็ต้องส่งรายงานประจำเดือนให้สำนักฯทราบเช่นกัน ให้รายงานผลการปฏิบัติงานตั้งแต่วันที่ 1 ถึงสิ้นเดือน การเรียงลำดับผลการทดลองในรายงานและรายละเอียดของรายงาน เป็นดังนี้

2.1 หน้าปก ให้ใช้ปกเย็บหัวของสำนักฯ เติมรายละเอียดให้ครบถ้วน ให้เริ่มนับตั้งแต่ฉบับที่ 1 เป็นต้นไป สำหรับรายงานประจำเดือนนี้ ถ้าในรายงานฉบับใดมีอยู่หลายเล่มให้ใช้สัญลักษณ์ ก / ข เมื่อ ก คือ เล่มที่ และ ข คือจำนวนเล่มทั้งหมดของรายงานประจำเดือนนั้นยกตัวอย่างเช่น “รายงานฉบับที่ 10 เล่มที่ 1/3 ” หมายถึง รายงานฉบับที่ 10 มีทั้งหมด 3 เล่ม เล่มนี้เป็นเล่มที่ 1 เป็นต้น

2.2 หนังสือนำ ให้ใช้บันทึกข้อความสำหรับใบแรกและกระดาดขาวในใบต่อไป หนังสือนำนี้จะรายงานสรุปผลงานที่ทำในเดือนนั้น ให้ผู้ที่ได้อ่านรายงานเข้าใจได้ง่าย การสั่งการเป็นอย่างไรและให้มีความสมบูรณ์ด้วยตัวของมันเอง ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ จะโดยจากการประชุมในสนามหรือวิธีการอื่นใด จะต้องรายงานและสำเนาต่อท้ายหนังสือนำนี้ให้ทราบด้วย และเมื่อมีการอ้างถึงในรายละเอียดในสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ ต้องส่งสำเนาส่วนที่แก้ไขมาด้วยโดยต่อท้ายจากหนังสือนำนี้

2.3 สถิติการทดลองและปฏิบัติงานประจำเดือน ให้รายงานจำนวนตัวอย่างของผลการทดลองทั้งหมด ของเดือนนั้นให้ทราบโดยแบ่งเป็นชนิดของการทดลอง

2.4 Bar Chart แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.4.1 Bar Chart แสดงการตรวจสอบความแน่น (Bar Chart) ซึ่งแสดงให้เห็นช่วงที่

ก. ทำเสร็จไว้เรียบร้อยแล้ว ก่อนถึงเดือนที่รายงาน

ข. ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว และตรวจสอบความแน่นใช้ได้แล้วในเดือนที่รายงาน

ค. อยู่ระหว่างการดำเนินการ เช่น ปูวัสดุไว้แล้วแต่ยังไม่ได้แจ้งตรวจสอบความแน่น

ง. สำหรับ Bar Chart แต่ละแผ่นควรแสดงระยะทางของการตรวจสอบความแน่นไม่เกิน 10 กม.

2.4.2 Bar Chart แสดงการทดลองคุณภาพวัสดุ (Bar Chart 2) ซึ่งแสดงถึงหมายเลข General Test และ Control Test ของแต่ละช่วง ให้แบ่ง Bar Chart นี้ออกเป็นแต่ละชั้นทาง

2.5 แผนที่แหล่งวัสดุ ให้จัดทำแผนที่แหล่งวัสดุพอสังเขป สำหรับการใช้อำนาจของโครงการ ฯ บอกปริมาณวัสดุที่เหลือ (โดยประมาณ) ของแหล่งนั้นไว้ด้วย

2.6 รูปตัดและข้อกำหนดของวัสดุชั้นทางต่าง ๆ ให้แสดงรูปตัดและข้อกำหนดของวัสดุชั้นทางต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานควบคุมและแนะนำ รวมทั้งข้อกำหนดพิเศษที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของวัสดุการบดทับและเกี่ยวกับ Piezometer และ Settlement Plate ที่ใช้ในการควบคุมการก่อสร้างด้วย

2.7 สำเนารายงานผลการตรวจสอบคุณภาพวัสดุ (ใช้แบบฟอร์มที่สำนักฯ กำหนด) ให้รายงานผลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองคุณภาพวัสดุ ค่าความแน่น และความหนาของชั้นทางในสำเนานี้จะต้องบันทึกข้อความ แสดงข้อคิดเห็นและคำแนะนำให้ชัดเจน เช่น การลงวัสดุหนา, การก่อสร้าง Raised Median ในฤดูฝน เป็นต้น เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้โดยไม่คลาดเคลื่อน ต้องรายงานความหนาของชั้นทางที่วัดได้จริง โดยเฉพาะเมื่อพบว่าความหนามากหรือน้อยกว่าตามที่กำหนด ในใบสำเนานี้จะต้องมีข้อความที่นายช่างโครงการฯ ส่งการพร้อม ลายเซ็นของนายช่างโครงการฯ ด้วย ให้เรียงลำดับสำเนาเหล่านี้ตามวันที่และหมายเลขหนังสือหากมีการบันทึกข้อความที่เขียนถึงนายช่างโครงการฯ โดยเฉพาะให้เรียงลำดับตามวันที่และเลขหมายพร้อมกับสำเนาเหล่านี้ด้วย

2.8 สรุปคุณสมบัติของวัสดุชั้นทาง (แบบ ว.2-12) ให้จัดทำเป็นชุด แต่ละชุดจะแบ่งเป็นของแต่ละชั้นทางและให้แสดงในทุกๆ แผ่นที่มุมขวามือว่าเป็น General Test หรือ Control Test ของชั้นใด การเรียงชั้นทางให้เรียงตามหนังสือแนะนำ นั่นคือเรียงชั้น Subgrade จนถึงชั้นพื้นทาง สำหรับในชั้นที่มีการผสมวัสดุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ให้ทำการรายงานคุณสมบัติของวัสดุก่อนผสมและหลังจากการผสมของ General Test ด้วย หากชั้นใดมีผลของ Abrasion Test และการหา Specific Gravity ให้แสดงค่าไว้ด้วย สำหรับในชั้นพื้นทางที่ใช้กรวดไม่ให้แสดงค่าเปอร์เซ็นต์หน้าแตกใน General Test และ Control Test ด้วย

2.9 สรุปคุณสมบัติของวัสดุ Soil Cement ในกรณี ที่มีการดำเนินการทำ Soil Cement ให้รายงานผลของการทำ Mix Design ประกอบด้วย Gradation, Atterberg Limits กำลังของ Soil Cement ที่ได้จากการใช้ปริมาณซีเมนต์ต่าง ๆ ความหนาแน่นแห้งสูงสุด OMC. ที่ค่าปริมาณซีเมนต์ต่างๆ การทำ Mix Design นี้ ให้ถือว่าเป็น General Test สำหรับคุณสมบัติของ Soil Cement เมื่อทำ Control Test นั้น ประกอบด้วย Gradation, Atterberg Limits และ Compaction Test ของ Soil Cement ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้รวมทั้งปริมาณน้ำในดิน (Moisture Content) ความหนาแน่นแห้งและกำลังของ Soil Cement ที่ดำในสนาม

2.10 Field Density Test Report (แบบ ว.6-07) ให้จัดทำเป็นชุด แต่ละชุดจะแบ่งเป็นของแต่ละชั้นทาง ให้เรียง กม. ของแต่ละชั้นทางด้วย พร้อมทั้งแสดงที่มุมขวามือของแต่ละแผ่นว่าเป็นชั้นใด การเรียงชุดให้เรียงตามหนังสือแนะนำ คือ เรียงชั้น Subgrade จนถึงชั้นพื้นทาง การรายงานนี้จะต้องแสดงผลการตรวจสอบความแน่นและความหนาของชั้นทางที่วัดได้จริงในสนามและในช่อง “Acceptance” ให้ใส่คำว่า “ความแน่นใช้ได้” ในกรณีที่ความแน่นไม่ได้ตามข้อกำหนดในกรณีที่ความหนาของ Station ใด ๆ มากหรือน้อยกว่าที่กำหนด ให้หมายเหตุไว้ตอนล่างของแบบฟอร์มว่า “ช่วงที่ความหนาไม่เป็นไปตามแบบ ได้รายงานให้นายช่างโครงการฯ ทราบในรายงานประจำวันแล้ว ” สำหรับช่อง “Remarks” ให้อ้างถึงลำดับการทดลองที่นำมาใช้ในการควบคุมวันที่ตรวจสอบ และถ้าเป็นผลของการตรวจสอบใหม่ ให้ใส่คำว่า “Retest” ไว้ด้วย ถ้าในจุดที่ไม่ได้ตามแบบ จะต้อง Retest ใหม่อยู่คนละฉบับ ให้บอกด้วยว่าจุดที่ไม่ได้ตามแบบนี้ในฉบับใด

2.11 ผลการตรวจสอบความหนาแน่นของทราย ที่ใช้ทดสอบความแน่นของชั้นทาง ให้แสดงรายการทดสอบและตรวจเทียบ (Calibration) ของทรายที่ใช้ในเดือนนั้นอย่างน้อย 2 ค่า (คือประมาณ 15 วันหาค่า 1 ค่า) ในแต่ละค่านั้นจะต้องตรวจเทียบไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย ในกรณีที่ค่าความหนาแน่นที่ทำแต่ละครั้งแตกต่างกันไปจากค่าเฉลี่ยเกิน 1 % ให้ทำการตรวจเทียบใหม่

2.12 ผลของการหา Specific Gravity และ Absorption ให้แสดงการทดสอบหา Specific Gravity และหา Absorption ของวัสดุที่ค้างตะแกรงขนาด 3/4 นิ้ว (19 มม.) ไว้ด้วยเดือนละไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง/แหล่ง

2.13 การทดลองหาปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดโม ในกรณีที่พื้นทางใช้กรวดโม ให้แสดงรายการทดลองหาปริมาณร้อยละที่แตกไว้ด้วย

2.14 สำเนาการทดลองตัวอย่างที่ส่งไปทดลองที่ฝ่ายวิเคราะห์และตรวจสอบ สน.ทล. หรือสำนักฯ ให้แนบสำเนาการทดลองของตัวอย่างที่ส่งไปทดลองที่ฝ่ายวิเคราะห์และตรวจสอบประจำ สน.ทล. หรือสำนักฯ ไว้ด้วย เช่น ค่า Abrasion, Organic Impurity, Concrete Strength ของ Concrete Pavement เป็นต้น

2.15 การทดลองวัสดุ ให้จัดทำทำการทดลองวัสดุไว้เป็นชุด แต่ละชุดจะต้องเรียงลำดับก่อนหลังดังนี้

2.15.1 ในกรณีที่เป็นกรทดลองวัสดุหิน หิน ทราย

(1) Summary of Results (แบบ ว.2-15 ก.) ใบสีเหลือง

(2) กราฟของ Gradation (แบบ ว.2-18 สำหรับวัสดุ Soil Aggregate และแบบ ว.3-08 สำหรับหินที่ใช้ในงานคอนกรีต)

(3) Mix Design ถ้ามี (แบบ ว.2-14)

(4) Sieve Analysis (แบบ ว.2-01 ก สำหรับวัสดุพวก Soil Aggregate แบบ ว.2-01 สำหรับดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มม.) ทั้งหมด และแบบ ว.3-10 สำหรับหินและทรายที่ใช้ในงานคอนกรีต)

(5) Atterberg Limits (แบบ ว.2-02)

(6) กราฟของ Compaction Test (แบบ ว.2-15 ใบสีเขียว)

(7) ข้อมูลของ Compaction Test (แบบ ว.2-05)

(8) การทดลอง CBR. ให้เรียงจาก Mold ที่มีจำนวน Blows น้อยที่สุดไปหา Mold ที่มี Blows มากที่สุด โดยจัดเป็นชุดแต่ละชุดเป็นดังนี้

(8ก) กราฟของ Load VS. Penetration (แบบ ว.2-05) และเขียนจำนวน Blows ไว้ที่เหนือเส้นกราฟด้านขวาบน

(8ข) ข้อมูลของ CBR. Test (แบบ ว.2-11)

2.15.2 ในกรณีที่เป็นกรทดลองวัสดุ Soil Cement Test (Mix Design) ทำแหล่งละ 1 ชุด แต่ละชุดเป็นดังนี้

(1) Summary of Results (แบบ ว.2-15 ก. ใบสีเหลือง)

(2) กราฟของ Strength VS. % Cement โดยใช้ปริมาณน้ำในดินของวัสดุที่ OMC. (Optimum Moisture Content)

(3) กราฟของ Gradation (แบบ ว.2-18 สำหรับวัสดุ Soil Aggregate)

(4) Sieve Analysis (แบบ ว.2-01 ก.) สำหรับวัสดุ Soil Aggregate แบบ ว.2-01 สำหรับดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ทั้งหมด)

(5) Atterberg Limits (แบบ ว.2-02)

(6) กราฟของ Compaction Test (แบบ ว.2-15 ใบสีเขียว)

(7) ข้อมูลของ Compaction Test (แบบ ว.2-05)

(8) การหาส่วนผสมของปูนซีเมนต์ (% Cement) เพื่อให้ได้ Strength ของ Soil Cement ตามที่กำหนด เมื่อบดอัดที่ 100 % Compaction เพื่อทำกราฟของ Strength VS. % Cement ตามข้อ (2)

2.15.3 ในกรณีที่เป็นการทดลองวัสดุ Soil Cement เฉพาะ Control Test แต่ละชุดเป็นดังนี้

(1) Summary of Results (แบบ ว.2-15 ก. ใบสีเหลือง)

(2) กราฟของ Gradation (แบบ ว.2 – 18 สำหรับวัสดุ Soil Aggregate)

(3) Sieve Analysis (แบบ ว.2-01ก. สำหรับวัสดุ Soil Aggregate แบบ ว.2-01 สำหรับดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ทั้งหมด)

(4) Atterberg Limits (แบบ ว.2-02)

(5) ข้อมูลการหา Dry Density, Strength , ปริมาณน้ำในดินของตัวอย่าง Soil Cement ซึ่งใน Mold ที่หน้างาน

การจัดลำดับของแต่ละชุดในข้อ 2.18 นั้น ให้เรียงตามชั้นทางซึ่งสรุปไว้ในหนังสือแนะนำและเรียงลำดับก่อนหลังของชั้นทางตามหนังสือแนะนำด้วย การเขียน Data ทดลองให้ใช้หมึกทั้งหมด

ในกรณีที่มีการผสมวัสดุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ให้ทำการรายงานผลการทดสอบคุณภาพวัสดุเดิมก่อนผสมและหลังผสม ให้ครบถ้วนด้วย (ทำการทดลองทุกวิธีการทดลอง สำหรับ General Test)

ให้แนบผลการทดลองแต่ละชุด และเรียนให้นายช่างโครงการฯ ทราบ โดยการเขียนลงไปใบ Summary of Results Results (แบบ ว.2-15 ก. ใบสีเหลือง) กล่าวถึงผลการตรวจสอบข้อคิดเห็น คำแนะนำ และเหตุผลว่า ใช้ได้ หรือใช้ไม่ได้ อย่างไร พร้อมทั้งการสั่งการของนายช่างโครงการฯ เป็นลายลักษณ์อักษร และ ลงนามกำกับด้วย

2.16 การทดสอบ Field Density ให้กรอกข้อความลงในแบบฟอร์ม ว.6-03 ก. ให้ครบถ้วนด้วยหมึก ให้เรียงลำดับก่อนหลังโดยแบ่งเป็นชั้น แต่ละชั้นให้เรียงแผ่นที่เริ่มด้วย กม. น้อยไปหา กม. มาก การเรียงชั้นทางให้เรียงตามหนังสือแนะนำด้วย ให้แนบผลการทดสอบให้นายช่างโครงการฯ ทราบทุกครั้ง

2.17 ข้อมูลการผสมคอนกรีต (ถ้ามีการควบคุมการผสมคอนกรีต)

2.18 ข้อมูลการเทคอนกรีตและเก็บตัวอย่างคอนกรีตสด (ถ้ามีการควบคุมการเทและเก็บตัวอย่างคอนกรีตสด)

3. รายงานเมื่อเสร็จงาน

เมื่องานก่อสร้างของโครงการฯ ดำเนินไปจนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้จัดทำและรวบรวมข้อมูลเอกสาร รวมทั้งผลการทดลองต่าง ๆ และทำรายงานสรุปส่งถึงกองฯ ภายใน 1 เดือน หลังจากกลับเข้ารายงานตัวในกองฯ ให้เรียงลำดับก่อนหลังของข้อมูลดังนี้

3.1 หน้าปก ให้ใช้ปกแบบเย็บหัวของกองสำนักฯ ใส่รายละเอียดให้ครบถ้วน สำหรับใน “รายงานฉบับที่...” ให้เขียน “รายงานฉบับที่...สรุป...” ส่วนใน “เดือน...” ให้เว้นว่างไว้

3.2 ใบปะหน้า ให้ใช้กระดาษบันทึกข้อความเฉพาะใบแรก และกระดาษขาวในใบต่อไป รายงานถึงการปฏิบัติงานจากเดือนใดถึงเดือนใด บรรยายอย่างย่อๆ เกี่ยวกับโครงการฯ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกี่ยวกับการดำเนินงาน

3.3 สารบัญ แสดงถึงหัวข้อที่ได้แนบมาพร้อมรายงานนี้

3.6 รายละเอียดของโครงการฯ เช่น ชื่อสายทาง หมายเลขทางหลวง จาก กม. ใด ถึง กม. ใด ระยะทางที่ทำการก่อสร้าง วันที่ที่เริ่มต้นสัญญา วันที่ที่สิ้นสุดสัญญา ระยะเวลาทำงาน ชื่อบริษัทผู้รับเหมา และคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.5 แผนที่ประเทศไทย แสดงตำแหน่งของสายทางที่โครงการฯ ดำเนินการ

3.6 แผนที่แสดงทางหลวงบริเวณใกล้เคียง และทางหลวงในโครงการฯ

3.7 ประวัติสายทาง

3.8 เจ้าหน้าที่โครงการฯ

3.9 เจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้รับเหมา

3.10 บัญชีเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

3.11 ค่างานและปริมาณงานของแต่ละ Item ที่ทำจริงรวมทั้ง Progress Chart เปรียบเทียบระหว่างผลงานและแผนงาน และ / หรือ CPM (Critical Path Method) ของการทำงานเปรียบเทียบกับ CPM ที่เสนอโดยบริษัทผู้รับเหมา

3.12 Bar Chart แสดงปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 5 ปี

3.13 ตารางแสดงวันที่ฝนตกในช่วงเวลาที่ก่อสร้าง

3.14 บรรยายสรุปลักษณะดินคันทาง สภาพภูมิประเทศ และลักษณะดินเดิมของบริเวณที่ก่อสร้าง ถ้ามีข้อมูลทางธรณีวิทยา หรือการสำรวจชั้นดินที่เกี่ยวข้องกับโครงการฯ นี้ ให้แนบรายละเอียดมาด้วย

3.15 แผนที่แนวทางและระดับที่ก่อสร้างจริง (As - Built)

3.16 Typical Cross Section พร้อมข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการควบคุมวัสดุ ข้อกำหนดพิเศษ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการควบคุมวัสดุ รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับ Piezometer และ Settlement Plate ในกรณีที่มีข้อตกลงเนื่องจากการประชุมในสนาม (Site Meeting) หรือจากเหตุอื่นเพื่อแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ ให้แนบรายละเอียดหรือเอกสารประกอบด้วย

3.17 บัญชีสะพาน Bearing Unit และ ท่อ ให้ออกชนิดและขนาดของสะพาน ท่อเหลี่ยม และท่อกลม ชนิดและขนาดของฐานรากสะพานที่ก่อสร้างใหม่ ระดับปลายเสาเข็มของสะพานและ Bearing Unit ที่ก่อสร้างใหม่ ให้ออกแบบหมายเลขและความยาวของ Bearing Unit ที่ก่อสร้างใหม่ด้วย

3.18 ตารางสรุปสถิติการปฏิบัติงานว่าทดลองอะไรบ้าง แต่ละการทดลองดำเนินการกี่ตัวอย่าง

3.19 ข้อมูลและแผนที่แหล่งวัสดุ

3.20 รายละเอียดเกี่ยวกับคำสั่งของนายช่างโครงการฯ ให้นำหน่วยตรวจสอบและแนะนำประจำโครงการฯ ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานผิวทางคอนกรีต รายละเอียดของโรงงานผสมคอนกรีต ที่ตั้งพร้อมแผนที่วิธีการขนส่งคอนกรีตสด การเท การเกลี่ยแต่ง การทำให้แน่น การบ่ม เครื่องมือ เครื่องใช้ในการทำผิวถนนคอนกรีต

3.21 Chart และ / หรือตารางแสดงวันที่ที่เทคอนกรีตในแต่ละช่วง ระยะเวลาของการบ่มคอนกรีตวันที่ที่เปิดการจราจรในแต่ละช่วง

3.22 Chart และ / หรือ ตารางแสดง Concrete Strength , Slump ของแต่ละช่วงของถนนคอนกรีต

3.23 Chart และ / หรือ ตารางแสดงอัตราส่วนผสมคอนกรีต ชนิดปูนซีเมนต์สารผสมเพิ่ม และเครื่องหมายการค้าของปูนซีเมนต์และสารผสมเพิ่ม

3.24 ข้อมูลคุณสมบัติของหินที่ใช้ผสมคอนกรีต

3.25 ข้อมูลคุณสมบัติของทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต

3.26 ข้อมูลของเหล็กเสริม

3.27 ข้อมูลของวัสดุสำหรับใส่รอยต่อที่ใช้ในงานผิวทางคอนกรีต

3.28 ตารางแสดงความหนาของชั้นทางแต่ละชั้น

3.29 Bar Chart แสดงหมายเลขของ Control Test ในแต่ละชั้นทาง

3.30 กราฟฟอร์มแบบที่ 2

3.31 กราฟฟอร์มแบบที่ 1

3.32 ข้อมูลของ Soil Cement

3.33 ข้อมูลของคุณสมบัติอื่น ๆ ของชั้นทางที่มีได้กล่าวไว้ข้างต้น เช่น Specific Gravity, % Absorbtion, Abrasion, % หนาแตก เป็นต้น

3.34 สรุปปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะในการทำงานก่อสร้าง ออกแบบ ควบคุมและบำรุงรักษา

ภาคผนวก กฎระเบียบ และคำสั่งที่เกี่ยวข้อง



สำนักงาน

กรมทางหลวง
เลขที่รับ 00060
วันที่ 23 มี.ค. 2550
เวลา 11.10

บันทึกข้อความ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา

ส่วนราชการ กลุ่มแผนพัฒนาระบบและวิชาการ กองฝึกอบรม โทร 3025 - 3027 โทรสาร 0-2664-5050

ที่ กอ.2/159

วันที่ 23 มกราคม 2550

เรื่อง การประชุมคณะกรรมการพัฒนาระบบบริหารความรู้ในองค์กรกรมทางหลวงครั้งที่ 4/2550

① เรียน รทบ. (CKO)

เลขที่รับ 983
วันที่ 23 มี.ค. 2550
เวลา 15.40

ตามที่ได้มีการประชุมคณะกรรมการพัฒนาระบบบริหารความรู้ในองค์กรกรมทางหลวง ครั้งที่ 3/2550 ตั้งแต่วันที่ 8 มกราคม 2550 โดยมีสาระสำคัญเกี่ยวกับการคัดเลือกยุทธศาสตร์และองค์ความรู้เพื่อนำไปจัดทำแผนการจัดการความรู้ปีงบประมาณ 2550 ซึ่งได้แก่องค์ความรู้เรื่อง "การควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง" และ "การปรับปรุงถนนผ่านย่านชุมชน" ขณะนี้คณะทำงานดังกล่าวได้จัดทำแผนการจัดการความรู้ทั้งสองเรื่องเสร็จสิ้นแล้ว จึงเห็นสมควรนัดประชุมคณะกรรมการฯ ให้มีมติคณะทำงานและเลขานุการ (องค์ความรู้ทั้ง 10 ด้าน) เพื่อร่วมกันพิจารณารายละเอียดต่างๆ ในแผนฯ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณานัดหมายวัน เวลา และสถานที่ในการประชุมคณะกรรมการฯ และคณะทำงานฯ ครั้งที่ 4/2550 เพื่อทางเลขฯ จะได้แจ้งเรื่องให้กับผู้เข้าร่วมการประชุมฯ ต่อไป

(น.ส.อนรรตน์ นีรักดี)

เลขานุการคณะกรรมการพัฒนาระบบ
บริหารความรู้ในองค์กรกรมทางหลวง

② เรียน เลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

- ขอให้นัดหมายในวันที่ 25 มกราคม 2550 เวลา 13.30 น. ณ ห้องสัสดิวิภา
- ดำเนินการต่อไป

(นายเอก อมระปาด)
รองอธิบดีกรมทางหลวง

เรียน ผอ.

ส.อ.ท. เป็นประธานที่ประชุม
ส.อ.ท. ส.อ.ท. ส.อ.ท.

23 มี.ค. 2550

③ เรียน คณะกรรมการพัฒนาระบบบริหาร
ความรู้ในองค์กรกรมทางหลวง ;
ที่มีเลขาธิการฯ เป็นประธาน มีมติคณะทำงาน
และ เลขฯ คณะทำงาน ทั้ง 10 ด้าน
- เพื่อ โปรดทราบ ตาม ① และ ②
- เพื่อ โปรดแจ้งให้ คณะทำงาน
ตามวัน เวลา และสถานที่ ที่กำหนด

**แนวทางปฏิบัติในการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ตรวจสอบ
เพื่อการควบคุมคุณภาพวัสดุงานทาง**

**ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์
สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
กรมทางหลวง**

**คณะทำงานวิชาการด้านวัสดุแอสฟัลต์และวัสดุทางวิทยาศาสตร์
กุมภาพันธ์ 2550**

รายละเอียดตัวชี้วัดเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง		จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแบบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ วันทำการ
				จำนวนครั้งที่สุ่ม (ครั้ง)	จำนวนตัวอย่างที่สุ่ม (กรัม)			มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
1	สีผง	มอก. 415/2541 มอก. 415/2548	5 มก. (Combine Sample) ตามบันทึกที่ ศค 063831 สว. 8 มิถุนายน 2542)	3-20 21-70 71-60 161-400 401-600 601-1000	3 5 8 10 15 20	1 ตัวอย่าง แต่ละสีต่อ สีเดียว	1. ชนิดที่ 1 หรือ 2 2. สี 3. ยี่ห้อ 4. Code No. ของสี 5. บริษัทผู้ผลิต / ผู้ส่งมอบ 6. ปริมาณงาน 7. ใบรับรอง (ถ้ามี)	ชนิดที่ 1 w = 1,850 y = 1,750 ชนิดที่ 2 w = 2,550 y = 2,350 ชนิดที่ 1 w = 9,100 y = 8,800 ชนิดที่ 2 y = 8,800	มีใบรับรอง ชนิดที่ 1, 2 22 วัน ไม่มีใบรับรอง ชนิดที่ 1 60 วัน ชนิดที่ 2 110 วัน	
2	สีผงพื้นตะกั่วแดง สำหรับพื้นผิวเหล็ก และเหล็กกล้า	มอก. 389-2531	5 มก. (Combine Sample)	3-20 21-70 71-60 161-400 401-600 601-1000	3 5 8 10 15 20	1 ตัวอย่างแต่ละสีสัญญา	1. ชนิด 2. ยี่ห้อ 3. Code No. 4. บริษัท ผู้ผลิตผู้สัญญา 5. คำแนะนำเกี่ยวกับภาชนะ	ค่าทดสอบเกิด ตามรายการ ทดสอบ	54* วัน	

นำตัวอย่างสีที่สุ่มแต่ละปริมาณมาทาบให้เข้ากัน ใช้เครื่องมือที่ที่เหมาะสม
ตัดตัวอย่างสีแต่ละครั้งในปริมาณเท่า ๆ กัน ใส่ภาชนะอีกใบหนึ่ง
ประมาณ 15 มก. (Combine Sample) การนำสีเข้ากันอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงแบ่งสีออกเป็น
3 ส่วน เท่า ๆ กัน แต่ละส่วนประมาณ 5 มก. (Combine Sample) ให้บรรจุลงในภาชนะ
ที่ปิดสนิทส่งส่วนที่ 1 ทดสอบ ส่วนที่ 2 และ 3 เก็บไว้เพื่อส่งทดสอบใน
กรณีที่มีการทดสอบครั้งใหม่ใช้ไม่ได้

นำตัวอย่างสีที่สุ่มแต่ละปริมาณมาทาบให้เข้ากัน ใช้เครื่องมือที่ที่เหมาะสม
ตัดตัวอย่างสีแต่ละครั้งในปริมาณเท่า ๆ กัน ใส่ภาชนะอีกใบหนึ่ง
ประมาณ 15 มก. (Combine Sample) การนำสีเข้ากันอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงแบ่งสีออกเป็น
3 ส่วน เท่า ๆ กัน แต่ละส่วนประมาณ 5 มก. (Combine Sample) ให้บรรจุลงในภาชนะ
ที่ปิดสนิทส่งส่วนที่ 1 ทดสอบ ส่วนที่ 2 และ 3 เก็บไว้เพื่อส่งทดสอบใน
กรณีที่มีการทดสอบครั้งใหม่ใช้ไม่ได้

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

2/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณ/ขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งตีความหรือแบบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ
							รับรับรอง	ไม่มีรับรอง	
3	สีอะครีลิค	มอก.390-2524	5 แกลงอน	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวนสีที่ซื้อ (ถัง) จำนวนตัวอย่างที่ซื้อมา (ถัง) 3-20 3 21-70 5 71-60 8 161-400 10 401-600 15 601-1000 20 นำตัวอย่างสีที่ซื้อมาแต่ละถังมากรวนให้เข้ากัน ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ตัดตัวอย่างสีแต่ละถังในปริมาณเท่า ๆ กัน ใส่ภายในภาชนะอีกใบหนึ่ง ประมาณ 15 แกลงอน กรวนให้เข้ากันอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงแบ่งสีออกเป็น 3 ส่วน เท่า ๆ กัน แต่ละส่วนประมาณ 5 แกลงอน ให้บรรจุลงในภาชนะ ที่ปิดสนิททั้งส่วนที่ 1 ทดสอบ ส่วนที่ 2 และ 3 เก็บไว้เพื่อส่งทดสอบใน กรณีที่เกิดการทดสอบครั้งแรกใช้ไม่ได้	1 ตัวอย่างต่อสี 1 ตัวอย่างต่อสี	1. ยี่ห้อ 2. Code No. 3. บริษัท ผู้ผลิต/คู่สัญญา 4. คำแนะนำเกี่ยวกับวานิช	-	ค่าทดสอบคิด ตามรายการ ทดสอบ	54 วัน
4	วัสดุเทอร์โม พลาสติก	มอก. 542-2530	6 กิโลกรัม (Combine Sample) ตามบันทึกที่ คค 0636/831 สจ. 8 มิถุนายน 2542)	จำนวนวัสดุที่ซื้อ (ถุง) จำนวนตัวอย่างที่ซื้อมา (ถุง) ไม่เกิน 20 3 21 - 70 5 71 - 160 8 ตั้งแต่ 160 ขึ้นไป 10 จากจำนวนตัวอย่างที่ซื้อมาในแต่ละถุง ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เก็บตัวอย่าง จากทุกถุง ในปริมาณเท่า ๆ กัน ใส่รวมไว้ในภาชนะอีกใบหนึ่งโดยให้มีปริมาณ ประมาณ 18 กิโลกรัม คลุกเคล้ากันให้ดี แล้วจึงแบ่งวัสดุ ๆ ออกเป็น 3 ส่วน เท่า ๆ กัน ส่วนละประมาณ 6 กิโลกรัม บรรจุในถุงหรือภาชนะที่เหมาะสม ผลการทดสอบครั้งแรกใช้ไม่ได้	1 ตัวอย่าง แต่ละสีต่อ สี	1. สี 2. ยี่ห้อ 3. Lot No. ของสี 4. ระดับ 1 หรือ ระดับ 2 5. บริษัทผู้ผลิต / คู่สัญญา 6. ปริมาณงาน 7. ใบรับรอง (ถ้ามี)	w = 900 y = 850	w = 1,600 y = 1,350	มีใบรับรอง 14 วัน ไม่มีใบรับรอง 22 วัน

5/21

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ชื่อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดลอง
							มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
9	แผ่นป้ายสกรางทรงหิ้นแดง	มอก.674-2530	เป็นแผ่นอย่างน้อย 300 x 300 มม.	สุ่มหาจนถึงแผ่นป้ายที่มีสีและลักษณะที่การสะท้อนแสงระดับเดียวกันที่ทำการทดสอบหรือสุ่มภายในระยะเวลาเดียวกัน การชักตัวอย่างใช้ชักตัวอย่างแผ่นป้ายที่ผ่านการพินหรือคัสวัน ด้วยหมึกพิมพ์โปร่งแสงบนแผ่นด้วยจำนวนสีละ 3 แผ่น แต่ละแผ่นของ ตัวอย่างควรมีขนาดประมาณ 300 x 300 มิลลิเมตร	จำนวนสีละ 3 แผ่น	1. ระดัหรือสีประกอบสี การสะท้อนแสง 2. สี 3. ยี่ห้อ 4. ขนาดตัวอย่าง 5. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	ค่าทดสอบคิด ตามรายการ ทดสอบ	48 ชั่วโมง
10	แผ่นเหล็กดำ	มอก.528-2540	เป็นแผ่นอย่างน้อย ขนาด 60 x 60 ซม.	เหล็กแผ่นบาง ได้แก่ เหล็กแผ่นที่มีความหนาประมาณ 3.15 มม. ความกว้างและความยาวไม่เกินไปตามข้อกำหนดในการซื้อขาย การชักตัวอย่าง สุ่มหาจนถึง เหล็กแผ่นที่ไร้ชนิด ขึ้นคุณภาพ และมีสีเขียวกัน ทำโดย กรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำการส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน	1 ตัวอย่างต่อ 100 แผ่น	1. ชนิด (แผ่นหนา , แผ่นบางหรือแผ่นแบบ 2. ขึ้นคุณภาพ (HR, HR2, HR3, HR4) 3. ความหนา (มม.) 4. ขนาดส่ง , ขนาดเดิม (หมายเลขการทดสอบ หรือที่คู่) 5. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 6. ปริมาณงาน	-	ค่าทดสอบคิด ตามรายการ ทดสอบ	44 ชั่วโมง
11	แผ่นเหล็กอบสีเงสี	มอก.50-2538	เป็นแผ่นอย่างน้อย ขนาด 60 x 60 ซม.	สุ่ม หาจนถึง แผ่นเหล็กเคลือบสีเงสีชนิดเดียวกัน ที่มีความกว้าง ของแผ่นเหล็กเคลือบสีเงสี ความหนาของแผ่นเหล็กด้านและมวล สีเงสีที่เคลือบอย่างเดียวกัน ที่ทำการส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลา เดียวกัน การชักตัวอย่าง แผ่นเหล็กเคลือบสีเงสีชนิดแผ่นเรียบ ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่ม จำนวน 5 แผ่น จากทุก 50 ตัน จำนวนที่น้อยกว่า 50 ตัน ใช้ถือเป็น 50 ตัน	1 ตัวอย่างต่อ 100 แผ่น	1. ชนิด(แผ่นเรียบหรือลูกตุ้ม) 2. ความหนา (มม.) 3. ขนาดส่ง, ขนาดตัวอย่างเดิม 4. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 5. ปริมาณงาน	-	450	14 ชั่วโมง

รายละเอียดวัตถุประสงค์เพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

6/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแบบ	ค่าทดลองตัวอย่าง	ระยะเวลาทดลอง											
12	ราวกันอันตราย 1 ชุดประกอบด้วย แผ่นการัดเขต เสาการัดเขต สลักเกลียวยาว สลักเกลียวสั้น แป้นเกลียว แหวนรองกลม หรือของเหลือ	มอก.248-2531	ยาวอย่างน้อย 4 เมตร 1 แผ่น 1 ต้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น	หุ่น ไม่ขึ้นมายังราวเหล็กผูกกับเสาสำหรับทางหลวง ที่ทำขึ้นหรือส่งมอบในคราวเดียวกันแล้วแต่กรณี ที่มีผล ขึ้น ชนิดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบในระยะเวลาเดียวกัน	1 ชุดต่อสัญญา	1. ชิ้นและชนิดของการัดเขต 2. สัญญาและแบบ 3. ปริมาณงาน 4. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 5. ใบรับรอง(ถ้ามี)	2300ชุด	มีใบรับรอง											
				โดยวิธีสุ่มจากจุดเดียวกัน ตามที่กำหนดในตาราง			หัด 2550ชุด	ไม่มีใบรับรอง											
				<table><tr><th>ขนาดหุ่น(ชิ้น)</th><th>ขนาดตัวอย่าง (ชุดตัวอย่าง)</th></tr><tr><td>ไม่เกิน 200</td><td>1</td></tr><tr><td>201 - 500</td><td>2</td></tr><tr><td>501 - 1000</td><td>3</td></tr><tr><td>1001 ขึ้นไป</td><td>4</td></tr></table>	ขนาดหุ่น(ชิ้น)	ขนาดตัวอย่าง (ชุดตัวอย่าง)	ไม่เกิน 200	1	201 - 500	2	501 - 1000	3	1001 ขึ้นไป	4					
ขนาดหุ่น(ชิ้น)	ขนาดตัวอย่าง (ชุดตัวอย่าง)																		
ไม่เกิน 200	1																		
201 - 500	2																		
501 - 1000	3																		
1001 ขึ้นไป	4																		
				1. 1 ชุดตัวอย่างสำหรับราวเหล็กผูก กับ 3 ชิ้น 2. 1 ชุดตัวอย่าง สำหรับแผ่นป้ายราวเหล็กผูกกับ 1 ชิ้น 3. 1 ชุดตัวอย่าง สำหรับแผ่นเสริมกันส่งเท่ากับ 1 ชิ้น 4. 1 ชุดตัวอย่าง สำหรับสลักเกลียว แป้นเกลียวและแหวนรอง เท่ากับ อย่างละ 3 ชิ้น ตามบันทึกออกรับตรวจและวิธีที่ ศค 0611/2782 สร. 7 มี.ค. 29 ระบุ 1 ชุดประกอบด้วย 1. แผ่นราวกันอันตราย จำนวน 1 แผ่น 2. เสาราวกันอันตราย จำนวน 1 ต้น 3. สลักเกลียวยาว จำนวน 5 ชิ้น 4. สลักเกลียวสั้น จำนวน 5 ชิ้น 5. แป้นเกลียว จำนวน 5 ชิ้น 6. แหวนรอง จำนวน 5 ชิ้น			(ไม่รวมส่วนประกอบทางเคมี)												

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

B/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดลอง วันทำการ
							มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
15	ท่อเหล็กกล้าขายเส้นกะสี	มอก 277-2532	1 ท่อนยาวอย่างน้อย 1 เมตร	1. ประเภทที่ 1 ท่อเหล็กแบบมีตะเจ็บ ผสมท่อบาง 2. ประเภทที่ 2 ท่อเหล็กแบบมีตะเจ็บและแบบไม่มีตะเจ็บ ผสมท่อหนาปานกลาง 3. ประเภทที่ 3 ท่อเหล็กแบบมีตะเจ็บและแบบไม่มีตะเจ็บ ผสมท่อหนา 4. ประเภทที่ 4 ท่อเหล็กแบบมีตะเจ็บและแบบไม่มีตะเจ็บ ผสมท่อหนาพิเศษ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาตามระบุ ความยาว หากไม่มีมีการตกลงกันเป็นอย่างอื่นระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย ให้ท่อเหล็กยาวท่อนละ 4 - 7 เมตร การชักตัวอย่าง รุ่น ไม่เกินสามถึง ห้าท่อนต่อประเภทและขนาดระบุเดียวกัน ทำจากโรงงานเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อภายในระยะเวลาเดียวกัน ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากทุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนด	ตามข้อกำหนดในสัญญา	1. ขนาดท่อ 2. ประเภทหรือความหนา 4. แบบมีหรือไม่มีตะเจ็บ 5. ปริมาณงาน 6. บริษัทผู้ผลิตที่ได้เครื่องหมายมาตรฐาน มอก. 7. บริษัทผู้สัญญา	550 (ไม่รวมส่วนประกอบทางเคมี)	48* วัน (ไม่รวมระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งอย่าง)	
16	เสาไฟฟ้า หรือ เสา High Mast	แบบ MD-601 การติดตั้งเสาไฟฟ้าแสงสว่างบนทางหลวง ม.ค. 2522	1 ท่อนยาวอย่างน้อย 60 ซม.	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ท่อนต่อสัญญา	1. ความสูงของเสา 2. ตามข้อกำหนดหรือเสา High Mast 3. ปริมาณงาน 4. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	450	14 วัน (ไม่รวมระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งอย่าง)
17	การติดตั้ง 1 ชุดประกอบด้วย Cable Bracker ใหญ่ Bracker เล็ก เสา สลักเกลียวยาว แป้นเกลียว แขนทรง สลักเกลียวสั้น แป้นเกลียว แขนทรง	แบบ RS201GC	1 เส้น 1 แผ่น 1 แผ่น 1 ต้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น 5 ชิ้น	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ชุดต่อสัญญา	1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อและ Cable 2. ประเภทของท่อ 3. ความหนาของท่อ 4. ปริมาณงาน 5. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	4100*ชุด 450 550 550 450 350 350 350 350 350 350	20 วัน (ไม่รวมระยะเวลาที่ใช้ในการติดตั้งอย่าง)

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

9/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาของวันทำการ
							มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
18	พอลิเอทิลีนเส้นใยสังเคราะห์ สำหรับใช้หุ้มสายไฟฟ้า	มอก. 770-2533	1 ฟ่อน	พอลิเอทิลีน แบ่งเป็น 3 ประเภท 1. ประเภทที่ 1 พอลิเอทิลีน สายทั้งสายซึ่งไม่มีเกลือ (EMT) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 15 ถึง 100 (เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 17.9 - 114.3 มม.) ยาวประมาณ 3 เมตร 2. ประเภทที่ 2 พอลิเอทิลีน สายทั้งสายซึ่งมีเกลือ (IMC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 15 - 100 (เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 20.7 - 113.4 มม.) ยาวประมาณ 3 เมตร 3. ประเภทที่ 3 พอลิเอทิลีน สายทั้งสายซึ่งมีเกลือ (RSC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 15 - 150 (เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 21.3 - 168 มม.) ยาวประมาณ 3 เมตร พอลิเอทิลีนมี 2 ชนิด 1. ชนิดที่ 1 มีความหนาแน่นของเกลือสูงและมีความทนทานในเคสโบลินาเมล 2. ชนิดที่ 2 มีความหนาแน่นของเกลือต่ำและมีความทนทานในเคสโบลินาเมล การชักตัวอย่าง มุ่งหมายถึงพอลิเอทิลีนสายประเภทและขนาดระบุเดียวกัน ที่ทำด้วยวัสดุและกรรมวิธีเดียวกัน ที่ผ่านหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากถังเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนด	1 ฟ่อนต่อ 200 ฟ่อน	1. ประเภท และชนิด 2. ขนาดระบุ 3. กรรมวิธีการผลิต 4. ข้อดี 5. ปริมาณงาน 6. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	550	16 วัน (ไม่รวมระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งตัวอย่าง)
19	ลวด 1. รีเบมกึ่งทรงรี ลวดดัดเข้ากัน	แบบ SP 401 แบบ SP 107	1 ชุดประกอบด้วย - ลวดโครง 6 เมตร - ลวดดัด 6 เมตร - ลวดผูก 6 เมตร - ตะแกรง 1 ตร.ม.	เก็บตัวอย่างเป็นชุด ประกอบด้วย 1. ลวดเส้นตรง 1.1 ลวดโครง 1.2 ลวดดัด 1.3 ลวดผูก 2. ตะแกรงประกอบด้วย ลวดโครง ลวดดัด และลวดผูก	1 ชุดต่อสัญญา หรือตามข้อกำหนดในสัญญา	1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2. แบบ 3. ขนาดของลวด 4. การวัดของลวด 5. ปริมาณงาน 6. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	2150 ชุด 350 350 350 1100	14 วัน

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

10/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง			สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ
					มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	มีใบรับรอง		ไม่มีใบรับรอง		
2. สวดเค็บบึงกะสี		มอก.71-2517	1 ขดอย่างน้อย 6 เมตร	ชดเชยเค็บบึงกะสี มีลักษณะดังนี้ กว้าง 50 ซม. การชักตัวอย่าง ชักด้วยวิธีการสุ่มตามจำนวนชิ้นงานในตาราง	1 ตัวอย่างต่อตัวอย่าง	1. ประเภท 2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3. ปริมาณงาน 4. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	350	14 วัน		
				จำนวนไม่แน่นอน (ซม.)							
				จำนวนตัวอย่าง (ซม.)							
3. สวดคาราย		มอก. 208-2520	1 ชุดประกอบด้วย 1. สวดเส้นตรง 6 เมตร 2. ตะขวง 1 ตร.ม.	สวดคารายเค็บบึงกะสี หมายถึง สวดเค็บบึงกะสีที่ได้รับการขึ้นรูปเป็นคารายด้วยการชักตัวอย่างที่เริ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางของสวดที่ชัก สวดคารายเค็บบึงกะสีตาม มอก. 71-2517 ขนาดของสวดคาราย	1 ตัวอย่างต่อตัวอย่าง	1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2. ประเภท 3. แบบ 4. ขนาดช่องสาย 5. ขนาด กว้าง x ยาว 6. ปริมาณงาน 7. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	450	14 วัน		
				ประเภทของสวดคาราย							
				ความกว้าง (มม.) (ขนาดกว้าง ขึ้น) (ขึ้นอยู่กับสวดคาราย)							
				ประเภท. 1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 4 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 3. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 4. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 5. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 6. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 7. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 8. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 9. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 10. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 11. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 12. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 13. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 14. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 15. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 16. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 17. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 18. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 19. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 20. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 21. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 22. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 23. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 24. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 25. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 26. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 27. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 28. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 29. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 30. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 31. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 32. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 33. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 34. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 35. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 36. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 37. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 38. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 39. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 40. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 41. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 42. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 43. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 44. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 45. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 46. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 47. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 48. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 49. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 50. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 51. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 52. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 53. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 54. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 55. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 56. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 57. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 58. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 59. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 60. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 61. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 62. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 63. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 64. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 65. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 66. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 67. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 68. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 69. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 70. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 71. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 72. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 73. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 74. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 75. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 76. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 77. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 78. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 79. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 80. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 81. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 82. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 83. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 84. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 85. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 86. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 87. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 88. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 89. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 90. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 91. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 92. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 93. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 94. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 95. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 96. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 97. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 98. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 99. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 100. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 101. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 102. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 103. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 104. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 105. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 106. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ							
				ความกว้าง							
				ความยาว (เมตร)							
				ประเภท. 107. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มี 2 แบบ			</				

รายละเอียดวัตถุประสงค์เพื่อสังเกตข้อบ่งชี้ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

12/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณ/ขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแบบ	คำทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ
							มีเกินของ	ไม่มีเกินของ	
				วิธีสุ่มตัวอย่าง ให้ใช้ตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากกลุ่มเดียวกัน หรือใช้วิธีต่อไปนี้ $r = \frac{N}{n}$ เมื่อ r คือ ลำดับของผลิตภัณฑ์ที่จะสุ่มตัวอย่าง (ถ้ามีเศษให้ตัดทิ้ง) N คือ ขนาดรุ่น n คือ ขนาดตัวอย่าง					
20	ใบมีดรถเกี่ยว	ตามแบบหรือสัญญา	หนักอย่างน้อย 500 กรัม	การสุ่มตัวอย่าง เกณฑ์ตัดสิน การสุ่มตัวอย่างและการทดลอง ใบมีดจะต้องได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการตรวจรับ ซึ่งหลักฐานวิธีที่จะทำการทดสอบเพียงอย่างเดียวหนึ่งหรือทุกอย่าง เพื่อให้ตรงกับความต้องการของกรมทางหลวง 1. การสุ่มตัวอย่าง ให้ดำเนินการดังนี้ ให้แบ่งใบมีดออกเป็นกอง ๆ ละ 100 ใบ เศษที่เหลือน้อยกว่า 50 ใบ ให้รวมกับกองสุดท้าย ถ้าเศษที่เหลือมีจำนวน 50 ใบขึ้นไปให้แยกเป็น อีกหนึ่งกอง 1.1 ให้สุ่มตัวอย่างขึ้นมาจากแต่ละกอง จำนวนกองละ 10 ตัวอย่าง เพื่อทำการตรวจสอบความเรียบร้อยภายนอกด้วยตา 1.2 ให้สุ่มตัวอย่างขึ้นมาจากแต่ละกอง จำนวนกองละ 1 ตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบโดยวิธีทดลอง	1 ตัวอย่างต่อ 100 ใบมีด	1. แบบข้อกำหนดหรือรายละเอียดสัญญา 2. ปริมาณงาน 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	ตามรายการทดสอบ	44* วัน
21	แผ่นเหล็กยึดต่อพื้นสะพาน	ตามแบบหรือสัญญา	ขนาดกว้าง และหนาตามแบบ ยาวอย่างน้อย 1 เมตร	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	ตามที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1. แบบแผ่นเหล็กยึดต่อสะพาน 2. ความกว้าง 3. ความหนา 4. บริษัทผู้ผลิตผู้สัญญา 5. ปริมาณงาน	-	500	14 วัน (ไม่รวมระยะเวลาที่ใช้ในการตัดตัวอย่าง)

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

13/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณ/ขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุบนใบ	ค่าทดลองตัวอย่าง		ระยะเวลาทดลอง
							มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
22	แผ่นแม่เหล็กยี่ห้อที่ระบุ เชื่อมติดเหล็ก DB	ตามแบบหรือ สัญญา	ขนาดกว้าง และหนาตามแบบ ยาวอย่างน้อย 1 เมตร	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	ตามที่กำหนดในแบบ หรือสัญญา	1. แบบแผ่นแม่เหล็กยี่ห้อที่ระบุ 2. ความกว้าง 3. ความหนา 4. บริษัทผู้ผลิต/ผู้สัญญา 5. ปริมาณงาน	-	900	14 วัน (ไม่รวมระยะเวลา ที่ใช้ในการตัดตัว อย่าง)
23	วัสดุอุดกรงเหล็ก	ตามแบบหรือสัญญา	1 ชุดตัวอย่าง 1. วัสดุอุดกรง 1 แผ่น 2. เสา 2 ต้น 3. อุปกรณ์ตัวอย่างและ 5 ชิ้น	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ชุดตัวอย่างต่อสัญญา	1. เส้นผ่านศูนย์กลางของรั้ว และเสา 2. ความหนาของเสา 3. แบบแบบ 4. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 5. ปริมาณงาน	-	ตามรายละเอียดการ ทดลอง	14 วัน (ไม่รวมระยะเวลา ที่ใช้ในการตัดตัว อย่าง)
24	เหล็กเส้นแบบ - ขอบสังกะสี - ไม่ขอบสังกะสี	มอก.55-2516	กว้าง และ หนาตามแบบ ยาวไม่น้อยกว่า 1 ถึง 1.50 เมตร	ให้วัสดุอย่างน้อยกว่า 1 ชุดตัวอย่าง (ชุดละสามชิ้น) ต่อทุกๆ 20,000 กิโลกรัม	1 ชุดตัวอย่างต่อสัญญา	1. ความกว้าง 2. ความหนา 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 4. ปริมาณงาน	-	550 300 (ไม่รวมส่วน ประกอบทาง เคมี)	48 วัน (ไม่รวมระยะ เวลาที่ใช้ในการ ตัดตัวอย่าง)
25	เหล็กโครงสร้างรูปพรรณมัด รับ	มอก. 1227 - 2537	กว้างและหนาตามแบบ ยาวไม่น้อยกว่า 1 ถึง 1.50 เมตร	รุ่นมาตรฐานเหล็กโครงสร้างแบบที่ระบุในแบบและความหนาเดียวกัน ที่ทำการหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน การรับตัวอย่างให้ตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากหุ่นเดียวกันจำนวน 3 หุ่น	1 ชุดตัวอย่างต่อสัญญา	1. รั้วคุณภาพ 2. ขนาดกว้าง 3. หนา 4. ยาว 5. ปริมาณงาน 6. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	ตามรายการ ทดสอบ	48 วัน

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

14/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณ/ขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแบบ	ค่าทดลองตัวอย่าง		ระยะเวลาทดลอง
							มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
26	ยางรองคอดสะพาน (Elastomeric Bearing Pad)	- มอก. 951-2533 - BS 5400 - AASHTO Highway Brige - AASHTO M251	Laminated ระบุขนาดตามรายการ คำนวณ Plain Pad ยาว 1 เมตร หรือตามแบบระบุ	รุ่นในที่นี้ หมายถึง แผ่นยางประเภท ชนิด แบบและขนาดเดียวกัน ภูเขา่ง เหมือนกัน มีส่วนประกอบและการทออย่างเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อ ขายในระยะเวลาเดียวกัน การชักตัวอย่าง ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตาราง	1 ตัวอย่างแต่ละประเภท ต่อสัญญา	1. ชนิด 2. Hardness 3. เป็น Fix หรือ Free End 4. ชนิดยางเป็น Neoprene หรือ Natural Rubber 5. ประเภท Laminated หรือ Plain Pad 6. แบบแบบ หรือรายการคำนวณในกรณีเป็น Laminated 7. บริษัทผู้ผลิต/คู่สัญญา 8. ปริมาณงาน 9. ใบรับรอง (ถ้ามี)	Laminated 950 Plain 750 เฉพาะ มอก. 951-2533 Laminated 900 Plain 750	Laminated 2050 Plain 1850 เฉพาะ มอก. 951-2533 Laminated 2000 Plain 1850	มีใบรับรอง 26 วัน ไม่มีใบรับรอง 58* วัน
27	แผ่นโพลีเอสเตอร์	- ข้อกำหนดพิเศษ แผ่นโพลีเอสเตอร์ - สำหรับปูก่อนเสริมผิว - สำหรับระบายน้ำ ตามแบบระบุ เช่น SP 401	Geotextile ไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตร Geogrid ไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	1. ใช้งานระบายน้ำหรือเสริมผิว 2. วัสดุที่ใช้ผลิต 3. ชนิดแผ่นโพลี nonwove หรือ woven 4. กรรมวิธีการผลิต Needle Punch หรือ Thermal Bond หรือ Chemical Bond 5. ลักษณะเส้นใย Staple หรือ Continuous 6. บริษัทผู้ผลิตยี่ห้อ รุ่น ของแผ่น โพลีเอสเตอร์ 7. ปริมาณงานเป็นตารางเมตร		- ระบายน้ำ 250 หรือ 450 - เสริมผิว 1050	14 วัน

15/21

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณ/ขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือนำแบบ	ค่าทดลอง/ตัวอย่าง		ระยะเวลาทดลอง
							มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
28	สารยึดติดอีพ็อกซีเรซิน สำหรับคอนกรีต (Epoxy -resin-base bonding systems for concrete)	มอก.1026 - 2534 ASTM C 881 - 87	Resin 1 ลิตร Hardener 1 ลิตร	รุ่มหมายถึง สารยึดติดอีพ็อกซีเรซินประเภท แบบและชนิดเดียวกัน มีส่วนประกอบอย่างเดียวกัน บรรจุในภาชนะชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน ตัวอย่าง 1 หน่วยภาชนะบรรจุ หมายถึง สารยึดติดอีพ็อกซีเรซินที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ ๑ 1 หน่วย และส่วนประกอบมี 1 หน่วย การจัดตัวอย่าง ให้จัดตัวอย่าง ส่วนประกอบและส่วนประกอบมี จากถังเก็บก่อนการบรรจุ ให้ได้ตัวอย่างรวมแต่ละส่วนประกอบไม่น้อยกว่า 5 ลบ.เดซิเมตร สำหรับประเภท 1 ถึง ประเภท 5 และไม่น้อยกว่า 10 ลบ.เดซิเมตร สำหรับประเภท 6 และ 7 หรือจัดตัวอย่างแต่ละส่วนประกอบโดยวิธีสุ่มจากถังเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางแล้วนำไปทำเป็นตัวอย่างรวมให้ได้ตัวอย่างรวมแต่ละส่วนประกอบตามที่กำหนดข้างต้น ในการมีตัวอย่างไม่พอ ให้จัดตัวอย่างเพิ่มจนได้ตัวอย่างรวมแต่ละส่วนประกอบตามที่กำหนดข้างต้น	1 ชุดตัวอย่างต่อตัวอย่าง	1. อัตราส่วนผสมของ Resin และ Hardener 2. ชนิด Type 3. Grade 4. Class 5. Color 6. น้ำหนักหรือปริมาตรที่ส่ง 7. ค่าแนะนำหรือคู่มือเกี่ยวกับการใช้งาน, ข้อควรระวัง ฯลฯ 8. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 9. ปริมาณงาน 10. ยี่ห้อ	-	ตามรายการทดสอบ	60" วัน
29	สารผสมคอนกรีต (Curing Compound)	841-2532 ASTM C 309-81	ไม่น้อยกว่า 1 กก. (Combine Sample)	รุ่มในที่นี้ หมายถึง สารผสมคอนกรีตประเภทเดียวกัน มีสิ่งนำมิดเดียวกัน ทำจากโรงงานเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน การจัดตัวอย่าง ให้จัดตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากถังเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตาราง แล้วให้เครื่องมือที่เหมาะสมกับตัวอย่างทดสอบความลึกของแต่ละภาชนะบรรจุ ให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม	1 ชุดตัวอย่างต่อตัวอย่าง	1. ประเภท 2. ชนิดของสิ่งนำ 3. ส่วนที่ไม่ระเหย 4. ค่าแนะนำหรือคู่มือเกี่ยวกับการใช้งาน 5. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 6. ยี่ห้อ 7. ปริมาณงาน	-	ตามรายการทดสอบ	44" วัน

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

16/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ วันทำการ
							เก็บส่ง	ไม่เก็บส่ง	
30	สารเคมีผสมเพิ่ม สำหรับคอนกรีต (Additive for Concrete) สารเคมีผสมเพิ่ม สำหรับคอนกรีต โดน	มอก. 733 - 2530 ASTM - C 494 - 81 มอก.985-2533	ชนิดผงไม่น้อยกว่า 1 กก. ชนิดเหลวไม่น้อยกว่า 1000 cc. (Combine Sample)	สุ่ม ในพื้นที่ หมายถึง สารผสมพื้นประกอบและชนิดเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อเข้ามาในระหว่างเวลาเดียวกัน การชักตัวอย่าง การชักตัวอย่าง และการยอมรับ สำหรับภาชนะบรรจุชนิดลักษณะที่เดียวกัน สำหรับภาชนะบรรจุที่มีขนาดไม่เกิน 250 กิโลกรัม หรือ 200 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากกลุ่มเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตาราง	1 ตัวอย่างต่อสัญญาณ	1. ชื่อส่วนผสมผสมซีเมนต์ 2. ประเภท ชนิด สารเคมีหลัก 3. สิ่งส่งเสริมาจากการขอ 4. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ 5. คอลอไรต์ 6. ปีที่ 7. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 8. คำแนะนำหรือคู่มือเกี่ยวกับการใช้งาน 9. ปริมาณงาน	-	ตามรายการทดสอบ	72 *วัน

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

17/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดลองตัวอย่าง		ระยะเวลาทดลอง วัน/กลาง
							เป็นบวก	ไม่เป็นบวก	
31	น้ำ	AASHTO T 289 AASHTO T 290 AASHTO T 291	1 แกลงอน (4 ลิตร)	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	ข้อกำหนดตามสัญญาหรือ แบบ	-	550	20 วัน
32	ดิน	ตามสัญญา		ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	ข้อกำหนดตามสัญญาหรือ แบบ	-		44* วัน
33	ทองเหลือง	ตามสัญญา		ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	ข้อกำหนดตามสัญญาหรือ แบบ	-		44* วัน
34	ซีเมนต์	ตามสัญญา	ไม่น้อยกว่า 5 กิโลกรัม	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	ข้อกำหนดตามสัญญาหรือ แบบ	-		44* วัน
35	ทราย	AASHTO T 289 AASHTO T 290 AASHTO T 291	5 - 10 กก.	ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบหรือสัญญา	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	ข้อกำหนดตามสัญญาหรือ แบบ	-		44* วัน
36	ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์	มอก. 15 เล่ม 1 - 2547	ไม่น้อยกว่า 5 กิโลกรัม	กำหนดปูนซีเมนต์ประเภทเดียวกันที่ทำต่อเนื่องกันควรวัดด้วยกัน และแหล่งเดียวกันที่ส่งมอบในคราวเดียวกัน หรือที่เข้าไต่เดิรเดียวกันหรือ หลายครั้งแต่เป็นครั้งเดียว หรือที่บรรจุในภาชนะบรรจุสิ่งของเป็นสอ คันหนึ่งหรือมากกว่าก็ได้ แต่ต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่รับมาจากไต่เดิรกัน การกรวดตัวอย่าง จากปูนซีเมนต์บรรจุโดยใช้ดาว ให้สอดคล้อง เราไม่เสีย ๓ ครั้งของปากถุงปูนซีเมนต์ ใช้วิธีหั่นแม่ ชุดจากปลายครึ่งกลางออกมา ให้ตัวอย่าง 1 ตัวอย่างจากปูนซีเมนต์ 1 ถุงต่อปูนซีเมนต์ 5 คันหรือ เศษของ 5 คัน	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	1. ประเภท 2. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-		44* วัน

รายละเอียดวัตถุประสงค์เพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

19/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ วัน/ชั่วโมง
							เป็นร้อยละ	ไม่เป็นร้อยละ	
39	กรด	ตามรายละเอียด แบบสัญญา	1 ลิตร	ตามรายละเอียดในแบบวิธีสัญญา	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	ข้อกำหนดตามสัญญาหรือ ที่ระบุ	-	ตามรายการ ทดสอบ	44* วัน
40	แอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement)	มอก.851-2542	อย่างน้อย 1 ลิตร	ปฏิบัติตามคำสั่งกรมทางหลวงที่ 61/2541 ลง. 29 กรกฎาคม 2541 1) การชักตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์แอสฟัลต์ กรณีนี้ 1 เป็นการขอไปรับรอง สำหรับโรงงานที่ได้รับทั้งหมดฐาน มอก. และ มอก. ISO 9000 กรณีที่ 2 เป็นการตรวจสอบคุณภาพตัวอย่างตามมาตรฐาน ของกรมทางหลวง สำหรับโรงงานที่ได้รับเฉพาะมาตรฐานข้อกำหนด มอก. และ มอก. ISO 9000 วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง โดยการประสานงานระหว่างโรงงานผู้ผลิตกับสำนักวิเคราะห์ ในการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์แอสฟัลต์จะรับจากถังเก็บ (Storage Tank) ที่มีปริมาณผลิตภัณฑ์แอสฟัลต์ ประมาณไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง ของถังเก็บ ถังแอสฟัลต์ที่มีลิ้นจะทำการเก็บตัวอย่างในระหว่าง การผลิตด้วย 2) การชักตัวอย่างตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์แอสฟัลต์ จากงาน สัญญา กรณีงานสัญญาซื้อจะ จะทำการชักตัวอย่างส่งไปสำนัก วิเคราะห์วิจัย ทำการทดสอบหรือไม่ ไปอยู่ในดุลยพินิจของ คณะกรรมการตรวจรับ กรณีงานสัญญาจ้าง จะทำการชักตัวอย่างส่ง ไปสำนักวิเคราะห์วิจัย ทำการทดสอบหรือไม่ ไปอยู่ในดุลยพินิจของ คณะกรรมการตรวจรับ โดยให้มีคณะกรรมการตรวจจ้างหรือผู้ควบคุมงาน (การให้ดุลยพินิจดังกล่าวอย่างน้อยให้พิจารณาถึงข้อ 2.1.1 และข้อ 2.1.2(ตามคำสั่งกรมที่ 61/2541) เป็นหลัก เมื่อได้ตรวจสอบแล้วไม่ ปรากฏความบกพร่องหรือข้อพิพาท ให้ดำเนินการตรวจรับตาม ระเบียบต่อไป กรณีที่ส่งตัวอย่างจะมีการปลอมปนผลิตภัณฑ์แอสฟัลต์อื่นเนื่องมาจาก การตรวจสอบตามข้อ 2.1.1 หรือ 2.1.2 หรือด้วยสาเหตุอื่นใดก็ตาม ให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์	หากที่ 3 ของจำนวนที่ ระบุ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. สัญญาซื้อขาย 3. บริษัทผู้สัญญา 4. รายละเอียดกรรมการ ตรวจรับ	-	950	10 วัน

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

20/21

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแบบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ
							ค่ารับมอบ	ค่าส่งมอบ	
41	คัทแบ็คแอสฟัลต์ (Cutback Asphalt)	มอก.865/2544	อย่างน้อย 2 ลิตร	ตามคำสั่งกรมทางหลวงที่ 61/2541 คว. 29 กรกฎาคม 2541	ราคาที่ 3 ของจำนวนที่ระบุ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. สัญญาซื้อขาย 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 4. ลายเซ็นคณะกรรมการ ตรวจรับ	-	1,250	12 วัน
42	แอสฟัลต์อีมีลชัน (Asphalt Emulsion)	มอก.371/2530	อย่างน้อย 4 ลิตร	ตามคำสั่งกรมทางหลวงที่ 61/2541 คว. 29 กรกฎาคม 2541	ราคาที่ 3 ของจำนวนที่ระบุ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. สัญญาซื้อขาย 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 4. ลายเซ็นคณะกรรมการ ตรวจรับ	-	950	22 วัน
43	โพลีเมอร์โมดิฟายด์ แอสฟัลต์อีมีลชัน (Polymer Modified Asphalt Cement)	ทล.ก.408/2536 มอก.2156-2547	อย่างน้อย 3 ลิตร	ตามคำสั่งกรมทางหลวงที่ 61/2541 คว. 29 กรกฎาคม 2541	ราคาที่ 3 ของจำนวนหรือปริมาณที่รับ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. สัญญาซื้อขาย 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 4. ลายเซ็นคณะกรรมการ ตรวจรับ	-	2,950	22 วัน
44	อีลาสโตเมอร์โมดิฟายด์ แอสฟัลต์อีมีลชัน (Elastomeric Modified Asphalt Emulsion)	ทล.ก.408/2536 มอก.2157-2547	อย่างน้อย 3 ลิตร	ตามคำสั่งกรมทางหลวงที่ 61/2541 คว. 29 กรกฎาคม 2541	ราคาที่ 3 ของจำนวนหรือปริมาณที่รับ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. สัญญาซื้อขาย 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 4. ลายเซ็นคณะกรรมการ ตรวจรับ	-	1,500 ยกเว้น css-1hp	22 วัน
45	วัสดุยาปิดรอยต่อคอนกรีต (Joint Sealer) - แบบยืดหยุ่นชนิดแห้ง - ชนิดเย็น	มอก.479-2541	ไม่น้อยกว่า 1 กก.นรีช 1 กถัง (15 กก.)	ตาม มอก. 479-2541 ตาม มอก. 917-2532	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	1. ชื่อหน่วยงาน 2. สัญญาซื้อขาย 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา 4. ลายเซ็นคณะกรรมการ ตรวจรับ	500	800	มีใบรับรอง 14 วัน ไม่มีใบรับรอง 20 วัน
46	วัสดุทาขายต่อคอนกรีต (Joint Primer)	ทล.-ก. 409/2530	ไม่น้อยกว่า 1 ลิตร	ตาม ทล.ก.409-2530	1 ตัวอย่างต่อสัญญา	1. ชื่อ 2. บริษัทผู้ผลิต / ผู้สัญญา	-	500	12 วัน

21/21

รายละเอียดวัสดุเพื่อส่งทดสอบที่ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	ประเภทวัสดุ	ข้อกำหนดที่มี	ปริมาณ/ขนาดต่อ 1 ตัวอย่าง	วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	สิ่งที่ควรระบุหรือแนบ	ค่าทดสอบตัวอย่าง		ระยะเวลาทดสอบ วัน/ชั่วโมง
							มีใบรับรอง	ไม่มีใบรับรอง	
47	วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Filler) - ชนิดสีน้ำตาลและไม่มีสี : แอสฟัลต์ - ประเภทยางเหนียว และไม่มีสี	AASHTO M 213	1 ตารางฟุต	ตาม มอก. 1041-2534 ตาม มอก. 1079-2535	1 ตัวอย่างต่อสัญญาณ	1. ยี่ห้อ 2. ความหนาของตัวอย่าง 3. บริษัทผู้ผลิต / ผู้ส่งมอบ	-	500	16 วัน
48	น้ำมันเครื่อง	ตามสัญญาณ	อย่างน้อย 0.5 ลิตร	จากตัวอย่างรายการที่ 3 ของจำนวนที่ระบุ ปริมาณตัวอย่าง 0.5 ลิตร	รายการที่ 3 ของจำนวนที่ ระบุ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. เลขที่ใบสั่งซื้อ 3. ชนิดน้ำมันเครื่อง 4. ยี่ห้อ	-	ตามรายการ ทดสอบ	12 วัน
49	น้ำมันเกียร์	ตามสัญญาณ	อย่างน้อย 0.5 ลิตร	จากตัวอย่างรายการที่ 3 ของจำนวนที่ระบุ ปริมาณตัวอย่าง 0.5 ลิตร	รายการที่ 3 ของจำนวนที่ ระบุ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. เลขที่ใบสั่งซื้อ 3. ชนิดน้ำมันเครื่อง 4. ยี่ห้อ	-	ตามรายการ ทดสอบ	12 วัน
50	น้ำมันเบรค	ตามสัญญาณ	อย่างน้อย 0.5 ลิตร	จากตัวอย่างรายการที่ 3 ของจำนวนที่ระบุ ปริมาณตัวอย่าง 0.5 ลิตร	รายการที่ 3 ของจำนวนที่ ระบุ	1. ชื่อหน่วยงาน 2. เลขที่ใบสั่งซื้อ 3. ชนิดน้ำมันเครื่อง 4. ยี่ห้อ	-	ตามรายการ ทดสอบ	12 วัน

หมายเหตุ * รวมระยะเวลาที่มีการส่งไปทดสอบที่หน่วยงานอื่นแล้วประมาณ 30 วันทำการ

ข้อมูล ณ วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2550

ส่วนวิเคราะห์วัสดุทางวิทยาศาสตร์

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

กรมทางหลวง



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ.....สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง.....

ที่ คค.0636/๐๑/511.....วันที่.....๕.....มีนาคม.....2545.....

เรื่อง.....การใช้วัสดุก่อสร้างชั้นพื้นทางหินคลุก.....

เรียน นายช่างโครงการ ฯ สาย.....

เนื่องจากในปัจจุบันสำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง ตรวจสอบว่าความเสียหายของทางที่ก่อสร้างหลายสายอาจมีสาเหตุจากการใช้หินคลุกที่มีคุณภาพไม่ถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นการก่อสร้างชั้นพื้นทาง (Base Course) โดยใช้วัสดุหินคลุกนั้น ขอให้โครงการ ฯ ดำเนินการดังนี้

1. ขอให้โครงการ ฯ ตรวจสอบแหล่งหินที่นำมาใช้ด้วยว่าเป็นแหล่งหินที่เคยนำมาใช้ในงานพื้นทางแล้วและเป็นหินที่มีคุณภาพถูกต้องตามมาตรฐาน วัสดุจำพวก Shale หรือ แอนไฮไดรต์ ห้ามนำมาใช้ ไม่มีหินที่เป็น Deformed rock ซึ่งไม่แข็งแรงปะปนอยู่ การจะนำมาใช้ทุก ๆ ครั้ง จะต้องตรวจสอบค่าความคงทน (Soundness) ตามมาตรฐานที่ ทล. - ม. 201 / 2544 “มาตรฐานพื้นทางหินคลุก” ที่กรม ฯ ปรับปรุงแก้ไขใหม่ก่อนและให้ใช้เฉพาะหินคลุกเกรด A หรือ B เท่านั้น
2. ถ้าพบว่ามี การเปิดแหล่งหินใหม่หรือแหล่งหินที่ใช้อยู่เดิมมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป โปรดแจ้งสำนักวิเคราะห์วิจัย ฯ ส่งเจ้าหน้าที่จากสำนัก ฯ ไปทำการตรวจสอบก่อนนำมาใช้งานด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและแจ้งให้หน่วยตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทางประจำโครงการ ฯ ทราบและถือปฏิบัติโดยเคร่งครัดด้วย

(นายสุรชัย ชัยสินธรากุล)

ผู้อำนวยการสำนัก

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

ร/คค 0636/01/511 ๕ มี.ค. 2545

สำเนาเรียน หัวหน้าหน่วยตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทางประจำโครงการ ฯ
เพื่อทราบและถือปฏิบัติโดยเคร่งครัด

(นายสุรชัย ชัยสินธรากุล)

ผู้อำนวยการสำนัก

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ.....ส่วนธรณีวิศวกรรม...สำนักวิเคราะห์.....
 ที่.....วันที่.....27..กุมภาพันธ์..2545.....
 เรื่อง.....ข้อเสนอแนะทางธรณีวิทยาในการป้องกันการใช้วัสดุหินที่ไม่เหมาะสม.....

เรียน ผศว.

ผมได้ดำเนินการ จัดทำข้อ เสนอแนะทางธรณีวิทยา เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการ
 ใช้วัสดุหินที่ไม่เหมาะสมในงานก่อสร้างทาง รายละเอียดตามแนบ จำนวน 3 แผ่น

ขอได้โปรดพิจารณาดำเนินการต่อไปด้วยจักขอบคุณยิ่ง

(นายสุรพล สงวนแก้ว)

ผู้อำนวยการส่วนธรณีวิศวกรรม
 สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

๑๗๐-๖๗๖๑.

- เนื้อหา

- ใ้ค้กับงานของทางธรณีวิทยา

ส่วนธรณีวิศวกรรม

(นายสุรพล สงวนแก้ว)

ผู้อำนวยการส่วน

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

: 1 ส.ค. 2545



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ.....ส่วนธรณีวิศวกรรม...สำนักวิเคราะห์.๑.....
 ที่ วันที่.....25..กุมภาพันธ์..2545.....
 เรื่อง.....ข้อเสนอแนะทางธรณีวิทยาในการป้องกันการใช้วัสดุหินที่ไม่เหมาะสม.....

หลักเกณฑ์ข้อบังคับและการปฏิบัติในการพิจารณาประเมินความเหมาะสมเบื้องต้นวัสดุมวล
 หินไม่ (Crushed Rock Aggregates)

วัสดุหิน (Source Rock) และวัสดุมวลหินไม่ (Crushed Rock Aggregates) ที่จะนำมาใช้
 เป็นวัสดุงานทาง ต้องเป็นวัสดุ มีคุณสมบัติและลักษณะทางธรณีวิทยาตามรายละเอียดต่อไปนี้ คือ

1) วัสดุหิน (Source Rock) วัสดุหินที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุงานทาง ต้องมาจากแหล่ง
 โรงไม่ย่อยหินที่มีการเปิดใช้ จี้อขายในเชิงพาณิชย์และเป็นที่ยอมรับในด้านคุณภาพวัสดุ กรณีที่
 เป็นวัสดุหินที่มีแหล่งที่มาหรือเป็นการไม่ย่อยหินในลักษณะต่อไปนี้ เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบต้อง
 แจ้งสำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง เพื่อขอให้เจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญจากสำนักวิเคราะห์ ฯ
 ไปตรวจสอบ วิเคราะห์ ประเมิน ความเหมาะสมก่อนนำมาใช้งาน คือ

- 1.1 แหล่งวัสดุหินที่เป็นแหล่งหินใหม่หรือเป็นวัสดุหินที่ได้มาจากการตัดถนนทาง
- 1.2 แหล่งวัสดุหินที่ได้มาจากบริเวณเหมืองแร่ หรือ เป็นวัสดุที่ได้จากการทำ

เหมืองแร่

- 1.3 โรงไม่ย่อยหินที่เป็นชนิดที่จัดตั้งขึ้นเป็นการชั่วคราวเฉพาะกิจ (Mobile Plant)

2) ลักษณะทางธรณีวิทยา วัสดุมวลหินไม่ (Crushed Rock Aggregates) ต้องเป็น
 หินแข็งมีชั้นการผุสลาย (Degree of Weathering) อยู่ในชั้นหินสด (Fresh Rock) แร่ในหินไม่มี
 การผุสลาย วัสดุหินและวัสดุหินไม่ ต้องไม่เป็นชนิดวัสดุหรือมีลักษณะดังนี้

- 2.1 วัสดุแร่หรือสินแร่ชนิดต่างๆ เช่น Anhydrite สีนแร่เหล็ก แมงกานีส ฯลฯ
- 2.2 วัสดุหินที่เป็น Sheared Rock หรือ Deformed Rock หรือ Foliated
 Rocks ซึ่งเป็นหินที่มีชั้นแนวอ่อนตัว (Plane of weakness) อยู่ในเนื้อมวลหินอันเกิดจากการที่หิน
 ถูกแรงกระทำ เป็นผลให้แร่ในหินเกิดการจัดเรียงตัวกันเป็นชั้น ๆ เช่น หิน Phyllite , Schist ,

Slate และหินชนิดอื่น ๆ ที่เกิดอยู่บริเวณที่เป็น Sheared Zone หินเหล่านี้ผิวหน้าหินจะมีลักษณะลื่นมัน เป็นแผ่นเรียบ สามารถจะแยกหรือแตกออกเป็นแผ่นได้ง่าย

2.3 วัสดุหิน Shale , Mudstone

2.4 สีของวัสดุหินหรือวัสดุมวลหินไม่ต้องไม่เป็นสีเหล่านี้ เช่น สีน้ำตาล น้ำตาลแดง เขียว ชมพู ขาว

2.5 รูปร่างลักษณะวัสดุมวลหินโม (Aggregate Shape) ต้องไม่มีลักษณะเป็นแผ่น (Flaky) หรือ มีรูปร่างยาว (Elongated)

2.6 ลักษณะพื้นผิวหน้าวัสดุหินหรือวัสดุมวลหินโม (Surface Texture of Aggregates) ต้องไม่มีลักษณะลื่นมัน หรือเป็นพื้นผิวของ Sheared Plane ผิวหน้าหินถูกเคลือบด้วยผงแร่ (Coating) , Mica , ถ่าน , แร่ดิน (Clay Minerals)

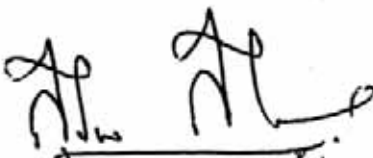
3) คุณสมบัติของหิน คุณสมบัติบางประการของหินชนิดต่าง ๆ ที่เป็นหินสด (Fresh) มีคุณภาพเหมาะสมนำมาใช้เป็นวัสดุทางควมมีคุณสมบัติเป็นไปตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของหินชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมใช้เป็นวัสดุหินและมวลหินโม

ชนิดหิน	Apparent Specific Gravities		Water Absorption (%)	Los Angeles Abrasion (%)
	Average	Range		
หินปูน	2.69	2.684 - 2.766	0.15 - 0.53	25 - 30
หินบะซอลต์	2.85	2.638 - 2.924	0.45 - 1.6	15 - 25
หินแกรนิต	2.69	2.54 - 3.0	0.5 - 0.8	35 - 40
หินควอตไซต์	2.62	2.6 - 2.7	1.8	15 - 30
หินแอนดีไซต์				20 - 25
หินไรโอไรต์				20 - 25

4) การทดสอบตรวจวัดหาปริมาณการขยายตัวของวัสดุมวลหินโม ก่อนการนำวัสดุ
มวลหินโมหรือหินคลุก (Crushed Rock Aggregates) มาใช้งาน ต้องมีการทดสอบหาปริมาณการ
ขยายตัว (% swell) ซึ่งไม่ควรจะมีปริมาณการขยายตัวที่ตรวจวัดได้

กรณีที่วัสดุหินหรือวัสดุมวลหินโมที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างทางไม่เป็นไปตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น (ข้อ 1 - 4) ข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ต้อง
ดำเนินการแจ้งสำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางเพื่อขอให้เจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่
จากสำนักฯ ไปตรวจสอบวิเคราะห์ ประเมินความเหมาะสม ของวัสดุหินนี้ก่อนนำมาใช้งาน



(นายสุรพล สงวนแก้ว)

ผู้อำนวยการส่วนธรณีวิศวกรรม
สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทาง



คำสั่งกรมทางหลวง
ที่ 1.7/ 3 / 2544

เลขที่รับ	4779
วันที่	- 7 ส.ค. 2544
เวลา	11.00

เรื่อง การกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่งนายช่างโครงการ (Project Engineer)

เพื่อประโยชน์แก่ทางราชการ จึงให้ปรับปรุงการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่งนายช่างโครงการ (Project Engineer) โดยให้มีหน้าที่และความรับผิดชอบดังนี้-

1. วางแผนดำเนินงานและกำหนดเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมการก่อสร้างพร้อมทั้งกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของเจ้าหน้าที่ประจำโครงการ
2. ตรวจสอบแผนงาน ปริมาณงานและชุดเครื่องจักรก่อสร้างทาง ตลอดจนคุณสมบัติของเจ้าหน้าที่ของผู้รับจ้างให้เหมาะสมกับงานและสามารถที่จะทำงานตามแผนที่วางไว้
3. ตรวจสอบเสนอข้อมูลการขอรับมอบทางและสถานที่ก่อสร้างให้เหมาะสมกับความสามารถในการก่อสร้างและดูแลรักษาทางของผู้รับจ้าง
4. ดำรวจวางแผนทาง ตรวจสอบหมู่ที่ดินที่ฐานต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางและระดับก่อสร้างและคำนวณปริมาณงานแต่ละรายการ
5. ตรวจสอบและรายงานปริมาณงานและค่างานในสนามโดยเปรียบเทียบกับปริมาณงานและค่างานในสัญญา ตลอดจนทำบัญชีจ่ายค่างานให้เป็นไปตามปริมาณงานจริงในสนาม
6. ตรวจสอบ ติดตาม เฝ้าระวัง การจัดการมลพิษหรือสิ่งอันตรายหรือภัย เช่น ที่ดิน ที่รกร้าง สิ่งปลูกสร้าง ฯลฯ ก่อนหรือระหว่างดำเนินการก่อสร้าง
7. ตรวจสอบและแนะนำแหล่งวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ก่อนที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้งาน
8. เสนอแก้ไขระบบก่อสร้างพร้อมทั้งจัดทำรายละเอียดเสนอหน่วยงานเจ้าของงาน ในกรณีที่เป็นบคคลเคลื่อนหรือไม่เหมาะสมกับสภาพและข้อเท็จจริงในสนาม
9. ตรวจสอบ วินิจฉัย สั่งการเกี่ยวกับคุณภาพของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง
10. ปฏิบัติงานในฐานะผู้ควบคุมงานตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2535

ข้อ 73

11. ตรวจสอบให้มีการติดตั้งป้ายจราจร เครื่องหมายและสัญญาณจราจรให้ถูกต้องเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ และตรวจสอบการดูแลรักษาทางให้ถูกรักษาตามได้สะดวกและปลอดภัยในระหว่างก่อสร้าง
12. ควบคุม ตรวจสอบ และรับรองผลการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณงานตลอดจนค่างานที่จะต้องจ่ายไปแก่ผู้รับจ้าง โดยเสนอผ่านผู้จัดการโครงการ
13. ตรวจสอบและเสนอความเห็นการขออนุญาตดำเนินงานเกี่ยวกับสาธารณูปโภคและการทำการอื่นใดในเขตทางหลวง

14. เป็นกรรมการตรวจการจ้างและปฏิบัติหน้าที่ตามที่กำหนดไว้ในระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วย
การพัสดุ พ.ศ.2535 ข้อ 72

15. จัดทำรายงานต่าง ๆ เสนอหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามระยะเวลาที่กำหนด เช่น ผลงานก้าวหน้า
ประจำเดือน ผลการทดลองและตรวจสอบวัสดุ ตลอดจนปัญหาในการปฏิบัติงาน ฯลฯ

16. จัดทำรายงานสุดท้าย (Final Report) รายละเอียดแบบก่อสร้างจริงในสนาม (Asbuilt Drawing)
เช่น ความยาวของเสาเข็มสะพาน ตอม่อ และ Bearing Unit ทุกต้น เป็นต้น ตลอดจนประวัติสายทาง (Road Inventory)
และรายการสรุปค่างานทั้งโครงการ ฯลฯ ส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเมื่องานแล้วเสร็จ

17. จัดทำรายประมาณการใช้จ่ายในการควบคุมงาน เช่น ค่าแรง ค่าครุภัณฑ์ วัสดุยานพาหนะ
น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ฯลฯ เสนอหน่วยงานเจ้าสังกัด

18. รับผิดชอบในการจัดซื้อ จัดจ้าง ตามที่กรมฯ มอบอำนาจให้

19. เสนอปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน เช่น การจัดการมลพิษที่ดิน การขอ
อนุมัติแก้ไขแบบ การขออนุมัติเปลี่ยนแปลงรายการค่างาน การขอต่ออายุสัญญา เป็นต้น

20. ควบคุม บังคับบัญชา ตลอดจนเสนอแนะถึงความชอบประจำปีของเจ้าหน้าที่โครงการทุกคน
ต่อผู้จัดการโครงการ

21. ประสานงานกับส่วนราชการอื่น ๆ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง

22. ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

และให้ยกเลิกคำสั่งกรมที่ จ.1.7/1/2526 ลงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2526 เรื่อง การกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของ
ตำแหน่งเฉพาะตำแหน่งลำดับที่ 2 ตำแหน่งนายช่างโครงการ (Project Engineer)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544

(นายจารึก อนุพงษ์)
อธิบดีกรมทางหลวง

ที่ คค 0603/จ.1/ /5/98

เรียน รองอธิบดี, วิศวกรใหญ่, ผู้เชี่ยวชาญ,
ทุกกอง, สำนัก, สำนักงาน, ศูนย์,
แขวงฯ, โครงการฯ

เพื่อโปรดทราบ

(นางพัชราภรณ์ จันทนวรรณ)

ผู้อำนวยการกองการเจ้าหน้าที่

22 พ.ย. 2544

ว.ว.ร. 2, ข.ร., 66-20.

ผอ. ทุกส่วน

เพื่อทราบ

(นายสุรชัย ขันอินทรกุล)

ผู้อำนวยการสำนัก

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทาง

- 7 สค 2544

ว.ว.ร. 2, ข.ร., 66-20.
- เป็นที่ทราบ
- ครรช. เสนอไว้ที่คน
- ไว้ให้ ส.ก. 1/2/2004
ทราบทั่วกัน

11/10/44

11/10/44

11/10/44



คำสั่งกรมทางหลวง

ที่ จ.1.7/ 2 /2544

เรื่อง การกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่งผู้จัดการโครงการ (Project Manager)

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
เลขที่ 4843
วันที่ 7 ธ.ค. 2544
เวลา 10.50

เพื่อประโยชน์แก่ทางราชการ จึงให้ปรับปรุงการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่งผู้จัดการโครงการ (Project Manager) โดยให้มีหน้าที่และความรับผิดชอบดังนี้-

1. รับผิดชอบการติดต่อประสานงาน ตรวจสอบและติดตามข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสายทาง เช่น การออกแบบ ความก้าวหน้าของการประกวดราคา การดำเนินการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสาธารณูปโภคในเขตทาง เป็นต้น

2. รับผิดชอบการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบเกี่ยวกับหลักการ เหตุผลในการก่อสร้างทางหลวง โดยเน้นการดำเนินการที่โปร่งใส เป็นธรรม สามารถชี้แจงให้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและให้ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ตาม พ.ร.บ.ข้อมูลข่าวสารราชการ พ.ศ. 2540

3. รับผิดชอบการส่งเสริมและแนะนำให้ประชาชนมีส่วนร่วมบำรุงรักษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปอย่างคุ้มค่าและได้รับประโยชน์สูงสุด เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ที่สายทางก่อสร้างผ่านสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติและต่อเนื่องในสิ่งแวดล้อมที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย สวัสดิภาพหรือคุณภาพชีวิต

4. ศึกษา พัฒนา นำเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับการก่อสร้างและการควบคุมการก่อสร้างมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานควบคุมการก่อสร้างทางหลวง

5. ควบคุม กำกับดูแล และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานโครงการก่อสร้างทางหลวง

6. ประสานงานและเร่งรัดการดำเนินการจัดการมลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น ที่ดิน ที่ชนล สิ่งปลูกสร้าง ฯลฯ ก่อนหรือระหว่างดำเนินการก่อสร้าง

7. ให้ความเห็นชอบการตรวจสอบแผนงาน ปริมาณงาน และชุดเครื่องจักรก่อสร้างทาง ตลอดจนคุณสมบัติของเจ้าหน้าที่ของผู้รับจ้าง ให้เหมาะสมกับงานและสามารถที่จะทำงานตามแผนที่วางไว้เสนอหน่วยงานเจ้าสังกัด

8. เป็นผู้พิจารณาอนุมัติมอบเส้นทางที่จะก่อสร้างจากแขวงทางเพื่อมอบให้ผู้รับจ้างตามความเหมาะสม

9. รับผิดชอบในการจัดซื้อ จัดจ้างตามที่กรมมอบอำนาจให้

10. ให้ความเห็นชอบการตรวจสอบปริมาณงานและค่างานในสนามโดยเปรียบเทียบกับปริมาณงานและค่างานในสัญญา ตลอดจนบัญชีตัวจ่ายค่างาน

11. อนุมัติการตรวจสอบแหล่งวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ก่อนที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้งาน

12. ให้ความเห็นชอบการเสนอแก้ไขแบบก่อสร้าง พร้อมทั้งรายละเอียดที่นายช่างโครงการเสนอต่อหน่วยงานเจ้าของงาน ในกรณีที่แบบคลาดเคลื่อนหรือไม่เหมาะสมกับสภาพและข้อเท็จจริงในสนาม

13. กำกับดูแลงานด้านอำนวยความสะดวกในการจราจร เช่น การจัดทำป้ายเครื่องหมายการจราจร การดูแลรักษาสภาพทางในระหว่างการก่อสร้าง เป็นต้น

- 2 -

14. ให้ความเห็นชอบการตรวจวัดและเสนอความเห็นการขออนุญาตดำเนินงานเกี่ยวกับสาธารณูปโภคและการทำการอื่นใดในเขตทางหลวง

15. ตรวจสอบและกำกับดูแลการจัดทำรายงานสุดท้าย (Final Report) รายละเอียดแบบก่อสร้างจริงในสนาม (Asbuilt Drawing) และประวัติสายทาง (Road Inventory) รายการสรุปงานทั้งโครงการ ฯลฯ ส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเมื่องานแล้วเสร็จ

16. ให้ความเห็นชอบการจัดทำรายประมาณการใช้จ่ายในการควบคุมงาน เช่น ค่าแรง ค่าอุปกรณ์วัสดุยานพาหนะ น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ฯลฯ เสนอหน่วยงานเจ้าสังกัด

17. กำกับดูแลนายช่างโครงการให้ปฏิบัติงานในฐานะผู้ควบคุมงานตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2535 ข้อ 73

18. พิจารณาเสนอการปรับเปลี่ยนหมุนเวียนเจ้าหน้าที่ในโครงการและนายช่างโครงการในความรับผิดชอบ

19. พิจารณาแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน เช่น การจัดการรถที่ติด การขออนุมัติแก้ไขแบบ การขออนุมัติเปลี่ยนแปลงรายการคำนวณ การขอต่ออายุสัญญา เป็นต้น

20. ให้ความเห็นชอบการจัดทำรายงานต่าง ๆ เช่น ผลงานก้าวหน้าประจำเดือน ผลการทดลองและตรวจสอบวัสดุ ตลอดจนปัญหาในการปฏิบัติงาน ฯลฯ เสนอหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามระยะเวลาที่กำหนด

21. ให้คำแนะนำการควบคุมการดำเนินการก่อสร้างโครงการทางหลวงแก่หน่วยราชการ ที่ขอความร่วมมือมา

22. ให้ความเห็นชอบการเสนอขออนุมัติความชอบและการลงโทษเจ้าหน้าที่ในโครงการของนายช่างโครงการ และเสนอขออนุมัติความชอบของนายช่างโครงการให้เป็นไปตามระเบียบของทางราชการก่อนหน่วยงานเจ้าสังกัด

23. ประสานงานกับส่วนราชการอื่น ๆ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง

24. ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

และให้ยกเลิกคำสั่งกรมที่ จ.1.7/1/2526 ลงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2526 เรื่อง การกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่งเฉพาะตำแหน่งลำดับที่ 1 ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ (Project Manager)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544

ที่ คล 0603/จ.1/ 15197

เรียน รองอธิบดี. วิศวกรใหญ่.

ผู้เชี่ยวชาญ. ทุกกอง. สำนัก.

สำนักงาน. ศูนย์ฯ. แขวงฯ. โครงการฯ

เพื่อโปรดทราบ

(นางพัทธภรณ์ จันทร์วรรณ)

ผู้อำนวยการกองการเจ้าหน้าที่

22 พ.ย. 2544

ร.ร.1,2, ร.ร.8, 66-66,

ผอ. ทุกส่วน

เพื่อทราบ

(นายสุรชัย ชัยอินทรากุล)

ผู้อำนวยการสำนัก

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางหลวง

- 7 ส.ก. 2544

วทอ. กรุงเทพฯ.

- เพื่อทราบ ผู้เกี่ยวข้อง.

- ออกรายงานให้ทราบ.

- ไปแจ้งให้ทราบ.

ทราบบ

ส่วนที่ 2 งานตรวจสอบผิวทางแอสฟัลต์

บทที่ 1

งานลาดแอสฟัลต์

งานลาดแอสฟัลต์ หมายถึงการลาดแอสฟัลต์ชนิดเหลวลงบนพื้นทางที่ได้ตกแต่งปรับปรุงถูกต้องตามแบบแล้ว เพื่อให้แอสฟัลต์ซึมลงไปในช่วงว่างของพื้นทางป้องกันไม่ให้ความชื้นซึมผ่าน หรือลาดแอสฟัลต์ชนิดเหลวลงบนผิวทางเดิม หรือ Prime Coat เดิม ที่ทิ้งไว้นานจนไม่สามารถเป็นตัวยึดเหนี่ยวกับชั้นผิวทางที่จะก่อสร้างใหม่ หรือลาดลงบนรองผิวทางที่จะก่อสร้างผิวทางทับลงไป ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเหนี่ยวให้ชั้นทางเดิมเชื่อมติดกับผิวทางที่จะสร้างใหม่ข้างบน

1.1 งาน Prime Coat

งานลาดแอสฟัลต์ Prime Coat ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ความชื้นผ่าน และเป็นตัวยึดเหนี่ยวให้พื้นทางเชื่อมติดกับผิวทางที่จะสร้างไว้ข้างบน

1.1.1 วัสดุ

ก. กัทแบคแอสฟัลต์ใช้ MC-30 หรือ MC-70 ซึ่งมีคุณภาพถูกต้องตาม มอก. 865-2532 “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกัทแบคแอสฟัลต์”

ข. แอสฟัลต์อิมัลชัน CSS-1 หรือ CSS-1h ซึ่งมีคุณภาพถูกต้องตาม มอก. 371-2530 “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแคตไอออนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน”

ค. ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ลาดแอสฟัลต์ชนิดต่าง ๆ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ช่วงอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด

ชนิดของแอสฟัลต์	ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ลาด	
	องศา C	องศา 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

ง. การตรวจรับแอสฟัลต์

- ตรวจสอบใบรับรองผลิตภัณฑ์
- ตรวจสอบทะเบียนและน้ำหนักรถ
- ตรวจสอบสภาพและหมายเลขซีล

1.1.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือประกอบด้วย

ก. เครื่องพ่นแอสฟัลต์หรือรถลาดยาง (Asphalt Distributor) ต้องขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองมีระบบหมุนเวียนแอสฟัลต์ (Circulating System) มีถังบรรจุแอสฟัลต์ติดตั้งบนรถบรรทุกหรือรถพ่วงและประกอบด้วยอุปกรณ์ในการใช้งาน ดังนี้

- ไม้วัด (Dipstick) หรือเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ในถัง
- หัวเผาให้ความร้อนแอสฟัลต์ (Burner)
- เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแอสฟัลต์ (Thermometer)
- ปั๊มแอสฟัลต์ (Asphalt Pump)
 - คูณแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้แล้วเข้าถึงบรรจุแอสฟัลต์บนรถ
 - หมุนเวียนแอสฟัลต์ในท่อพ่นแอสฟัลต์ และในถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ
 - พ่นแอสฟัลต์ผ่านทางท่อพ่นแอสฟัลต์ และท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ
 - คูณแอสฟัลต์จากท่อพ่นแอสฟัลต์หรือท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือกลับเข้าสู่ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ

สู่ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ

- คูณแอสฟัลต์จากถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถไปยังถังเก็บแอสฟัลต์ภายนอก
- เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ ต้องติดเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ที่ผ่านปั๊ม โดยวัด

เป็นรอบหรือวัดเป็นความดัน

- เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้าย (Power Unit)
 - เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้ายต้องมีมาตรบอกความดัน
- ท่อพ่นแอสฟัลต์ (Spray Bar) พร้อมหัวฉีด (Nozzle) ประกอบด้วย
 - ท่อหลายท่อนต่อกัน
 - หัวฉีดติดตั้งโดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดเท่ากัน
 - หัวฉีดปรับทำมุมกับท่อพ่นแอสฟัลต์ได้
 - มีอุปกรณ์เปิดปิดท่อพ่นแอสฟัลต์แบบที่แอสฟัลต์หมุนเวียนผ่านได้
 - ต้องมีความดันสม่ำเสมอตลอดความยาวของท่อ
 - ปรับความสูงต่ำได้
 - สามารถปรับให้พ่นแอสฟัลต์ที่ความกว้างต่าง ๆ กันได้
- ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ (Hand Spray)
 - ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ ต้องเป็นแบบใช้หัวฉีดเคลื่อนตัวได้อิสระ ใช้

พ่นแอสฟัลต์บนพื้นที่ที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้

- อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ (Bitumeter) ประกอบด้วย
 - ล้อวัดความเร็ว (ล้อที่ห้า)

- ต่อสายเชื่อมไปยังมาตรวัดความเร็วในเกียร์รถ
- บอกความเร็วเป็นเมตรต่อนาทีหรือฟุตต่อนาที
- มีตัวเลขบอกระยะทางรวมที่รถวิ่ง

- ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ (Asphalt Tank)

- เป็นชนิดมีฉนวนหุ้มป้องกันความร้อน
- ภายในถังประกอบด้วยท่อนำความร้อนจากหัวเผา หนึ่งหัวเผาหรือ

มากกว่า

- แผ่นโลหะช่วยกระจายความร้อน
- ท่อระบายแอสฟัลต์ที่ถังต้องมีเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์เป็นแบบไม้วัด

(Dipstick) เข็มวัดบอกปริมาณหรือทั้งสองชนิด

- เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเป็นแบบหน้าปัทม์ (Dial) หรือแบบแท่งแก้วหุ้มด้วยโลหะ(Armored Thermometer) หรือทั้งสองชนิด ที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส

ข. เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) อาจเป็นแบบลาก แบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง หรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุน โดยเครื่องกล ขนไม้กวาด อาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ไนลอน หรือหวาย ปรับความเร็วของการหมุนและน้ำหนักที่กดลงบนผิวถนนโดยการปรับระดับความสูงของไม้กวาด

ค. เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งท้ายรถไถนา(Farm Tractor) มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

1.1.3 การเตรียมการก่อนการลาดแอสฟัลต์ Prime Coat

ก. ตรวจสอบอุปกรณ์และตรวจปรับเครื่องพ่นแอสฟัลต์

ก่อนนำเครื่องพ่นแอสฟัลต์ไปใช้งาน จะต้องตรวจสอบและตรวจปรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี การตรวจสอบมีดังนี้

- สภาพทั่วไป
- อัตราการไหล
- ความเร็ว
- ทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามขวางถนน
- ทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามความยาวถนน

ข. การเตรียมพื้นทาง

- พื้นทาง จะต้องตัดให้ได้ระดับและความลาดตามแบบ วัสดุส่วนที่เหลือต้องกำจัดออกให้หมดกวาดฝุ่นหรือส่วนละเอียดให้มีหน้าหินโผล่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่ดำเนินการ กรณีที่พื้นทางมีวัสดุบนหน้าเป็นคราบแข็งติดอยู่ ซึ่งหลังจากใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดแล้ว ยังมีวัสดุหน้าหินโผล่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่ดำเนินการ อาจเปิดให้รถยนต์วิ่งต่อไป

ประมาณ 3 วัน หรือมากกว่า เพื่อให้คราบฝุ่นแข็งหลุดออกไปหรือโดยการใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรตัดออก แล้วใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดออกไป

- พรมน้ำบางๆ ที่ผิวพื้นทางพอขึ้นๆ ถ้าเปียกมากเกินไป จะต้องทิ้งไว้ให้แห้ง หากถ้ามีน้ำขังเป็นแห่งๆ ให้กำจัดออกให้หมด

1.1.4 ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ประมาณ 0.8-1.4 ลิตรต่อตารางเมตร ปริมาณที่แน่นอนขึ้นอยู่กับความแน่นของพื้นทาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่อยู่ชั้นบนสุดและแนะนำให้ใช้สูตรต่อไปนี้เป็นแนวทางในการหาปริมาณแอสฟัลต์ที่จะใช้

อัตราแอสฟัลต์ที่ใช้ทำ Prime Coat = $100P (1-D/G)/R$ ลิตรต่อตารางเมตร

เมื่อ P = ความลึกที่จะให้แอสฟัลต์ซึมลงไป เป็นมิลลิเมตร

R = ค่าของ Residual Asphalt เป็นร้อยละ

D = ความแน่นแห้งเฉลี่ยที่ตรวจสอบได้จากสนามเป็นกรัมต่อมิลลิเมตร

G = ค่าความถ่วงจำเพาะแบบ Bulk (SSD - Basis) ของวัสดุพื้นทาง

ค่าของ P จะขึ้นอยู่กับความพรุนของพื้นทางและชนิดของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด เมื่อทดลองลาดแอสฟัลต์ครั้งแรก ให้ใช้ค่า P เท่ากับ 4.5 มิลลิเมตร ในการคำนวณ หลังจากเห็นสภาพแอสฟัลต์ที่ลาดออกมาแล้ว จึงพิจารณาเปลี่ยนแปลงค่าของ P หรือเปลี่ยนชนิดของแอสฟัลต์เหลวตามความเหมาะสมต่อไป

ค่าของ Residual Asphalt (R) ที่ใช้สูตรคำนวณ ให้ใช้ค่าตามตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ค่าของ Residual Asphalt (R) ที่ใช้สูตรคำนวณ

ชนิดของแอสฟัลต์	ค่าของ R (ร้อยละ)
MC-30	62
MC-70	73
CSS-1	75
CSS-1h	75

ค่าของ D ให้ใช้ค่าความแน่นแห้งเฉลี่ย ที่ตรวจสอบได้จากสนามในช่วงที่จะดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 603/2517 “ วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย “

ค่าของ G ให้แยกหาค่า G ของวัสดุพื้นทางชนิดหยาบ ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 207/2517 “ วิธีการทดลองหาความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ “ และชนิดละเอียดตาม

วิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 209/2548 “ วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำของวัสดุเม็ดละเอียด” แล้วหาค่าตามสูตรต่อไปนี้

$$G = \frac{100}{\left(\frac{P_1}{G_1}\right) + \left(\frac{P_2}{G_2}\right)}$$

เมื่อ P_1 = ปริมาณของวัสดุส่วนที่ค้ำบนตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เป็นร้อยละ

P_2 = ปริมาณของวัสดุส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เป็นร้อยละ

G_1 = ความถ่วงจำเพาะแบบ Bulk (SSD - Basis) ของวัสดุส่วนที่ค้ำบนตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร

G_2 = ความถ่วงจำเพาะแบบ Bulk (SSD - Basis) ของวัสดุส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร

1.1.5 วิธีการก่อสร้าง

เมื่อได้เตรียมพื้นที่ที่จะก่อสร้างรวมถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้วให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ก. ใช้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ ลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ตามตารางที่ 1-1 ในอัตราการลาดที่คำนวณได้

ข. หลังจากลาดแอสฟัลต์แล้ว ต้องปิดการจราจรอย่างน้อย 24 ชั่วโมง สำหรับสภาวะอากาศที่ดี หรือ 48 ชั่วโมง สำหรับสภาวะอากาศที่เลว

ค. ในกรณีปิดการจราจรครบกำหนดแล้วมีแอสฟัลต์ซึมลงพื้นทางไม่หมดหรือไม่สามารถปิดการจราจรได้นานให้ใช้ทรายสะอาดที่มีส่วนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่เกินร้อยละ 20 สาดทับชั้น Prime Coat

ง. หลังจากการลาดแอสฟัลต์ Prime Coat แล้วให้ทิ้งไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง จึงจะทำผิวได้และต้องทำผิวภายใน 1 เดือน หลังจากลาดแอสฟัลต์

1.1.6 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

ก. ถ้ามีทางเบี่ยงหรือสามารถปิดการจราจรได้ ให้ลาดแอสฟัลต์ให้เต็มถนน ถ้าจำเป็นต้องลาดแอสฟัลต์ครั้งละครึ่งถนน ให้ลาดแอสฟัลต์ครั้งแรกเลยแนวกึ่งกลางของถนนประมาณ 50 มิลลิเมตร

ข. ห้ามสาดทรายก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากการลาดแอสฟัลต์

ค. หลังจากปิดการจราจร 48 ชั่วโมงแล้วแอสฟัลต์ยังซึมลงไม่หมด อาจใช้หินฝุ่นสาดแทนทรายก็ได้

ง. การใช้ลัทธิแบบแอสฟัลต์ต้องระวังเพราะติดไฟง่าย การปฏิบัติงานจะต้องระมัดระวังไม่ให้ถูกเปลวไฟทั้งในขณะค้ำหรือในขณะลาด

จ. การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชันแบบบรรจุถัง Drum โดยเฉพาะการขนขึ้น – ลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถัง Drum ได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรง เพราะอาจทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

ฉ. การใช้แอสฟัลต์อิมัลชันแบบบรรจุถัง Drum ก่อนถ่ายเทแอสฟัลต์อิมัลชันลงในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ ควรคลึงถังไปมาหรือคว่ำให้เข้ากันเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันทั่วถึงหากใช้ไม่หมดถึงควรปิดฝาให้แน่น เพื่อป้องกันน้ำในแอสฟัลต์อิมัลชันระเหยออกไป ทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัว และหมดคุณภาพการเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้

ช. หลังการลาดแอสฟัลต์ประจำวัน ควรดูแลแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ออกให้หมด แล้วล้างเครื่องพ่นแอสฟัลต์โดยเฉพาะที่ท่อพ่นแอสฟัลต์ การล้างควรใช้น้ำมันก๊าดหรือสารทำความสะอาดๆ สูดผ่านท่อต่างๆ ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพื่อล้างส่วนที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด ทั้งนี้เพื่อป้องกันแอสฟัลต์เกาะติดแน่น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานครั้งต่อไปและช่วยป้องกันไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ถูกกรดในแอสฟัลต์อิมัลชันบางชนิดกัดทะลุเสียหายได้

1.1.7 การตรวจสอบและการรายงานผล

ก. รายงานผลการลาดยางในแต่ละแปลงใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างท้ายบทแบบฟอร์มที่ 1-1

ข. สรุปอัตราการลาดยางประจำวันใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างท้ายบทแบบฟอร์มที่ 1-2

1.2 งาน Tack Coat

งานลาดแอสฟัลต์ Tack Coat ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเหนี่ยวชั้นทางเดิมกับผิวทางที่จะก่อสร้างใหม่

1.2.1 วัสดุ

ก. แอสฟัลต์เหลวที่จะใช้เป็นประเภทและชนิดอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

RC – 70, RC – 250 , CRS – 1 และ CRS – 2

ข. การเลือกชนิดของแอสฟัลต์เหลวให้พิจารณาสภาพของพื้นหรือผิวทางเดิมที่จะทำ Tack Coat อุณหภูมิที่ใช้ลาดแอสฟัลต์ชนิดต่างๆ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1-3 ช่วงอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด

ชนิดของแอสฟัลต์	ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ลาด	
	องศา C	องศา 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

หมายเหตุ : สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชัน ถ้าผสมน้ำให้ลาดที่อุณหภูมิปกติได้

1.2.2 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือเป็นไปตามหัวข้อ 1.1.2

1.2.3 การเตรียมการก่อนการลาดแอสฟัลต์ Tack Coat

ก. ตรวจสอบอุปกรณ์และตรวจปรับเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เป็นไปตามหัวข้อ 1.1.3

ข. การเตรียมพื้นทางหรือผิวทางเดิม

- กรณีที่พื้นทางหรือผิวทางเดิมไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่น ให้ตัดแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อจะต้องตัดหรือขูดออกแล้วทำการซ่อมแบบ Skin Patch หรือ Deep Patch แล้วแต่กรณีและบดอัดให้แน่นเสียก่อนเพื่อให้มีผิวที่เรียบสม่ำเสมอก่อนการทำ Tack Coat

- พื้นทางหรือผิวทางเดิม จะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและวัสดุอื่นๆ ปะปน

- กรณีที่พื้นทางเดิมทำ Prime Coat ทิ้งไว้นานจนกระทั่งไม่มีการยึดเหนี่ยว (Bonding) กับผิวทางที่จะก่อสร้างภายหลังหรือพื้นเดิมนั้นสกปรกจนไม่สามารถทำให้สะอาดได้ ให้ทำการ Tack Coat

- การทำความสะอาดพื้นทางหรือผิวทางเดิม โดยการกวาดฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด ด้วยเครื่องกวาดฝุ่นโดยใช้อัตราเร็วการหมุนและน้ำหนักกดที่กดลงบนพื้นทางหรือผิวทางเดิมให้พอดีที่จะไม่ทำให้ Prime Coat หรือผิวทางเดิมเสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด

- กรณีที่มีคราบฝุ่นหรือวัสดุแข็งอยู่ที่พื้นทางหรือผิวทาง ให้กำจัดคราบแข็งโดยใช้เครื่องมือใดๆ ที่เหมาะสมขูดออกและล้างให้สะอาดทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

1.2.4 ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด

ก. กรณีที่พื้นเดิมเป็น Prime Coat หรือผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

ใช้แอสฟัลต์ RC-70, RC-250 ในอัตรา 0.1 – 0.3 ลิตร/ตร.ม.

ใช้แอสฟัลต์ CRS-1, CRS-2 ในอัตรา 0.1 – 0.3 ลิตร/ตร.ม.

ใช้แอสฟัลต์ CRS-1, CRS-2 ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 แล้วลาดในอัตรา 0.2 – 0.6 ลิตร/ตร.ม.

ข. กรณีที่พื้นเดิมเป็นผิวทางชนิดเซอร์เฟสทรีตเมนต์หรือเพนเนตรชันแมกคลัคัม

ใช้แอสฟัลต์ RC-70 , RC-250 ในอัตรา 0.1 – 0.3 ลิตร/ตร.ม.

1.2.5 วิธีการก่อสร้าง

ก. ใช้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนดตามตารางที่ 1-3 โดยอัตราการลาดตามกำหนด

ข. กรณีที่พื้นที่ที่จะทำ Tack Coat เป็นพื้นที่ที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้ ให้ใช้ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้หรือพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้เครื่องพ่นแอสฟัลต์หรือท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้ให้ใช้แปรงทาแอสฟัลต์ได้

ค. การทำ Tack Coat ให้ดำเนินการล่วงหน้าก่อนการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตภายในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยกำหนดพื้นที่ที่จะทำ Tack Coat ให้พอดีที่จะก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเสร็จภายในวันเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลดีและไม่อนุญาตให้ทิ้งไว้ข้ามคืน เพราะอาจจะทำให้พื้นทางหรือผิวทางเดิมสกปรกอีกได้

ง. ภายหลังจากการทำ Tack Coat แล้ว ให้ปิดการจราจรไว้จนกว่าจะก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

จ. กรณีที่มีพื้นที่ที่ได้ Tack Coat ไว้แล้วเหลืออยู่เนื่องจากมีอุปสรรคอันเป็นเหตุให้ไม่สามารถก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตจนหมดพื้นที่ Tack Coat ได้ ให้ปิดการจราจรในช่วง Tack Coat ที่ยังเหลืออยู่และให้ดำเนินการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตโดยเร็วที่สุดในวันที่สามารถดำเนินการต่อได้

ฉ. การทำ Tack Coat เมื่อพ่นแอสฟัลต์ลงบนพื้นที่ที่ดำเนินการถูกต้องตามที่กำหนดแล้วทั้งปริมาณและอุณหภูมิ แต่แอสฟัลต์ยังไม่ทั่วถึงหรือไม่สม่ำเสมอ อาจใช้รถคล้อยางที่สะอาดช่วยนวดให้แอสฟัลต์กระจายสม่ำเสมอทั่วผิวหน้าของพื้นที่ได้

ช. ภายหลังจากการลาดแอสฟัลต์ Tack Coat แล้วต้องทิ้งไว้ช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้น้ำมันใน Cut Back Asphalt ระเหยออกไปหรือแอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวและน้ำระเหยออกไปแล้วจึงก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

1.2.6 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

ก. ถังเก็บแอสฟัลต์อิมัลชันแบบ Bulk

ถังเก็บแอสฟัลต์อิมัลชันควรเป็นถังที่บุด้วยวัสดุกันความร้อนและเป็นแบบที่มีระบบหมุนเวียนแอสฟัลต์อิมัลชันในถังระบบหมุนเวียนอาจเป็นแบบใช้ปั๊มแอสฟัลต์โดยการหมุนเวียนแอสฟัลต์อิมัลชันจากด้านบนไปสู่ด้านล่างของถังเก็บหรือเป็นแบบใช้ใบพัดกวนที่มีรอบการหมุนช้าๆ

ถ้าถังเก็บแอสฟัลต์อิมัลชันเป็นแบบไม่มีระบบหมุนเวียนหรือไม่มีใบกวน การเก็บควรเติมน้ำมันก๊าดลงในถังปริมาณเล็กน้อย พอที่น้ำมันก๊าดจะลอยปิดผิวหน้าแอสฟัลต์อิมัลชันในถังเพียงบางๆ เพื่อลดการเกิดแอสฟัลต์ลอยเป็นฝ้าที่ผิวหน้าของแอสฟัลต์อิมัลชันในถัง

ข. การเก็บและใช้แอสฟัลต์อิมัลชันแบบบรรจุ Bulk

- ควรบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันให้เต็มถัง เพื่อให้มีผิวหน้าของแอสฟัลต์อิมัลชันที่สัมผัสกับอากาศเป็นพื้นที่ที่น้อยที่สุดทั้งนี้เพื่อลดการรวมตัวของแอสฟัลต์เป็นแผ่นฝ้าที่ผิวหน้าของแอสฟัลต์อิมัลชัน

- ควรเก็บแอสฟัลต์อิมัลชันที่ช่วงอุณหภูมิ 10 – 85 องศาเซลเซียส

- อย่าให้ความร้อนแอสฟัลต์อิมัลชันจนกระทั่งอุณหภูมิที่ผิวสัมผัสกับพื้นผิวที่ความร้อนจากอุปกรณ์ให้ความร้อน มีอุณหภูมิสูงถึง 96 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นแอสฟัลต์อิมัลชันบริเวณที่สัมผัสกับพื้นผิวที่ความร้อนผ่านจากอุปกรณ์ให้ความร้อนจะแตกตัวได้

- ขณะให้ความร้อนแอสฟัลต์อิมัลชันในถังเก็บ ให้กวนแอสฟัลต์อิมัลชันไปด้วย เพื่อลดการรวมตัวของแอสฟัลต์เป็นแผ่นฝ้าที่ผิวหน้า

- การกวนแอสฟัลต์อิมัลชันห้ามใช้วิธีการอัดอากาศเข้าไปในถังเก็บ

- การหมุนเวียนแอสฟัลต์อิมัลชันในถัง ไม่ควรทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันไหลเวียนเร็วและรุนแรงเกินไปเพราะจะทำให้อากาศเข้าไปแทรกในแอสฟัลต์อิมัลชัน อันเป็นเหตุให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้ง่าย

- การผสมน้ำกับแอสฟัลต์อิมัลชันชนิด CRS-1 หรือ CRS-2 ห้ามเติมแอสฟัลต์อิมัลชันลงในน้ำ แต่ให้เติมน้ำสะอาดอย่างช้าๆ ลงในแอสฟัลต์อิมัลชัน เพื่อป้องกันมิให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัว

ค. การใช้แอสฟัลต์อิมัลชันแบบถังบรรจุ Drum

- การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชัน โดยเฉพาะการขนขึ้นและขนลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันถูกกระทบกระเทือนรุนแรงมากเกินไป เพราะอาจทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

- ก่อนใช้แอสฟัลต์อิมัลชันแบบถังบรรจุ Drum ที่เก็บตั้งรอไว้นานๆ ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้งเป็นประจำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเฉพาะเมื่อก่อนบรรจุลงเครื่องพ่นแอสฟัลต์ ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันผสมเป็นเนื้อเดียวกันทั่วถึง

- ทุกครั้งที่บรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันลงในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ควรใช้ให้หมดแล้วล้างเครื่องพ่นแอสฟัลต์ด้วย โดยเฉพาะที่ท่อพ่นแอสฟัลต์ ถ้าเปิดถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันออกใช้แล้วควรใช้ให้หมดถึงหรือถ้าใช้ไม่หมดต้องปิดฝาอย่างฉุนฉุนนั้นน้ำในถังจะระเหยไปได้ซึ่งจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวและหมดคุณภาพการเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้

1.2.7 การตรวจสอบและการรายงานผล

ก. รายงานผลการลาดยางในแต่ละแปลงใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างท้ายบทแบบฟอร์มที่ 1-1

ข. สรุปอัตราการลาดยางประจำเดือนใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างท้ายบทแบบฟอร์มที่ 1-2

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 1-1

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

การตรวจสอบอัตราการลาดยาง Prime Coat

หน่วยตรวจสอบผิวทางประจำโครงการฯ บางปะอิน - นครสวรรค์ ตอน 7
 สัญญาที่ สท.2/14/2549 ประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2550

รถลาดยางยี่ห้อ ทะเบียน
 ชนิดของยางที่ใช้
 Pump Shaft Speed รอบ / นาที
 Spray bar Discharge Pressure ลิตร/นาที
 Speed ของรถลาดยาง เมตร/นาที

การหาอัตราการลาดยางเฉลี่ย

บันทึก ที่ ป.	ป.1	ป.2	ป.3	ป.4
วันที่ทำงาน				
จาก กม.				
ถึง กม.				
ด้าน				
ระยะทางสุทธิ				
ความกว้างที่ลาด เมตร				
พื้นที่ลาดยาง ตร.ม.				
พื้นที่ส่วนขยาย ตร.ม.				
รวมพื้นที่ลาดยาง ตร.ม.				
อุณหภูมิของยางที่ใช้ลาด °C				
ปริมาณยางก่อนลาด ลิตร				
ปริมาณยางหลังลาด ลิตร				
ปริมาณยางที่ใช้ ลิตร				
อัตราการลาดยางเฉลี่ย ลิตร / ตร.ม.				
ช่างควบคุม				

หมายเหตุ

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 1-2

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

สรุปอัตราการลาดยาง

หน่วยตรวจสอบผิวทางแอสฟัลต์ประจำโครงการฯ

สัญญาที่..... ลงวันที่

ประจำเดือน.....

แปลงที่	ช่วงระยะทาง กม.- กม.	ด้าน	อัตราการใช้ แอสฟัลต์ (ลิตร / ตร.ม.)	ชนิด แอสฟัลต์	วันที่ทำงาน	หมายเหตุ
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

ผู้รายงาน

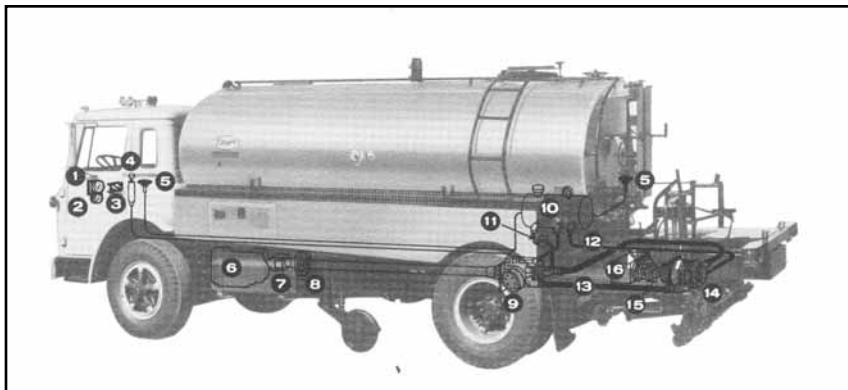
ภาคผนวก 1-1
การตรวจสอบรถตลาดยาง

ภาคผนวก 1-1

การตรวจสอบรถลาดยาง

รถลาดยางใช้สำหรับการ Prime coat และ Tack coat ก่อนนำมาใช้งานให้ตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจสอบรายละเอียดทั่วไป



รูปที่ 1 รถลาดยาง

เป็นการตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้สามารถกำหนดรูปแบบการใช้งานได้ถูกต้องและแก้ไขปรับปรุงส่วนประกอบที่มีสภาพชำรุดหรือใช้งานไม่ดี ก่อนเริ่มทำงาน โดยจะตรวจสอบตามแบบฟอร์ม “รายละเอียดการตรวจสอบรถลาดยาง” ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การบันทึกรายละเอียดทั่วไปของรถลาดยาง เช่น หมายเลขทะเบียน , ยี่ห้อรถ , ยี่ห้อเครื่องท้าย , ท่อให้ความร้อน , ไมล์แก๊ส ฯลฯ



รูปที่ 2 ท่อให้ความร้อนและเครื่องท้าย

1.2 การบันทึกรายละเอียดของถังบรรจุแอสฟัลต์ เช่น วิธีการวัดปริมาณแอสฟัลต์ หน่วยที่ใช้วัด , การวัดอุณหภูมิแอสฟัลต์ในถัง

1.3 การบันทึกรายละเอียดของเครื่องท้าย

1.4 การบันทึกรายละเอียดของเครื่องปั๊มแอสฟัลต์

1.5 การบันทึกรายละเอียดลอว์ความเร็ว



รูปที่ 3 เครื่องทำ

1.6 การบันทึกรายละเอียดท่อพ่นแอสฟัลต์

1.7 การบันทึกรายละเอียดจำนวนหัวฉีดแอสฟัลต์

1.8 รายการตรวจสอบหัวฉีดแอสฟัลต์



รูปที่ 4 หัวฉีดแอสฟัลต์

2 การสอบเทียบมาตรวัดความเร็วของรถลาดยาง (Calibration of Speed Meter)

เป็นการหาความสัมพันธ์ ของความเร็วที่รถวิ่งจริงกับความเร็วที่อ่านได้จากมาตรวัดความเร็วของล้อที่ 5 และนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์สำหรับกำหนดอัตราเร็วของรถลาดยางในการ Prime Coat หรือ Tack Coat เพื่อให้ได้อัตราการลาดยางตรงตามต้องการ

2.1 การตรวจสอบจะกำหนดจุด 2 จุดและวัดระยะทางไว้ จากนั้นให้รถลาดยางวิ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยอ่านความเร็วจากมาตรวัดของล้อที่ 5 พร้อมกับจับเวลาที่ใช้วิ่งผ่านจุด 2 จุด

จากนั้นคำนวณหาอัตราเร็วที่วิ่งได้จริงจากระยะทางที่วัดไว้ หาคด้วยเวลาที่จับได้ แล้วนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่อ่านได้กับความเร็วรถลาถาย

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

- ก. เทปวัดระยะ
- ข. นาฬิกาจับเวลา
- ค. ตารางบันทึกข้อมูล

2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ

- ก. กำหนดจุด 2 จุด พร้อมวัดระยะทาง
- ข. กำหนดความเร็วรถลาถายจากมาตรวัดของล้อที่ 5
- ค. ให้รถลาถายวิ่งผ่านจุดทั้ง 2 ตามข้อ ก) โดยขณะที่รถวิ่งผ่านจุดที่
เพื่อไปยังจุดที่ 2 ต้องมีความเร็วสม่ำเสมอตลอดระยะทาง
- ง. จับเวลาที่รถใช้วิ่งผ่านจุด 2 จุด พร้อมบันทึก
- จ. คำนวณหาอัตราเร็วจริง
- ฉ. สร้างกราฟความสัมพันธ์

3. การสอบเทียบอัตราการไหลของยางแอสฟัลต์ของรถลาถาย

เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องปั๊มแอสฟัลต์กับปริมาณแอสฟัลต์ที่ไหลออกและนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ สำหรับกำหนดความเร็วรอบเครื่องปั๊มแอสฟัลต์ ในการ Prime Coat หรือ Tack Coat เพื่อให้ได้อัตราการไหลตามต้องการ

3.1 หลักการ

การตรวจสอบนี้จะดำเนินการโดยเปิดแอสฟัลต์ตามความเร็วรอบของเครื่องปั๊มที่ได้กำหนดไว้ แล้วใช้ภาชนะรองรับแอสฟัลต์ที่ไหลออกมา พร้อมจับเวลา บันทึกน้ำหนักแอสฟัลต์ที่ไหลและช่วงเวลาที่เปิด เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการไหลของแอสฟัลต์แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบเครื่องปั๊มและอัตราการไหล

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

- ก. ภาชนะสำหรับรองรับวัสดุโดยใช้ภาชนะที่มีขนาดเหมาะสม
- ข. เครื่องชั่งขนาด ประมาณ 60-100 กิโลกรัม
- ค. นาฬิกาจับเวลา
- ง. ตารางบันทึกข้อมูล

3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ

- ก. กำหนดความเร็วรอบของเครื่องปั๊มแอสฟัลต์

ข. เดินเครื่องท้ายแล้วเปิดวาล์วให้แอสฟัลต์ไหลออกมาจากท่อพ่นยางลงในภาชนะรองรับพร้อมจับเวลา เมื่อได้ปริมาณแอสฟัลต์พอสมควรก็หยุดเครื่องพร้อมหยุดการจับเวลา



รูปที่ 5 แสดงการสอบเทียบอัตราการไหลของยางแอสฟัลต์

ค. ชั่งน้ำหนักแอสฟัลต์ที่ไหลออกมาแล้วจดบันทึกพร้อมกับเวลาที่ใช้เปิด – ปิด วาล์ว

ง. ทำซ้ำตามข้อ ข. และ ค. อีกอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแอสฟัลต์ไหลออกและเวลาที่ใช้ แล้วคำนวณหาอัตราการไหลของแอสฟัลต์ ที่ความเร็วรอบเครื่องปั๊มต่างๆ

จ. เปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องปั๊มแอสฟัลต์ ให้ครอบคลุมจุดใช้งาน

ฉ. ทำซ้ำ ข้อ ข. ถึง จ.

ช. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องปั๊มแอสฟัลต์กับอัตราการไหล

4. การตรวจสอบอัตราการลาดยางตามขวาง

ตรวจสอบอัตราการลาดยางตามขวาง ตามภาคผนวก 1-2

5. การตรวจสอบอัตราการลาดยางตามยาว

ตรวจสอบอัตราการลาดยางตามยาว ตามภาคผนวก 1-3

6. การตรวจสอบและการรายงานผล

6.1 บันทึกรายละเอียดการตรวจสอบรถลาดยาง ใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ ผ.1-1(1/1) ถึง ผ.1-1(1/3)

6.2 รายงานการตรวจสอบหัวฉีดแอสฟัลต์ ใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ ผ.1-1(2)

6.3 รายงานการตรวจสอบอัตราการใช้ของรถลาตาย ใช้แบบฟอร์มตาม
ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ ผ.1-1(3)

6.4 รายงานการตรวจสอบความเร็วของรถลาตาย ใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่าง
แบบฟอร์มที่ ผ.1-1(4)

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-1(1/1)

รายละเอียดการตรวจสอบรถลาตาย

อันดับการตรวจสอบที่ GA -

โครงการฯ _____ วันที่ _____

1. รถยนต์หมายเลขทะเบียน _____

ยี่ห้อ _____ ☐ แบบผสม

ถังบรรจุแอสฟัลต์ บริษัท _____

เครื่องท้าย บริษัท (ยี่ห้อ) _____

เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ (ยี่ห้อ) _____

ท่อให้ความร้อน จำนวน _____ ท่อ

ไม้เล็งแน ☐ ☐ ไม่มี2. ถังบรรจุแอสฟัลต์ ☐ แก่ลอน ☐ ลิตรเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์เป็นแบบ ☐ แบบไม้วัด ☐ แบบเข็มวัดไม้วัดปริมาณแอสฟัลต์ ☐ ดี ☐ ชำรุด

ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____

อ่านได้ละเอียด _____ ☐ แก่ลอน ☐ ลิตรเข็มวัดปริมาณแอสฟัลต์ ☐ ดี ☐ ชำรุด

ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____

อ่านได้ละเอียด _____ ☐ แก่ลอน ☐ ลิตรเทอร์โมมิเตอร์เป็นแบบ ☐ แท่งแก้ว ☐ หน้าปัทม์แบบแท่งแก้ว ยี่ห้อ _____ ☐ ดี ☐ ชำรุด

ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____

ช่วงอุณหภูมิอ่านได้ _____ °C

อ่านได้ละเอียด _____ °C

แบบหน้าปัทม์ ยี่ห้อ _____ ☐ ดี ☐ ชำรุด

ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____

ช่วงอุณหภูมิอ่านได้ _____ °C

อ่านได้ละเอียด _____ °C

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-1(1/2)

3. เครื่องท้าย ☐ ดี ☐ ใช้ได้ ☐ ชำรุด
 ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____
 มีเกจวัดความดันเป็น ☐ ก.ก./ตร.ชม. ☐ ปอนด์/ตร.นิ้ว
 หรือเป็นแบบบอกด้วยตัวเลข _____
4. เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ ☐ ดี ☐ ใช้ได้ ☐ ชำรุด
 ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____
 มีเกจวัด อัตราการไหล วัดปริมาณแอสฟัลต์อย่างไร _____ ลิตร/นาที
 วัดรอบอย่างไร _____
 วัดความดันอย่างไร _____
5. ล้อวัดความเร็ว ☐ มี ☐ ไม่มี ☐ ใช้ได้ ☐ ชำรุด
ตัวอย่างแบบฟอร์ม
 ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____
 เกจวัดความเร็วเป็น ☐ เมตร/นาที ☐ ฟุต/นาที
☐ ดี ☐ ใช้ได้ ☐ ชำรุด
 ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____
6. ท่อพ่นยาง มี _____ ท่อน
 แต่ละท่อนยาว _____ เมตร _____ เมตร _____ เมตร
 ท่อพ่นยาง ☐ ดี ☐ ใช้ได้ ☐ ชำรุด
 ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____
 ระบบส่งแอสฟัลต์ ☐ ดี ☐ ใช้ได้ ☐ ชำรุด
 (เช่น ท่อยาง ข้อต่อ วาล์ว)
 ถ้าชำรุดเป็นอย่างไร _____
 ท่อพ่นยางแบบมือถือ (Hand Spray) ☐ มี ☐ ไม่มี
7. จำนวนหัวฉีดในท่อพ่นยางแต่ละท่อนมี _____ หัว _____ หัว _____ หัว
 ความสูงของหัวฉีด _____ ซม.
 ตั้งมุมหัวฉีดโดย ☐ กุญแจพิเศษประจำรถ ☐ ตั้งโดยวัดมุมเอง
 การซ้อนของกรวยแอสฟัลต์ที่ลาด _____ ขึ้น

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-1(1/3)

การตรวจปรับปรุงอุปกรณ์และตรวจสอบการลาดยาง มีดังนี้

- ก. การตรวจปรับเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ให้อ่านได้ละเอียดขึ้น
- ข. การตรวจสอบปริมาณแอสฟัลต์จากปั๊ม
- ค. การตรวจสอบเกจวัดความเร็ว และล้อวัดความเร็ว
- ง. การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ประจำรถลาดยาง
- จ. การตรวจสอบเกจวัดความดันเครื่องท้าย
- ฉ. การตรวจสอบอัตราการลาดยางตามขวาง โดยวิธีการทดลองตามภาคผนวก 1-2
- ช. การตรวจสอบอัตราการลาดยางตามยาว โดยวิธีการทดลองตามภาคผนวก 1-3

หมายเหตุ

ตัวอย่างแบบฟอร์ม

การกำหนดความสูงของหัวฉีด ควรทดลองลาดยางตามขวางเป็นชั้นเดียวก่อน
เมื่อถูกต้องจึงเปิดพร้อมกันทุกหัวฉีด

การลาดยางในแปลงใดๆ ความแตกต่างของความสูงของหัวฉีดระหว่างก่อนลาด
และหลังลาด ต้องไม่เกิน 1/2 นิ้ว (12.5 มม.)

นายช่างโครงการฯ

เจ้าหน้าที่หน่วยพิทักษ์

(1) -----

(2) -----

ดำเนินการโดย

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-1(2)

การตรวจสอบหัวฉีดแอสฟัลต์

[illegible]

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-1(3)

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

อันดับการตรวจสอบที่

โครงการฯ

เจ้าหน้าที่ทดลอง

วันที่ทดลอง

การตรวจสอบอัตราการไหลของรถลาดยาง

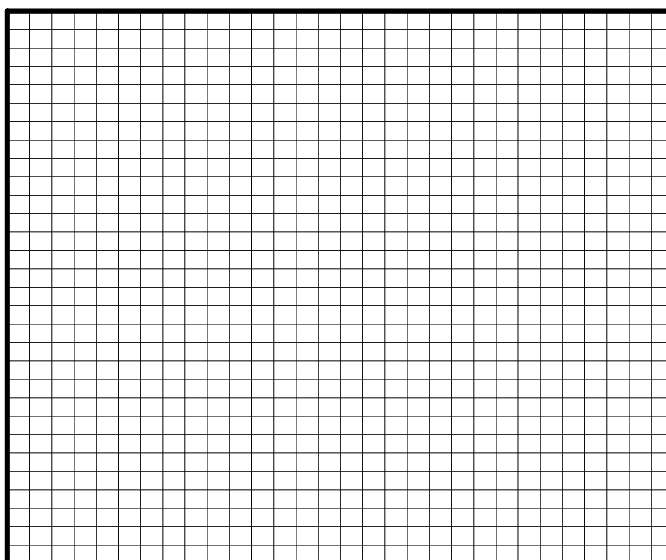
รถลาดยางยี่ห้อ หมายเลขทะเบียน

เครื่องทำยางยี่ห้อ

ลำดับที่	ความเร็วรอบปัม (รอบ/นาที)	เวลา (นาที)	ปริมาณแอสฟัลต์ (ลิตร)				อัตราการไหล (ลิตร / นาที)
			ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	
1							
2							
3							
4							
5							
6							

ตัวอย่างแบบฟอร์ม

อัตราการไหล (ลิตร / นาที)



ความเร็วรอบปัม (รอบ / นาที)

หมายเหตุ

.....

.....

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-1(4)

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

อันดับการตรวจสอบที่

โครงการฯ

เจ้าหน้าที่ทดลอง..... วันที่ทดลอง

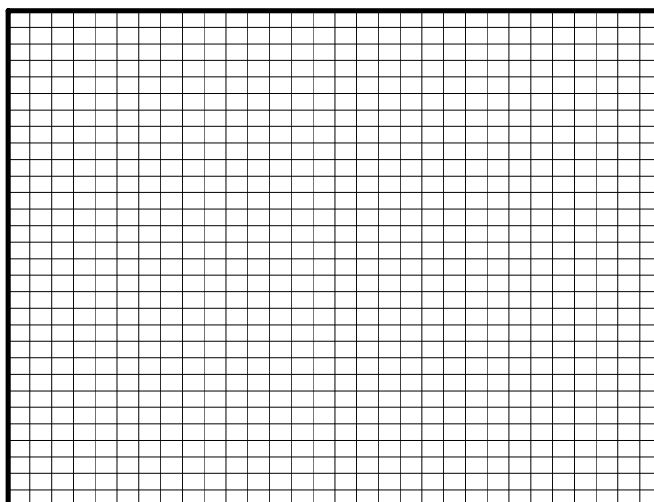
การตรวจสอบความเร็วรถลาดยาง

รถลาดยางยี่ห้อ..... หมายเลขทะเบียน

เครื่องทำยี่ห้อ

ลำดับที่	ความเร็วที่อ่านได้ (เมตร / นาที)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาทีก)				ความเร็วจริง (เมตร / นาที)
			ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	
1							
2							
3							
4							
5							
6							

ความเร็วจริง (เมตร / นาที)



ความเร็วที่อ่านได้ (เมตร/นาที)

หมายเหตุ

.....

.....

.....

ภาคผนวก 1-2

การตรวจสอบอัตราการตลาดอย่างตามขวางจากเครื่อง Distributor

ภาคผนวก 1-2

การตรวจสอบอัตราการลาดยางตามขวางจากเครื่อง Distributor

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้อธิบายถึงวิธีการตรวจสอบความสม่ำเสมอของปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดถนนจากเครื่อง Distributor ตามความกว้างของถนน

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.1 กรัม

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 กระดาษหนาสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 500 มิลลิเมตร ยาว 4 เมตร 1 แผ่น

2.2.2 กระดาษวาดเขียนสี่เหลี่ยมขนาด 300 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร จำนวน 70 แผ่น

พร้อมหมายเลขกำกับ

2.2.3 วัสดุที่ดูดซึมในที่นี้ให้ใช้ผ้า

2.3 การทดลอง

2.3.1 เจาะกระดาษในข้อ 2.2.1 ให้เป็นร่อง 2 ร่อง ตามแนวยาวของกระดาษโดยให้ร่องทั้งสองร่องห่างกัน 200 มิลลิเมตร และขนานกันโดยตลอด

2.3.2 นำกระดาษวาดเขียนตามข้อ 2.2.2 ชั่งน้ำหนักประมาณ 10 แผ่น แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นน้ำหนักของแผ่นกระดาษแต่ละแผ่น (Wt. of Paper)

2.3.3 เมื่อทราบน้ำหนักของแผ่นกระดาษแล้วให้นำแผ่นกระดาษวางซ้อนกันในแต่ละแผ่นเหลือพื้นที่ 300X50 มิลลิเมตร การวางซ้อนกันให้ใช้หมุดกลัดหรือใช้เครื่องเย็บกระดาษ

2.3.4 นำกระดาษที่เตรียมไว้ในข้อ 2.3.3 สอดผ่านร่องสองร่องของกระดาษที่เตรียมไว้ในข้อ 2.3.1 ดังนั้นพื้นที่ของกระดาษที่วางเรียงซ้อนกันมีพื้นที่ที่จะรับแอสฟัลต์ที่ลาดจากเครื่อง Distributor = 50 มิลลิเมตร x 200 เมตร = (area of each paper)

2.3.5 ตัดผ้าให้ได้ขนาด 50 มิลลิเมตร x 200 มิลลิเมตร จำนวน 70 ชิ้น

2.3.6 ชั่งน้ำหนักของผ้าแต่ละชิ้นประมาณ 10 ชิ้น นำมาเฉลี่ยเป็นน้ำหนักของผ้าแต่ละชิ้น (Wt. of cotton pad)

2.3.7 ทากกระดาษที่เตรียมไว้ในข้อ 2.3.4 ด้วยกาว แล้วนำผ้าที่ตัดเตรียมไว้ในข้อ 2.3.5 แต่ละชิ้นปิดทับลงบนกระดาษที่ทากาวนั้นแต่ละแผ่น

2.3.8 นำกระดาษและผ้าที่เตรียมจากข้อ 2.3.7 ไปวางบนถนนตามความกว้างของถนน และตั้งฉากกับ Centre line ของถนน

2.3.9 ให้รถ Distributor ที่เตรียมไว้สำหรับแอสฟัลต์เข้าลาดแอสฟัลต์ตามอัตราที่ตั้งไว้

2.3.10 เมื่อรถ Distributor ลาดแอสฟัลต์ผ่านไปให้รีบถอดกระดาดที่มีผ้าติดพร้อมทั้งแอสฟัลต์บนผิวหน้าของผ้า ไปชั่งหาน้ำหนักทุกๆ แผ่น (Wt. of paper + cotton pad + Asphalt)

2.3.11 โดยการทราบน้ำหนักของแอสฟัลต์และพื้นที่ของผ้าก็สามารถคำนวณหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดได้

2.3.12 รายการคำนวณได้จากตัวอย่างที่แนบมาพร้อมนี้

3. การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{Average rate of Spread} &= \frac{\text{Wt. of asphalt}}{\text{area of each paper}} \\ \text{เมื่อ } \text{area of each paper} &= 20 \times 10 = 200 \text{ Sq.cm.} \end{aligned}$$

$$\% \text{ Variation} = \frac{\text{Wt. of Aspt.} - \text{Average wt. of Aspt.}}{\text{Average wt. of asphalt}} \times 100$$

4. การตรวจสอบและการรายงานผล

- 4.1 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ต้องการให้ลาดบนถนน เป็นลิตรต่อตารางเมตร
- 4.2 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ตรวจสอบได้โดยการทดลองข้างต้นเป็นลิตรต่อตารางเมตร
- 4.3 รายงานเปอร์เซ็นต์ของ Variation ที่คำนวณได้แต่ละค่า ข้อกำหนด $\pm 17\%$
- 4.4 แบบฟอร์มรายงานใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ ผ.1-2(1)

5. ข้อควรระวัง

ให้รีบชั่งน้ำหนักของแผ่นกระดาดภายหลังที่รถ Distributor ได้ลาดแอสฟัลต์ผ่านไปแล้ว โดยเฉพาะในกรณีที่อากาศร้อนจัด เพราะสารละลายพวกน้ำมัน (สำหรับแอสฟัลต์พวก Cut back) และน้ำ (สำหรับแอสฟัลต์พวก Emulsified Asphalt) จะระเหยไปทำให้ไม่ได้น้ำหนักที่ถูกต้อง

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-2(1)

ตรวจสอบหาความสม่ำเสมอของทางที่ลาดตามความกว้างของถนน

TEST OF ASPHALT DISTRIBUTION

ROAD TRAY TEST FOR TRANSVERSE DISTRIBUTION

Paper	Wt. Asphalt +Paper pad (gm.)	Wt. of Paper pad (gm.)	Wt. of Asphalt (gm.)	Variation %
1	24.3	9.6	14.7	-4.5
2	24.4	9.1	15.3	-0.6
3	24	8.9	15.1	-1.9
4	24.1	9.1	15	-2.6
5	24.0	9.1	14.9	-3.2
6	24.0	8.8	15.2	-1.3
7	24.6	9.2	15.4	-0.0
8	24.4	9.2	15.2	-1.3
9	24.7	9.5	15.2	-1.3
10	24.2	9.2	15	-2.6
11	25.5	9.2	16.3	5.8
12	24.6	9.5	15.1	-1.9
13	25.4	9.4	16	3.9
14	26.1	9.4	16.7	8.4
15	25.1	9.5	15.6	1.3
16	24.0	8.8	15.2	-1.3
17	25.1	9.4	15.7	1.9
18	24.4	9.5	14.9	-3.2
19	25.2	9.2	16	3.9
20	25.0	9.2	15.8	2.6
21	27.9	10.6	17.3	12.3
22	24.1	9.2	14.9	-3.2
23	24.2	9	15.2	-1.3
24	25.9	9.5	16.4	6.5
25	25.9	9.6	16.3	5.8
26	23.8	9.1	14.7	-4.5
27	25.0	9.4	15.6	1.3
28	24.4	9.7	14.7	-4.5
29	25	9.2	15.8	2.6
30	24.1	9.6	14.5	-5.8
31	25.0	9.4	15.6	1.3
32	25.6	9.7	15.9	3.2
33	25.0	9.5	15.5	0.6
34	24.5	9.6	14.9	-3.2
35	24.7	9.6	15.1	-1.9

TOTAL 540.7
AVERAGE 15.4

MACHINE REC. NO. -

MAKE ISUZU

MODEL

WIDTH OF SPRAY BAR 3.50 m.

NO. OF JETS USED 35

ACTUAL WIDTH SPRAYED 3.50 m.

HEIGHT OF BAR 22 cm.

ROAD SPEED 500 ft./min

PUMP SPEED 1200 rpm

ASPHALT MC. - 70

TEMPERATURE 80 C

PRESSURE -

AIR TEMP. -

ROAD TEMP -

OUT PUT PER JET / MIN Kg./ min.

$$\% \text{Variation} = \frac{[\text{Wt. Asphalt} - \text{Avg. Wt. Asphalt.}] \times 100}{\text{Avg. Wt Asphalt}}$$

e.g. paper No. 1

$$\% \text{Variation} = \frac{[14.7 - 15.4] \times 100}{15.4} = -4.5$$

$$\text{AREA OF EACH PAPER} = 20 \times 10 \text{ Sq.cm.}$$

$$= 200 \text{ Sp.cm.}$$

$$\text{AVERAGE RATE OF SPREAD} = \frac{\text{Wt. Asphalt}}{\text{Area of each paper}}$$

$$= 0.74 \text{ Liter / Sq.m.}$$

N.B. % Varlation = +/- 17 %

ภาคผนวก 1-3

การตรวจสอบอัตราการลาดยางตามยาวจากเครื่อง Distributor

ภาคผนวก 1-3

การตรวจสอบอัตราการลาดยางตามยาวจากเครื่อง Distributor

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้อธิบายถึงวิธีการตรวจสอบความสม่ำเสมอของปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดถนนจากเครื่อง Distributor ตามความยาวของถนน

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.1 กรัม

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 สังกะสีแผ่นเรียบหรือกระดาษแข็งสี่เหลี่ยม 200 x 200 มิลลิเมตร จำนวน 11 แผ่น

2.2.2 วัสดุที่ดูดซึมได้ในที่นี้ให้ใช้ผ้า

2.3 การทดลอง

2.3.1 ตัดผ้าให้ได้ขนาด 200 มิลลิเมตร x 200 มิลลิเมตร จำนวน 11 ชิ้น

2.3.2 ทากาวลงบนผิวหน้าของสังกะสีหรือกระดาษแข็งที่ได้เตรียมไว้ตามข้อ 2.2.1

2.3.3 นำผ้าที่ตัดไว้ในข้อ 2.3.1 ติดทับหน้าสังกะสีหรือกระดาษแข็งที่ทากาวไว้

2.3.4 นำสังกะสีหรือกระดาษแข็งพร้อมกับผ้าที่ติดไว้ใน 2.3.3 ไปชั่งน้ำหนักและจดไว้ทุกๆ แผ่น น้ำหนักที่ได้ คือ น้ำหนักของ Tray (Wt. of Tray)

2.3.5 เมื่อชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วให้นำไปวางบนถนนที่จะลาดแอสฟัลต์โดยวางตรงกลางระหว่างขอบถนนกับ Centre Line ของถนน แต่ละแผ่นวางห่างกันในระยะ 4 เมตร ไปตามทางยาวของถนน (Longitudinal)

2.3.6 ให้รถลาดยางที่เตรียมไว้สำหรับลาดแอสฟัลต์เข้าลาดแอสฟัลต์ตามอัตราที่ได้ตั้งไว้

2.3.7 เมื่อรถ Distributor ลาดแอสฟัลต์ผ่านไป ให้รับน้ำหนักแผ่นสังกะสีที่ถูกลาดแอสฟัลต์ไปชั่งหา คือ (Wt. of Tray + asphalt)

2.3.8 โดยการทราบน้ำหนักของแอสฟัลต์และพื้นที่ของแผ่นสังกะสี (Tray) ก็สามารหคำนวณหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดได้

2.3.9 รายการคำนวณดูได้จากตัวอย่างที่แนบมา

3. การคำนวณ

$$\text{Average rate of Spread} = \frac{\text{Wt. of asphalt gm./mm}^2}{\text{area of tray}}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \text{area of tray} &= 20 \times 20 = 400 \text{ Sq.cm.} \\ \text{average rate of spread} &= \text{Wt. of Asphalt / area of tray} \end{aligned}$$

$$\% \text{ Variation} = \frac{\text{rate of spread on each tray} - \text{Average rate of spread} \times 100}{\text{Average rate of spread}}$$

4. รายงาน

- 4.1 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ต้องการให้ลาดบนถนน เป็นลิตรต่อตารางเมตร
- 4.2 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ตรวจสอบได้โดยการทดลองข้างต้นเป็นลิตรต่อตารางเมตร
- 4.3 รายงานเปอร์เซ็นต์ของ Variation ที่คำนวณได้แต่ละค่า ข้อกำหนด $\pm 15 \%$
- 4.4 แบบฟอร์มรายงานใช้แบบฟอร์มตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ ผ.1-3(1)

5. ข้อควรระวัง

- 5.1 เวลาจนน้ำหนักรของแผ่นสังกะสีหรือกระดาดแข็ง (Tray) ระวังอย่าให้เกิดสับสนขึ้น
- 5.2 ให้รีบชั่งน้ำหนักของแผ่นสังกะสีภายหลังที่รถ Distributor ได้ลาดแอสฟัลต์ผ่านไปแล้ว โดยเฉพาะในขณะที่ยังอากาศร้อนจัดเพราะสารละลายพวกน้ำมัน (สำหรับแอสฟัลต์พวก Cut back) และน้ำ (สำหรับแอสฟัลต์พวก Emulsified Asphalt) จะระเหยไปทำให้ไม่ได้น้ำหนักที่ถูกต้อง

ตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ ผ.1-3(1)

ตรวจสอบหาความสม่ำเสมอของยางที่ลาดตามความยาวของถนน

TEST OF ASPHALT DISTRIBUTION

ROAD TRAY TEST FOR LONGITUDINAL DISTRIBUTION

TRAY NO.	WT. OF TRAY gm.	WT. TRAY + ASPHALT gm.	WT. OF ASPHALT gm.	RATE OF SPREAD Kg./Sq.m.	VARIATION %
1	17.6	52.5	34.9	0.87	2.4
2	18.2	53.0	34.8	0.87	2.4
3	18.8	50.0	31.2	0.78	-8.2
4	18.1	51.1	33.0	0.83	-2.4
5	18.5	54.8	36.3	0.91	8.2
6	18.3	53.8	35.5	0.89	4.7
7	17.8	52.1	34.3	0.86	1.2
8	17.8	52.6	34.8	0.87	2.4
9	18.4	54.0	35.6	0.89	4.7
10	18.2	52.2	34.0	0.85	0.0
TOTAL			341.8	8.55	
AVERAGE			34.18	0.85	

AREA OF TRAY = 20 x 20 Sq.cm. = 400 Sq.cm.

*** AVERAGE RATE OF SPREAD = WT. OF ASPHALT / AREA OF TRAY

e.g. TRAY NO. 1 = 34.9/400 gm./Sq.cm.

= 0.087 gm./Sq.cm.

= 0.87 Kg./Sq.m.

% VARIATION = $\frac{[\text{RATE OF SPREAD ON EACH TRAY} - \text{AVERAGE OF SPREAD}] \times 100}{\text{AVERAGE RATE OF SPREAD}}$ e.g. TRAY NO. 1 = $\frac{[0.87 - 0.85] \times 100}{0.85}$

0.85

= + 2.4 %

N.B. % VARIATION ต้องไม่มากกว่า +/- 15 %

บทที่ 2

งานผิวทางแบบเพนเนตรชันแมคคาדם (Penetration Macadam)

ผิวทางชนิดเพนเนตรชันแมคคาדםเป็นผิวทางที่ก่อสร้างเป็นชั้นๆ โดยการลาดแอสฟัลต์บนวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยที่บดทับแล้ว

2.1 วัสดุ

2.1.1 วัสดุแอสฟัลต์

ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70 หรือ AC 80-100 ที่มีคุณภาพถูกต้องตาม มอก. 851 – 2532 “ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง “

2.1.2 วัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อย

หินย่อยหรือกรวดย่อย ต้องสะอาด ปราศจากฝุ่นดิน หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อย่างอื่น ซึ่งจะทำให้แอสฟัลต์ไม่สามารถเกาะติดกับวัสดุหินได้และต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. ค่าความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) ไม่เกินร้อยละ 40

ข. ค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index)

- ไม่เกินร้อยละ 35 สำหรับวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยขนาดที่โตกว่า 9.5 มม.

- ไม่เกินร้อยละ 45 สำหรับวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยขนาดเล็กกว่า 9.5 มม.

ค. ค่าดัชนีความยาว (Elongation Index) ไม่เกินร้อยละ 40

ง. กรณีเป็นกรวดไม่ ต้องมีปริมาณร้อยละที่แตกไม่น้อยกว่า 80

จ. ค่าความคงทน (Soundness) ต้องไม่เกินร้อยละ 9

2.2 ขนาดของวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อย

วัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยจะต้องมีส่วนผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 2 – 1

2.3 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักรและเครื่องมือดังต่อไปนี้ จะต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการก่อสร้าง

2.3.1 เครื่องลาดแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor) ให้เป็นไปตาม บทที่ 1 “ งานลาดยางแอสฟัลต์ ข้อ 1.1.2 ”

2.3.2 เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) จะเป็นชนิดที่เคลื่อนที่ด้วยตัวเองหรือแบบเกาะติดท้ายรถก็ได้ ต้องสามารถโรยหินให้ได้สม่ำเสมอตลอดความกว้างและความยาวของถนนตามปริมาณที่ต้องการและสามารถปรับให้ได้ความกว้างของการโรยหินไม่น้อยกว่าความกว้างของช่องจราจร

2.3.3 เครื่องเป่าฝุ่น ให้เป็นไปตาม บทที่ 1 “งานลาดแอสฟัลต์ข้อ 1.1.2 (ค)”

2.3.4 รถบดล้อยาง

ก. ให้เป็นไปตาม บทที่ 3 “งานผิวทางแบบเซอร์เฟส ทรีตเมนต์ ข้อ 3.4.8”

ข. ควรมีอย่างน้อย 2 คัน

2.3.5 รถบดล้อเหล็ก

ก. ต้องเป็นชนิดที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

ข. เป็นแบบ 2 ล้อ หรือ 3 ล้อก็ได้

ค. หน้าระหว่าง 6–10 ตัน

ตารางที่ 2 - 1 ขนาดของวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อย

ขนาดที่ใช้เรียก	ปริมาณร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก										
	75 มม.	63 มม.	50 มม.	37.5 มม.	25 มม.	19 มม.	12 มม.	9.5 มม.	เบอร์ 4	เบอร์ 8	เบอร์ 15
63 - 37.5 มม.	100	90 - 100	30 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-	-	-
50 - 25 มม.		100	90 - 100	30 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-	-
19 - 9.5 มม.					100	90 - 100	20 - 60	0 - 15	0 - 5	-	-
9.5 มม. - # 8							100	90 - 100	10 - 40	0 - 15	0 - 5

หมายเหตุ ขนาด 9.5 มม. - # 8 ไม่ต้องควบคุมปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดย่อย

2.4 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

2.4.1 การกองวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อย

ก. ให้แยกกองวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยของแต่ละขนาด แต่ละแหล่ง แต่ละโรง โม่ไม่ให้ปะปนกัน

ข. บริเวณที่กองวัสดุควรปรับระดับและบดทับให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุนั้น สกปรก จากการปะปนกับพื้นที่กอง

2.4.2 การออกแบบผิวทาง

ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างหินย่อยหรือกรวดย่อยและแอสฟัลต์ชนิดที่ใช้ให้กรมทางหลวงตรวจสอบและออกแบบกำหนดปริมาณของวัสดุที่ใช้ต่อตารางเมตร

2.4.3 การตรวจสอบและตรวจปรับเครื่องมือและเครื่องจักร

ให้เป็นไปตาม บทที่ 3 “งานผิวทางแบบเซอร์เฟส ทรีตเมนต์ ข้อ 3.5.3”

2.4.5 การเตรียมพื้นทาง

ให้เป็นไปตาม บทที่ 3 “งานผิวทางแบบเซอร์เฟส ทรีตเมนต์ ข้อ 3.5.6 ก. ข. และ ค.”

2.5 การก่อสร้าง

การก่อสร้างผิวทางแบบเพนเนตรชันแมคคาดีม คือการโรยหินและเกลี่ยแต่งให้หินชิดติดกันใช้รถบดล้อยางหรือล้อเหล็กบดทับ จนวัสดุอัดตัวกันแน่นแล้วพ่นแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิและปริมาณที่กำหนด จากนั้นโรยหินชั้นต่อไปปิดทับเกลี่ยแต่งหินให้สม่ำเสมอและใช้รถบดล้อยางบดทับทันทีในขณะที่แอสฟัลต์ยังร้อนอยู่จนหินฝังตัวแน่นและก่อสร้างชั้นต่อไปในลักษณะเดียวกัน (รายละเอียดการก่อสร้าง ดูในคู่มือการก่อสร้าง)

2.6 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

2.6.1 ห้ามโรยหินจากระเบรทุกลงบนพื้นที่ก่อสร้าง โดยไม่ผ่านเครื่องโรยหิน

2.6.2 เมื่อโรยหินชั้นที่หนึ่งและบดทับเสร็จแล้วแต่ยังไม่ได้ลาดแอสฟัลต์และโรยหินชั้นที่สองปิดทับ ห้ามเปิดการจราจร หากจำเป็นต้องเปิดจะต้องควบคุมความเร็วของยานพาหนะให้น้อยกว่า 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และหากเกิดการเสียหายจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนก่อสร้างชั้นต่อไป

2.6.3 ระหว่างการก่อสร้าง ถ้าฝนตกห้ามเปิดการจราจรและจะทำการก่อสร้างต่อไปได้เมื่อวัสดุหินแห้งและไม่มีน้ำขังตามช่องว่างระหว่างหิน

2.6.4 หลังจากโรยหินย่อยหรือกรวดย่อยชั้นสุดท้ายปิดทับหน้าและบดทับเรียบร้อยแล้ว ให้เปิดการจราจรได้โดยจำกัดความเร็วของยานพาหนะในสองวันแรก ให้มีความเร็วไม่มากกว่า 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่ถ้าฝนตกเมื่อบดทับเสร็จใหม่ๆ ไม่ควรเปิดการจราจร

2.6.5 ที่รอยต่อของการลาดแอสฟัลต์ให้ใช้กระดาดหรือวัสดุใดๆ กว้างอย่างน้อย 500 มม. ยาวตลอดความกว้างของพื้นที่ที่จะลาดแอสฟัลต์ครั้งนั้นๆ ปูบนผิวที่ลาดแอสฟัลต์ไว้แล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้ลาดแอสฟัลต์ซ้ำและต้องเริ่มลาดแอสฟัลต์แต่ละครั้งบนกระดาดหรือวัสดุดังกล่าว

2.6.6 ถ้ามีการเปลี่ยนแหล่งโรงโม่หินหรือชนิดของวัสดุ ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยตรวจสอบคุณภาพ เพื่อหาปริมาณของแอสฟัลต์และปริมาณของวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยที่จะใช้ก่อสร้างทุกครั้ง

2.6.7 ปริมาณการใช้วัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยประมาณตามขนาดของวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยขนาดต่างๆ และตามความหนาของผิวทางให้ใช้ตามตารางที่ 2-2

**ตารางที่ 2-2 ปริมาณของวัสดุหินย่อย หรือกรวดย่อยขนาดต่างๆ
และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ต่อตารางเมตรที่ใช้ตามความหนาของผิวทาง**

ชนิดและขนาดของวัสดุตามลำดับชั้น		ความหนาประมาณ 60 มม.	ความหนาประมาณ 70 มม.
โรยหินชั้นที่ 1			
หิน 63 - 37.5 มม.	กก.	-	110 - 135
หิน 50 - 25 มม.	กก.	80 - 100	-
พ่นแอสฟัลต์ครั้งที่หนึ่ง	ลิตร	4.5 - 7.0	5.0 - 8.0
โรยหินชั้นที่ 2			
หิน 19.0 - 9.5 มม.	กก.	20 - 25	20 - 25
พ่นแอสฟัลต์ครั้งที่สอง	ลิตร	1.0 - 2.0	1.0 - 2.0
โรยหินชั้นที่ 3			
หิน 9.5 มม. - เบอร์ 8	กก.	8 - 10	8 - 10
รวมน้ำหนักหินย่อยหรือกรวดย่อย	กก.	108 - 145	138 - 170
รวมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์	ลิตร	5.5 - 9.0	6.0 - 10.0
(อุณหภูมิขณะพ่น 150 - 200 องศาเซลเซียส)			

2.7 การรายงานผล

รายงานปริมาณหินและแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ในแต่ละแปลงต่อตารางเมตร ตามแบบฟอร์มที่ใช้ใน บทที่ 3 “งานผิวทางแบบเซอร์เฟส ทรีตเมนต์ ข้อ 3.8”

บทที่ 3

งานผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

งานผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ หมายถึง การก่อสร้าง ผิวทาง หรือผิวไหล่ทาง ด้วยการลาดแอสฟัลต์และเกลี่ยวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยปิดทับ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นบนชั้นพื้นทางที่ได้ลาดแอสฟัลต์ Prime Coat แล้ว หรือบนพื้นที่อื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้ว

3.1 วัสดุ

3.1.1 แอสฟัลต์

ก. แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60 -70 , AC 80 - 100 มีคุณภาพตาม มอก. 851 – 2532 “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง “

ข. คัทแบคแอสฟัลต์ RC – 3000 , RC – 800 มีคุณภาพตาม มอก. 865 – 2532 “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คัทแบคแอสฟัลต์ “

ค. แอสฟัลต์อิมัลชัน CRS – 2 มีคุณภาพตาม มอก. 371 – 2530 “ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แกลตออีอนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน “

อุณหภูมิที่ใช้ลาดสำหรับแอสฟัลต์ ให้เป็นไปตามตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ช่วงอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด

ชนิดของแอสฟัลต์	ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ลาด	
	องศา C	องศา 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 - 2	50 - 85	125 - 185

3.1.2 หินย่อยหรือกรวดย่อย

หินย่อยหรือกรวดย่อย ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ก. ค่าความสึกหรอต้องไม่เกินร้อยละ 35

ข. ค่าของการหลุดลอกต้องไม่เกินร้อยละ 20

ค. ค่าครรชนีความแบนต้องไม่เกินร้อยละ 35

ง. ปริมาณหน้าแตกไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยมวล

จ. ค่าความคงทน (Soundness) ต้องไม่เกินร้อยละ 5

3.1.3 สารเคลือบผิวหิทยอยหรือกรวดหิทยอย (Pre – Coating Material)

เป็นน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดิเซล ซึ่งเป็นเกรดที่ใช้กันทั่วไป

3.1.4 สารผสมแอสฟัลต์ (Additive)

สารผสมแอสฟัลต์ที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงการยึดเกาะของแอสฟัลต์กับมวลรวมต้องเป็นชนิดที่กรมทางหลวงตรวจสอบแล้วและอนุญาตให้ใช้ได้

3.2 ขนาดของหินหิทยอยหรือกรวดหิทยอย

ขนาดของหินหิทยอยหรือกรวดหิทยอย ให้เป็นไปตามตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ขนาดของหินหิทยอยหรือกรวดหิทยอย

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล						
	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
9.5 (3/8 นิ้ว)			100	90 - 100	0 - 30	0 - 8	0 - 2

3.3 การเลือกใช้นาขนาดของหินหิทยอยหรือกรวดหิทยอย

3.3.1 ผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

ใช้นาขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

3.3.2 ผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment)

ชั้นที่หนึ่งใช้นาขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ชั้นที่สองใช้นาขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

3.3.3 ผิวไหล่ทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว

ใช้นาขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

3.3.4 ผิวไหล่ทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์สองชั้น

ชั้นที่หนึ่งใช้นาขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ชั้นที่สองใช้นาขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

3.4 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

3.4.1 เครื่องพ่นแอสฟัลต์หรือรถลาดยาง (Asphalt Distributor) ให้เป็นไปตามงานลาดยางแอสฟัลต์ ข้อ 1.1.2 (ก)

3.4.2 เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) เป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (Self Propelled) ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

ก. เครื่องยนต์ขับเคลื่อน

ข. กระบะบรรจุหิน

ค. สายพานลำเลียงหิน เป็นชนิดที่มีประตูปรับปริมาณการไหลของหินได้

ง. เครื่องขับเคลื่อนสายพานลำเลียงหิน สามารถปรับความเร็วสายพานได้

จ. ชู้งโรยหิน (Spread Hopper)

- ปากชู้งด้านล่าง ปรับความกว้างได้

- สามารถโรยหินได้แต่ละครั้ง ไม่น้อยกว่าความกว้างของแอสฟัลต์ที่ได้พ่น

ไว้แล้ว

- ต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุม

3.4.3 เครื่องเคลือบผิวหินย่อยหรือกรวดย่อย ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์สำหรับป้อนหิน

ข. ตะแกรงร่อนหิน

ค. หัวฉีดสำหรับพ่นสารที่ใช้เคลือบผิว

ง. ถังกวนหรืออุปกรณ์อื่นใดที่สามารถทำให้หินย่อยหรือกรวดย่อยได้รับการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ

จ. สายพานลำเลียง

ฉ. อุปกรณ์อื่นๆ

3.4.4 เครื่องล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์สำหรับป้อนหิน

ข. ตะแกรงร่อนหิน

ค. หัวฉีดน้ำ

ง. อุปกรณ์อื่นๆ

3.4.5 เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) ให้เป็นไปตามงานลาดแอสฟัลต์ข้อ 1.1.2 (ข)

3.4.6 เครื่องเกลี่ยหินชนิดลาก (Drag Broom) สามารถเกลี่ยหินย่อยหรือกรวดย่อยที่ได้โรยจากเครื่องโรยหินแล้ว ให้สม่ำเสมอและกระจายออกไป โดยไม่ทำให้หินย่อยหรือกรวดย่อยส่วนที่เริ่มจับตัวกับแอสฟัลต์แล้วหลุดออก

3.4.7 เครื่องเป่าลม (Blower) ให้เป็นไปตามงานลาดแอสฟัลต์ข้อ 1.1.2 (ค)

3.4.8 รถบดล้อยาง (Pneumatic Tired Roller)

- เป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง (Self-Propelled)
- มีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 6 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ แต่ต้องไม่เกิน 12 ตัน
- มีล้อยางไม่น้อยกว่า 9 ล้อ
- ล้อยางของรถบดต้องเป็นชนิดผิวหน้าเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขอบล้อ (Rim Diameter) ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร
- ผิวหน้าล้อยางกว้างไม่น้อยกว่า 225 มิลลิเมตร
- มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ
- ความดันลมยางอยู่ระหว่าง 345–830 กิโลพาสคัล (50–120 ปอนด์) ขึ้นอยู่กับขนาดของยาง ชนิด และน้ำหนักรถ
- ส่วนล้อและเพลสามารถเคลื่อนตัวขึ้นลงได้อย่างอิสระ

3.4.9 รถตัก (Loader) ต้องมีรถตักสำหรับตักหินย่อยหรือกรวดย่อยจากกองรวมขึ้นรถบรรทุกหรืออุปกรณ์ลำเลียงหินย่อยหรือกรวดย่อยอื่นๆ เพื่อขนส่งไปใช้ที่หน้างานได้ตลอดเวลา

3.4.10 รถกระบะเทท้าย (Dump Truck) ต้องเป็นแบบที่สามารถเชื่อมต่อเครื่องโรยหินที่ด้านท้ายรถได้อย่างเรียบร้อยและใช้งานได้อย่างถูกต้อง

3.5 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

3.5.1 การกองหินย่อยหรือกรวดย่อย

- ก. ให้แยกกองหินย่อยหรือกรวดย่อยแต่ละขนาดไว้ โดยไม่ปะปนกัน
- ข. ถ้าบริเวณที่กองหินย่อยหรือกรวดย่อยไม่เรียบร้อย อันอาจทำให้มีวัสดุอื่นที่ไม่พึงประสงค์มาปะปน นายช่างผู้ควบคุมงานอาจไม่อนุญาตให้ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยที่มีวัสดุอื่นปะปนนั้นได้
- ค. บริเวณที่กองหินย่อยหรือกรวดย่อย ต้องมีการระบายน้ำที่ดี อันเป็นการป้องกันมิให้น้ำท่วมกองหินย่อยหรือกรวดย่อยได้

3.5.2 การออกแบบผิวทางเซอร์เฟสทรีตเมนต์

ก. ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างหินย่อยหรือกรวดย่อย และแอสฟัลต์ชนิดที่ใช้ให้กรมทางหลวงตรวจสอบ และออกแบบกำหนดปริมาณของวัสดุที่ใช้ต่อตารางเมตร ในกรณีที่ใช้กัทแบคแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ซีเมนต์ ควรส่งตัวอย่างสารเคลือบผิวหินย่อยหรือกรวดย่อยและสารผสมแอสฟัลต์มาด้วย

ข. ขนาดผละของหินย่อยหรือกรวดย่อยให้เป็นไปตามตารางที่ 3-2

ค. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียมการทดลองออกแบบตามอัตราที่กรมทางหลวงกำหนด

3.5.3 การตรวจสอบ ตรวจสอบปรับเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์

ก. เครื่องพ่นแอสฟัลต์ ให้เป็นไปตาม บทที่ 1 “งานลาดแอสฟัลต์” ข้อ 1.1.2 (ก)

ข. เครื่องโรยหิน ก่อนจะนำไปใช้งานต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามข้อ 3.4.2 และตรวจสอบปรับความกว้างที่ปากยังด้านล่างให้สามารถโรยหินย่อยหรือกรวดย่อยได้สม่ำเสมอทั่วพื้นที่ ตามปริมาณที่กำหนด

ค. รถบดล้อยาง ก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามข้อ 3.4.8

ง. รถกระบะเท้าย ก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องตามข้อ 3.4.10 และจะต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะขนส่งหินย่อยหรือกรวดย่อยไปใช้ในการก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ทำให้การโรยหินย่อยหรือกรวดย่อยหยุดชะงักเมื่อได้ลาดแอสฟัลต์ไปแล้ว

จ. เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้กำหนดไว้แล้วหากจำเป็นต้องนำมาใช้งาน ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน โดยจะต้องตรวจสอบและตรวจสอบปรับให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้งาน

3.5.4 การเตรียมสารผสมแอสฟัลต์

สารผสมแอสฟัลต์อาจใช้ผสมกับสารเคลือบผิวหินย่อยหรือกรวดย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสม โดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.5.5 การเคลือบผิวหรือการล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย

ก. ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์หรือกัทแบคแอสฟัลต์ ให้เคลือบผิวหินย่อยหรือกรวดย่อย

- ถ้าหินย่อยหรือกรวดย่อยมีความชื้นมากเกินไป ให้ผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในสารเคลือบผิวหินย่อยหรือกรวดย่อย ด้วยปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยปริมาตรของสารเคลือบที่ใช้ จนทำให้เคลือบผิวได้ทั่วถึง

- ต้องใช้เครื่องเคลือบผิวหินย้อยหรือกรวดย้อยเพื่อร่อนคัดขนาดและแยกขนาดที่ไม่ต้องการออก

- ใช้สารเคลือบผิวหินย้อยหรือกรวดย้อยเคลือบผิวไม่ให้มีสารเคลือบย้อยปริมาณ 4-10 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและการดูดซึมของวัสดุหินย้อยหรือกรวดย้อย และชนิดของสารที่ใช้เคลือบผิว

ข. ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์อิมัลชัน ไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างหินย้อยหรือกรวดย้อยให้สะอาดโดยใช้เครื่องล้างหินย้อยหรือกรวดย้อยตามข้อ 3.4.4

3.5.6 การเตรียมพื้นทางหรือผิวทางเดิม

ก. กรณีพื้นทาง หรือผิวทางเดิม ที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่น ให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อจะต้องตัดหรือขูดออก แล้วซ่อมแบบ Skin Patch หรือ Deep Patch แล้วแต่กรณี แล้วบดอัดให้แน่นและมีผิวที่เรียบสม่ำเสมอ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ต้องเหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

ข. กรณีพื้นทางที่มี Prime Coat หลุดหรือเสียหาย ต้อง Prime Coat ซ่อมใหม่ให้เรียบร้อย แล้วทิ้งไว้จนครบกำหนดที่ต้องการบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ซ่อมเสียก่อน จึงทำผิวทางได้

ค. กรณีพื้นทางที่ทำ Prime Coat ทิ้งไว้นานมีผิวหลุดเสียหาย เป็นพื้นที่ต่อเนื่องหรือมากกว่าที่จะซ่อมตามข้อ ข. ให้ได้ผลดี ให้พิจารณาการาด (Scarify) พื้นทางออกแล้วบดทับใหม่ให้แน่นตามมาตรฐาน ทำ Prime Coat เสียก่อน จึงทำผิวทางได้

ง. กรณีผิวทางเดิมมีแอสฟัลต์เย็นก่อนทำผิวทางจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยเสียก่อนโดยการปาดออก

จ. พื้นทาง หรือผิวทาง ที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและวัสดุสกปรกอื่นๆปะปน

3.6 การก่อสร้าง

เมื่อได้ตรวจสอบ ตรวจสอบ ปรับ เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ และเตรียมพื้นที่ที่จะก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วตามข้อ 3.5 แล้ว ให้ดำเนินการก่อสร้างดังต่อไปนี้

3.6.1 การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) คือการลาดแอสฟัลต์ 1 ครั้ง และโรยหินย้อยหรือกรวดย้อยทับหน้า 1 ครั้ง แล้วบดทับให้แน่นโดยรถบดล้อยาง

3.6.2 การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment) คือ การลาดแอสฟัลต์แล้วโรยหินย่อยหรือกรวดย่อย แล้วบดทับให้แน่นสลับกันไป โดยดำเนินการก่อสร้างเป็นสองชั้น ทั้งนี้ระยะเวลาที่ปล่อยทิ้งไว้ในสภาวะปกติควรเป็นดังนี้

สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง

สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชัน ควรปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10 ชั่วโมง

สำหรับคัทแบคแอสฟัลต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 18 ชั่วโมง

3.7 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

3.7.1 กรณีที่ทางมีความลาดชันมากหรือกรณีที่มีปัญหาแอสฟัลต์ไหลก่อนลงหินย่อยหรือกรวดย่อย นายช่างผู้ควบคุมงานอาจห้ามใช้แอสฟัลต์อิมัลชันหรือคัทแบคแอสฟัลต์ชนิดนั้นๆ

3.7.2 กรณีที่มีปริมาณการจราจรมากหรือไม่สามารถปิดการจราจรได้นานนายช่างผู้ควบคุมงานหรือเจ้าของงานอาจกำหนดให้ใช้เฉพาะแอสฟัลต์ซีเมนต์เท่านั้น

3.7.3 กรณีที่อุณหภูมิของผิวทางต่ำกว่า 15°C ไม่ควรใช้ AC 60-70 และ AC 80-100 หากมีความจำเป็นต้องใช้หรือจะใช้น้ำมัน (Cutter) ผสม ให้พิจารณาปริมาณการใช้ตามตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ปริมาณน้ำมัน (Cutter) ที่ใช้

หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาดที่ใช้เรียกมิลลิเมตร	ปริมาณน้ำมันที่ใช้ผสมร้อยละ โดยปริมาตรแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ 15°C
19.0 (3/4 นิ้ว)	ไม่เกิน 2
12.5 (1/2 นิ้ว)	ไม่เกิน 4
9.5 (3/8 นิ้ว)	ไม่เกิน 4

การผสมน้ำมันลงในแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น ในการปฏิบัติการในสนาม ต้องให้ความร้อนแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่อุณหภูมิระหว่าง 160 – 185 องศาเซลเซียส จากนั้นใช้เครื่องสูบ (Pump) สูบน้ำมันจากถังเก็บน้ำมันไปใส่ในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ ตามปริมาณที่ได้คำนวณไว้เสร็จแล้วให้เวียนส่วนผสมแอสฟัลต์ซีเมนต์กับน้ำมันในถังบรรจุแอสฟัลต์ประมาณ 20 นาที จึงนำไปลาดได้

ในระหว่างที่สูบน้ำมันเดิมลงในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพื่อผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น ต้องระมัดระวังมิให้มีประกายไฟเกิดขึ้น เช่น การจุดไฟ การสูบบุหรี่หรือการใช้เตาฟู่ ภายในรัศมี 15 เมตร จากเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพราะระหว่างการผสมนี้ จะมีไอระเหยของน้ำมันและแอสฟัลต์ซีเมนต์ซึ่งติดไฟได้ง่ายเกิดขึ้นนอกจากนั้นจะต้องระมัดระวังมิให้มีการติดเครื่องยนต์ที่มีการสันดาปภายใน ในบริเวณดังกล่าว ซึ่งจะทำให้เกิดไอเสียที่สามารถจุดไอระเหยน้ำมันให้ลุกเป็นไฟได้

3.7.4 ในการใช้คัทแบคแอสฟัลต์เนื่องจากคัทแบคแอสฟัลต์นั้นติดไฟได้ง่ายการปฏิบัติงานจะต้องระมัดระวังมิให้เปลวไฟมาถูกได้ทั้งในขณะคัมหรือขณะลาดคัทแบคแอสฟัลต์

3.7.5 การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชันแบบบรรจุถัง Drum โดยเฉพาะการขนขึ้นและขนลงต้องระมัดระวัง ไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรง เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

3.7.6 การใช้แอสฟัลต์อิมัลชันแบบบรรจุถัง Drum ก่อนถ่ายเทแอสฟัลต์อิมัลชันลงในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ควรกลิ้งถังไปมาหรือควนให้เข้ากันเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันทั่วถังหากใช้ไม่หมดถึงควรปิดฝาให้แน่น เพื่อป้องกันน้ำในแอสฟัลต์อิมัลชันระเหยออกไป ทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวและหมดคุณภาพการเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้

3.7.7 หลังการลาดแอสฟัลต์ประจำวันควรดูดแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ออกให้หมด แล้วล้างเครื่องพ่นแอสฟัลต์โดยเฉพาะที่ท่อพ่นแอสฟัลต์การล้างควรใช้น้ำร้อนถ้าหาหรือสารทำลายใดๆ สูบผ่านท่อต่างๆ ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์เพื่อล้างส่วนที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด ทั้งนี้เพื่อป้องกันแอสฟัลต์เกาะติดแน่นทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานครั้งต่อไปและช่วยป้องกันไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ ถูกกรดในแอสฟัลต์อิมัลชันบางชนิดกัดทะลุเสียหายได้

3.7.8 ห้ามเทหินจากรถบรรทุกลงบนแอสฟัลต์ที่ลาดไว้แล้วโดยตรง

3.7.9 ปริมาณของหินย่อยหรือกรวดย่อยและแอสฟัลต์โดยประมาณ ให้ใช้ตามตาราง 3-4

ตารางที่ 3-4 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว)	19.0 (3/4)	12.5 (1/2)	9.5 (3/8)
หินย่อยหรือกรวดย่อย (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

3.8 การตรวจสอบและการรายงานผล

การตรวจสอบและการรายงานผล ประกอบด้วย การตรวจสอบวัสดุจาก Stock Pile และการตรวจสอบวัสดุในสนาม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.8.1 การตรวจสอบวัสดุจาก Stock Pile เป็นการตรวจสอบทั่วไป เมื่อมีวัสดุล็อตใหม่เข้ามา หรือ วัสดุที่ใช้อยู่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่ถ้าวัสดุมีคุณภาพดี มีความสม่ำเสมออาจลดความถี่ของการตรวจสอบลงได้ ซึ่งมีรายการตรวจสอบดังต่อไปนี้

- การตรวจสอบขนาดกละและหาค่าครรชนีความแบน ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3-1
- การหาค่า Median Size ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 2
- การหาค่า A.L.D. ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 3
- กำหนด อัตราของหิน และอัตราของยางที่ใช้ ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3-1
- การหาน้ำหนักหินหลวมและการหาปริมาณวัสดุหิน ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 4

3.8.2 การตรวจสอบวัสดุในสนาม เป็นการตรวจสอบประจำวัน ที่มีการก่อสร้างผิวทาง ประกอบด้วย การตรวจสอบดังต่อไปนี้

- การหาน้ำหนักหินหลวมและการหาปริมาณวัสดุหิน ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 4
- การตรวจสอบอัตราเฉลี่ยของการใช้วัสดุลาดผิวทางแบบ Double Surface Treatment ตามตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ 3 - 5
- บันทึกการใช้วัสดุทำผิวทางแบบ Surface Treatment ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 6
- อัตราวัสดุที่ใช้ลาดยางผิวทางในสนามตามตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ 3 - 7

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 1
สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
กรมทางหลวง

อันดับการทดลองที่.....
 ทำผิวทางสาย.....
 แหล่งหิน.....ชนิดของหิน.....
 วันที่รับหนังสือ.....วันที่รับตัวอย่าง.....
 วันที่ทดลอง.....เจ้าหน้าที่ทดลอง.....

SIEVE ANALYSIS AND SURFACE TREATMENT DESIGN

Sieve Size	Gradation			Flakiness Index			
	Wt. retained gm.	t. passing gm.	Passing %	Sieve	Wt. retained Sq. opening	Wt. passing Slotted Sieve	F.I %
1 1/2"							
1"				1 1/2"-1"			
3/4"				1"-3/4"			
1/2"				3/4"-1/2"			
3/8"				1/2"-3/8"			
No. 4				3/8"-No.4			
No. 8				Total			
No. 16							
Pan.							

อัตราของหินที่ใช้ กก./ตร.เมตร

Flakiness Index	%	
Median Size	M	mm
A.L.D.	H	mm
Void fraction	V	
Bulk Sp.Gr.	G	
Traffic Factor	T	
Wasted factor	E	

$$= (1 - 0.4 V) HE \quad \text{กก./ตร.เมตร}$$

$$= \quad "$$

อัตราของยางที่ใช้ ลิตร/ตร.เมตร

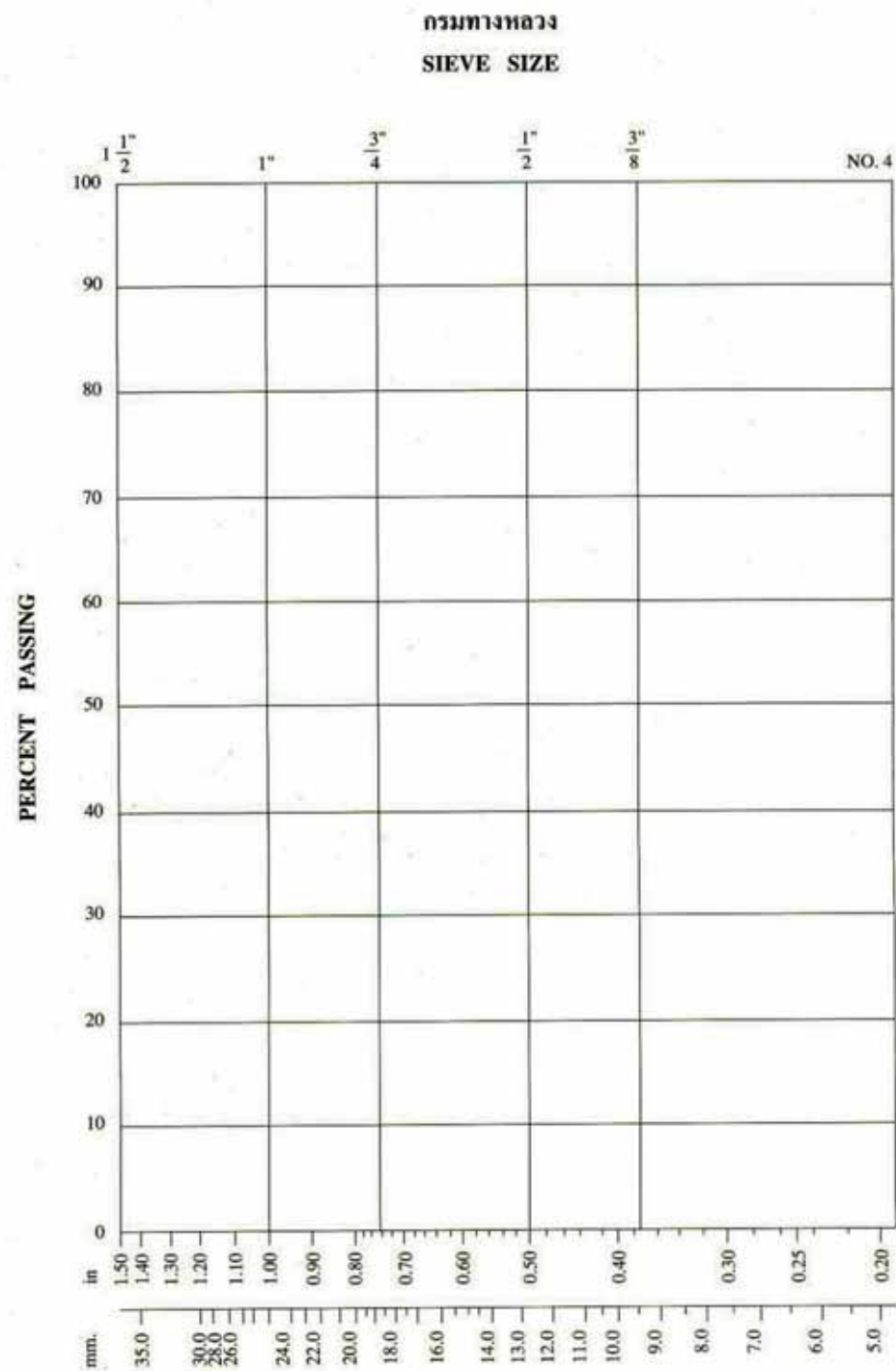
$$= \frac{0.4 HTV + S + A \times T_p}{R} \quad \text{ลิตร/ตร.เมตร}$$

$$= \quad "$$

	AC. (60 - 70)	RC.-3000	RC.800	RC.-250	RC.-5	RC.-4.	RC.-3	RC.-2	RS.-2K	RS.-3K
R	1.00	0.87	0.84	0.79	0.87	0.85	0.82	0.78	0.63	0.69
T _p	1.10	1.08	1.06	1.04	1.08	1.07	1.06	1.04	1.02	1.025

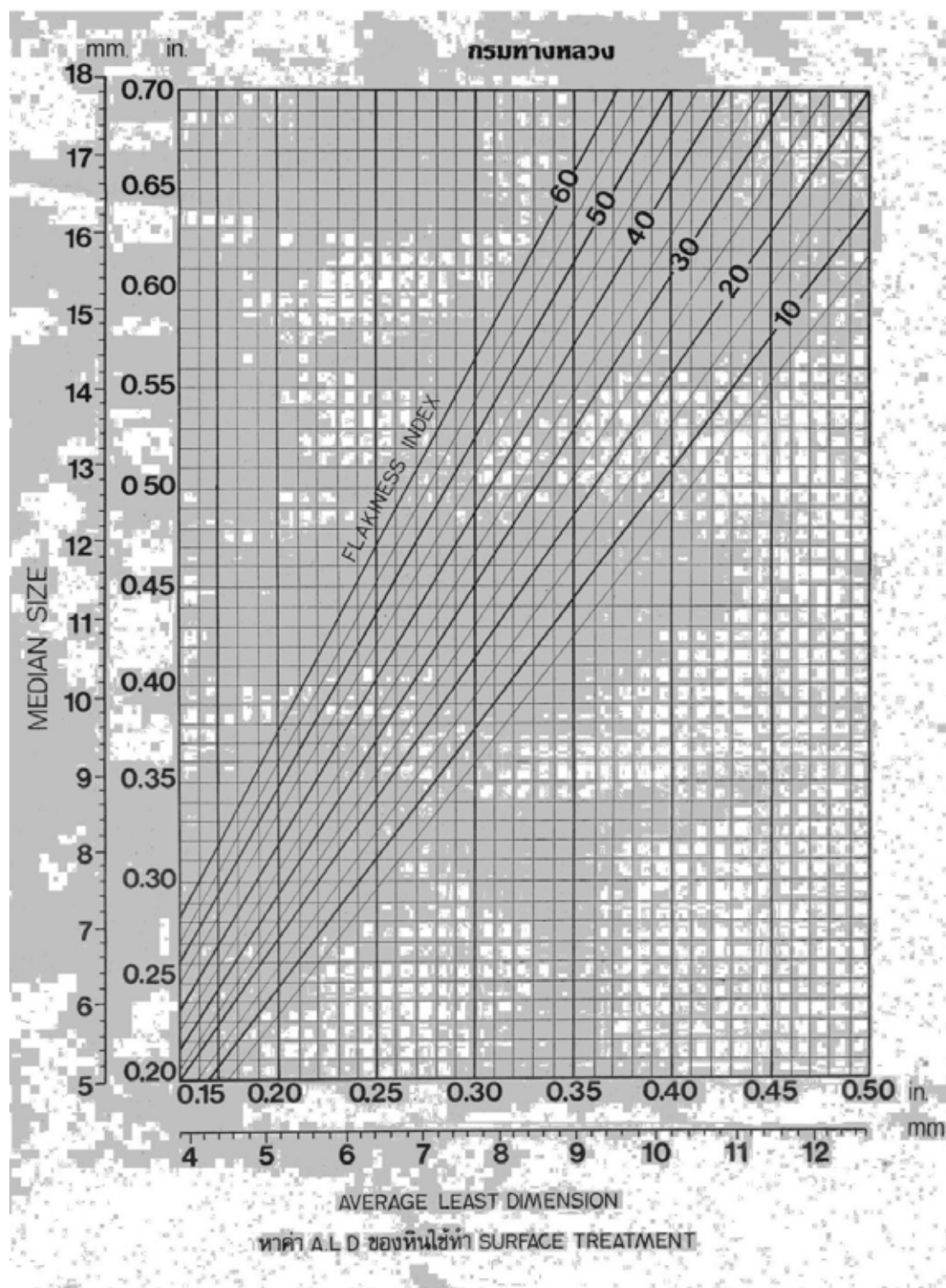
A = Aggregate Absorption = 0 สำหรับหินที่ใช้ในสนามทั่ว ๆ ไป

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 2
 สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ



การหา MEDIAN SIZE ของหินสำหรับทำ SURFACE TREATMENT

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3-3
 สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ



ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 4

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

อันดับทดลองที่.....

ทางสาย..... ชนิดของหิน.....

แหล่งหิน..... วันที่ทดลอง.....

วันที่รับตัวอย่าง..... เจ้าหน้าที่ทดลอง.....

การหาน้ำหนักหินหลวมและการหาปริมาณวัสดุหินการหาน้ำหนักหินหลวมMold No..... นน. กรัม ปริมาตร..... ซม.³

นน. หินโรยครั้งที่ 1 กรัม

นน. หินโรยครั้งที่ 2 กรัม

นน. หินโรยครั้งที่ 3 กรัม

นน. หินเฉลี่ย กรัม

นน. หินหลวม = นน. หินเฉลี่ย =

ปริมาตร

.....กรัม / ซม.³.....ตัน / ซม.³การหาปริมาณวัสดุหินขนาดขนาด ซม.²

นน. หินโรยครั้งที่ 1 กรัม

นน. หินโรยครั้งที่ 2 กรัม

นน. หินโรยครั้งที่ 3 กรัม

นน. หินเฉลี่ย กรัม

ปริมาณวัสดุหิน = นน. หินเฉลี่ย =

พท.ถาด

.....กรัม / ซม.².....ตัน / ม.²กำหนดอัตราการใช้วัสดุ

วัสดุแอสฟัลต์ชนิด.....

อัตราการใช้วัสดุแอสฟัลต์..... ลิตร / ม.²อัตราการใช้วัสดุหินขนาด..... กก. / ม.²

อัตราการใช้ Additive Agent ชนิด.....

ปริมาณ.....% โดย นน. วัสดุแอสฟัลต์

ค่า T. (Traffic Factor) ใช้

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 3 - 5

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

บันทึก ป.....

กรมทางหลวง

การตรวจสอบอัตราเฉลี่ยของการใช้วัสดุลาดผิวทางแบบ Double Surface Treatment

การลาดยางชั้นที่.....

โครงการบูรณะและก่อสร้างทางสาย

ชนิดของยางที่ใช้.....ชนิดของหินที่ใช้.....

หินจาก Stock Pile กม.....

การตรวจสอบคุณภาพของหิน อันดับการทดลองที่.....

วันที่.....ช่วงควบคุม.....

รถลาดยางยี่ห้อ.....

อุณหภูมิขณะทำการลาดยาง.....

Pump Shaft Speed.....รอบ/นาที

Spray Bar Discharge Pressure.....ลิตร/นาที

Speed ของรถลาดยาง.....เมตร/นาที

หาอัตราลาดยางเฉลี่ย

.....เต็มถนน

.....ครั้งด้านซ้าย

.....ครั้งด้านขวา

จาก กม. ถึง กม. รวมยาว.....เมตร

ความกว้างของถนนที่ลาดยาง.....เมตร พื้นที่ของถนนที่ลาดยาง.....ตร.เมตร

ปริมาณของยางก่อนลาด.....ลิตร ปริมาณของยางหลังลาด.....ลิตร

จำนวนยางที่ใช้.....ลิตร

$$\text{อัตราลาดยางเฉลี่ย} = \frac{\text{จำนวนยางที่ใช้ (ลิตร)}}{\text{พื้นที่ของถนนที่ลาดยาง (ตร.เมตร)}} \quad \text{ลิตร/ตร.เมตร}$$

=

"

หาอัตราลงหินเฉลี่ย

จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด.....คัน ปริมาตรหินต่อคัน.....ลบ.เมตร

รวมปริมาณหินที่ใช้.....ลบ.เมตร น้ำหนักของหินหลวม.....กก./ลบ.เมตร

$$\text{รวมน้ำหนักของหินที่ใช้} = \text{รวมปริมาตรหินที่ใช้} \times \text{น้ำหนักหินหลวม} \quad \text{กก.}$$

=

"

$$\text{อัตราลงหินเฉลี่ย} = \frac{\text{รวมน้ำหนักของหินที่ใช้ (กก.)}}{\text{พื้นที่ของถนนที่ลาดยาง (ตร.เมตร)}} \quad \text{กก./ตร.เมตร}$$

=

"

อัตราลาดยางกำหนด.....ลิตร/ตร.เมตร

อัตราลงหินกำหนด..... กก./ตร.เมตร

บทที่ 4

งานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทาง ปรับระดับ รองผิวทาง ผิวทางหรือไหล่ทางด้วยวัสดุผสมที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับบนชั้นทางใดๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ให้ได้แนวและรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.1 วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ทำแอสฟัลต์คอนกรีตประกอบด้วย มวลรวม และแอสฟัลต์ซีเมนต์

4.1.1 มวลรวม ประกอบด้วยมวลหยาบ (Coarse Aggregate) และมวลละเอียด (Fine Aggregate) อาจเพิ่มวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) ด้วยก็ได้

ขนาดกละ (Gradation) ของมวลรวมให้เป็นไปตามตารางที่ 4 - 1

ก. มวลหยาบ หมายถึงส่วนที่คัดตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ต้องเป็นวัสดุที่กรมทางหลวงอนุมัติให้ใช้ได้ มีความแข็งและคงทน (Hard and Durable) สะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ใดๆ ที่ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง ในกรณีที่ไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น มวลหยาบต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ค่า ความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) ต้องไม่เกินร้อยละ 40
- ค่าความคงทน (Soundness) ต้องไม่เกินร้อยละ 9
- ค่า Coating and Stripping ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95



รูปที่ 1 มวลรวมขนาดต่างๆ

ข. มวลละเอียด หมายถึงส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ที่สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์ใดๆ ปะปนอยู่ซึ่งอาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง ในกรณีที่ไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น มวลละเอียดต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ค่า Sand Equivalent ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 50
- ค่าความคงทน (Soundness) ต้องไม่เกินร้อยละ 9

ค. วัสดุผสมแทรก ใช้ผสมเพิ่มในกรณีเมื่อ ส่วนละเอียดในมวลรวมมีไม่พอ หรือใช้ปรับปรุงคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต ต้องเป็นวัสดุที่กรมทางหลวงอนุมัติให้ใช้ได้ แห่ง ไม่จับกันเป็นก้อน มีขนาดละเอียดตามตารางที่ 4 - 2

ตารางที่ 4 - 1 ขนาดละเอียดของมวลรวมและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้

ขนาดที่ใช้เรียก	มิลลิเมตร (นิ้ว)	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19.0 (3/4)	25.0 (1)
สำหรับชั้นทาง		Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course
ความหนา	มิลลิเมตร	25 – 35	40 - 70	40 - 80	70 - 100
ขนาดตะแกรง	มิลลิเมตร (นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
37.5	(1 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
ปริมาณแอสฟัลต์ ร้อยละโดยมวลของมวลรวม		4.0 - 8.0	3.0 - 7.0	3.0 - 6.5	3.0 - 6.0

ตารางที่ 4 - 2 ขนาดละเอียดของวัสดุผสมแทรก

ขนาดตะแกรงมิลลิเมตร	ปริมาณผ่านตะแกรงร้อยละโดยมวล
0.600 (เบอร์ 30)	100
0.300 (เบอร์ 50)	75- 100
0.075 (เบอร์ 200)	55- 100

ในกรณีที่กรมทางหลวงเห็นว่าวัสดุที่มีขนาดละเอียดต่างไปจากตารางที่ 2 แต่เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุผสมแอสฟัลต์แล้ว จะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณภาพดีขึ้น ก็อาจอนุมัติให้ใช้วัสดุนั้นเป็นวัสดุผสมแอสฟัลต์ได้

4.1.2 แอสฟัลต์ ในกรณีที่ไม่ได้ระบุชนิดของแอสฟัลต์ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60 – 70 ตาม มอก. 851/2532

4.2 การใช้งาน

แอสฟัลต์คอนกรีต ใช้ในงานก่อสร้างและงานบูรณะก่อสร้างทางดังต่อไปนี้

4.2.1 งานซ่อมผิวทาง (Patching) เพื่อซ่อมผิวถนนทางเดิมก่อนการก่อสร้างผิวทางใหม่ทับ

4.2.2 งานปรับระดับ (Leveling) เพื่อปรับผิวถนนเดิมให้ได้ระดับตามที่ต้องการ

4.2.3 งานชั้นพื้นทาง (Base Course) โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนชั้นรองพื้นทาง (Subbase) หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

4.2.4 งานชั้นรองผิวทาง (Binder Course) โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนชั้นพื้นทางที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้วหรือปูบนผิวทางเดิมที่จะบูรณะก่อสร้างใหม่

4.2.5 งานชั้นผิวทาง (Wearing Course) โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนชั้นรองผิวทาง ชั้นพื้นทางหรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

4.2.6 งานไหล่ทาง (Shoulder) ที่มีผิวไหล่ทางเป็นแอสฟัลต์คอนกรีต โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนไหล่ทางหรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

4.3 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งาน จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจรับและนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ

4.3.1 โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plant) ผู้รับจ้างต้องมีโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีรายละเอียดดังนี้

- มีกำลังผลิต (Rated Capacity) ขนาด 60 – 80 ตันต่อชั่วโมง จำนวน 1 เครื่อง หรือขนาด 40 – 60 ตันต่อชั่วโมง จำนวน 2 เครื่อง

- ตั้งอยู่ในสายทางที่ก่อสร้างหากจำเป็นอาจตั้งอยู่นอกสายทางภายในระยะขนส่งเฉลี่ย 80 กิโลเมตร หรือตามที่กรมทางหลวงเห็นชอบ

- จะเป็นแบบชุด (Batch Type) หรือแบบผสมต่อเนื่อง (Continuous Type) ก็ได้ แต่ต้องสามารถผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อป้อนเครื่องปู (Paver) ให้สามารถปูได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นส่วนผสมที่มีคุณภาพสม่ำเสมอตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน โดยมีอุณหภูมิถูกต้องตามข้อกำหนดด้วย



รูปที่ 2 โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแบบชุดและแบบผสมต่อเนื่อง

โรงงานผสมจะต้องมีสภาพใช้งานได้ดีและอย่างน้อยต้องมีเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์สำหรับการเตรียมแอสฟัลต์ซีเมนต์

- มีถังเก็บแอสฟัลต์ พร้อมอุปกรณ์ให้ความร้อนประเภทที่ไม่มีเปลวไฟสัมผัสกับถังโดยตรง

- มีระบบทำให้แอสฟัลต์ไหลเวียนพร้อมกับอุปกรณ์ให้หรือรักษาความร้อน เพื่อรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่อยู่ในระบบไหลเวียนให้มีอุณหภูมิตามที่กำหนด

ข. ตู้หั่นเย็น (Cold Bin)

- ต้องมีตู้หั่นเย็นไม่น้อยกว่า 4 ตู้ สำหรับแยกใส่วัสดุแต่ละขนาด

- ช่องเปิดปากตู้เป็นแบบปรับได้

- มีเครื่องป้อนหั่นเย็น แบบที่เหมาะสมสามารถป้อนหั่นเย็นไปยังหม้อเผา (Dryer) ได้อย่างสม่ำเสมอและถูกต้องตามอัตราส่วนที่ต้องการ

- เครื่องป้อนหั่นเย็นสำหรับขุยมวลละเอียดต้องเป็นแบบสายพานอย่างต่อเนื่องหรือสายพานอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า

ค. หม้อเผา (Dryer)

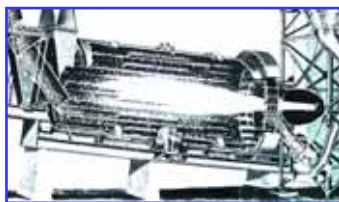
- มีประสิทธิภาพดี สามารถทำให้มวลรวมแห้งและมีอุณหภูมิตามที่กำหนด

- มีเครื่องวัดอุณหภูมิที่เหมาะสม เช่น ที่อ่านอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 2.5 องศาเซลเซียส ติดตั้งอยู่ที่ปากทางที่มวลรวมเคลื่อนตัวออก

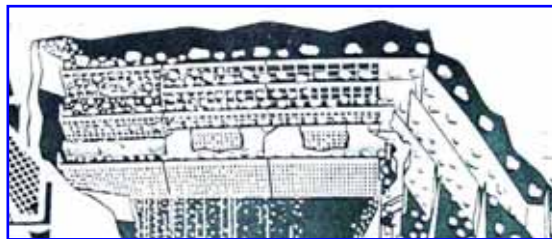
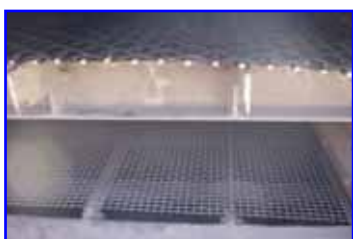
- มีเครื่องบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่วัดได้โดยอัตโนมัติ



รูปที่ 3 ตู้หั่นเย็นและเครื่องป้อนหั่น



รูปที่ 4 หม้อเผาและหั่วเผา



รูปที่ 5 ชุดตะแกรงร่อน

ง. ชุดตะแกรงร่อน (Screening Unit) ประกอบด้วย

- ตะแกรงคัด สำหรับคัดมวลรวมก้อนโตเกินขนาดที่กำหนด (Oversize) ออกทิ้ง
- ชุดตะแกรงร่อน เพื่อแยกมวลรวมที่ผ่านมาจากหม้อเผาให้เป็นขนาดต่างๆ ที่ต้องการ
- ตะแกรงทุกขนาดต้องอยู่ในสภาพดีเหล็กตะแกรงไม่ขาดหรือสึกหรอมากเกินไป

จะทำให้มวลรวมที่ร่อนออกมาผิดขนาดไปจากที่ต้องการ

จ. ตู้หินร่อน (Hot Bin)

- ต้องมีตู้หินร่อนไม่น้อยกว่า 4 ตู้ โดยไม่นับรวมตู้วัสดุผสมแทรก
- ตู้มีผนังแข็งแรงไม่มีรอยร้าวและความสูงพอที่จะไม่ให้มวลรวมไหลข้ามตู้ปนกัน
- มีความจุมากพอที่จะป้อนมวลรวมร้อนให้กับห้องผสม (Pug Mill Mixer) ได้อย่าง

สม่ำเสมอเมื่อโรงงานผสมทำการผสมเต็มกำลังผลิต

- ในแต่ละตู้ต้องมีท่อสำหรับให้มวลรวมไหลออกไปข้างนอก เพื่อป้องกันไม่ให้ไปผสมกับมวลรวมที่อยู่ในตู้อื่นๆ ในกรณีที่มวลรวมในตู้หนึ่งๆ มากเกินไป

- ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้วัสดุผสมแทรก ต้องมีตู้เก็บวัสดุผสมแทรกต่างหาก พร้อมกับมีเครื่องชั่งหรือเครื่องป้อนวัสดุผสมแทรกซึ่งสามารถควบคุมปริมาณวัสดุเข้าสู่ห้องผสมอย่างถูกต้องและสามารถสอบเทียบ (Calibrate) ได้



รูปที่ 6 ตู้หินร่อน



รูปที่ 7 เครื่องดักฝุ่น

ฉ. เครื่องดักฝุ่น (Dust Collector) ประกอบด้วย

- เครื่องดักฝุ่นชุดปฐมภูมิ (Primary) เป็นแบบแห้ง (Dry Type) ที่มีประสิทธิภาพดีและเหมาะสม สำหรับเก็บวัสดุส่วนละเอียดหรือฝุ่นกลับไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอหรือนำไปทิ้งได้ทั้งหมดหรือบางส่วน

- เครื่องดักฝุ่นชุดทุติยภูมิ (Secondary) ที่สามารถควบคุมไม่ให้มีฝุ่นเหลือออกไปสู่อากาศภายนอกจนทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ซ. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometric Equipment) ประกอบด้วย

- เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะหรือแบบอื่นๆ ที่วัดอุณหภูมิได้ระหว่าง 90 – 250 องศาเซลเซียส ติดตั้งไว้ที่ท่อส่งแอสฟัลต์ ณ ตำแหน่งที่เหมาะสมใกล้ทางออกของแอสฟัลต์ที่ห้องผสม



รูปที่ 8 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบต่างๆ

- เทอร์โมมิเตอร์แบบใช้ปรอทชนิดมีหน้าปัทม์ เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า หรือ แบบอื่นๆ ติดตั้งที่ปลายทางออกของมวลรวมเพื่อใช้วัดอุณหภูมิของมวลรวมร้อนที่ออกจากหม้อเผา

- เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดใดๆ ที่ใช้ต้องมีความสามารถแสดงอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องเมื่อมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเร็วกว่า 5 องศาเซลเซียสต่อนาที

ซ. ชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ ต้องสามารถควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

- กรณีใช้วิธีชั่งมวล เครื่องชั่งที่ใช้ต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ของมวลแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการใช้ผสม

- กรณีที่ใช้วิธีวัดปริมาตร มาตรการที่ใช้วัดอัตราการไหลของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ปล่อยเข้าสู่ห้องผสมจะต้องเที่ยงตรง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนจากปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการใช้เมื่อเทียบเป็นมวลไม่เกินร้อยละ 2

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบชุด (Batch Type)

(1) ถังชั่งมวลรวม (Weight Box or Hopper)

- ต้องมีอุปกรณ์สำหรับถังมวลรวมที่ปล่อยออกมาแต่ละถังได้อย่างละเอียดถูกต้อง
- ต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุมวลรวมได้เต็มชุด (Batch) โดยมวลรวมไม่ล้นถึง
- ประตูป้องกันร้อนและถังมวลรวมต้องแข็งแรงและไม่รั่ว
- กรณีใช้เครื่องชั่งแบบ Load Cell ถังมวลรวมต้องติดตั้งประกอบกับชุดเครื่องชั่งในลักษณะสมดุลเพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนขณะชั่ง
- กรณีใช้เครื่องชั่งแบบคาน ถังมวลรวมจะต้องวางบนฟูลครัม (Fulcrum) ซึ่งวางอยู่บนขอบใบมีด (Knife Edge) อย่างแน่นหนาอีกทีหนึ่ง ขณะทำงาน ฟูลครัมและขอบใบมีดต้องไม่เคลื่อนตัวออกจากแนวเดิม



รูปที่ 9 ถังชั่งมวลรวมและถังชั่งแอสฟัลต์ซีเมนต์

(2) ห้องผสม (Pug Mill Mixer)

- ต้องเป็นชนิดเพลลาผสมคู่ สามารถผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตได้สม่ำเสมอ
- ประตูปล่อยส่วนผสมขณะปิดจะต้องปิดสนิทไม่มีวัสดุรั่วไหล
- มีเครื่องตั้งและควบคุมเวลาการผสมแบบอัตโนมัติ ทำหน้าที่ควบคุมไม่ให้ประตูห้องผสมเปิดจนกว่าจะได้เวลาตามที่กำหนดไว้
- ภายในห้องผสมประกอบด้วยใบพาย (Paddle Tip) ที่จัดเรียงอย่างเหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอที่จะผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ ระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด



รูปที่ 10 ห้องผสม

(3) เครื่องชั่ง (Plant Scale)

- มีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของมวลรวมสูงสุดที่ต้องการชั่ง
- หน้าปัทม์เครื่องชั่งต้องอยู่ในตำแหน่งที่พนักงานควบคุมเครื่องมองเห็นได้ชัดเจน
- สามารถแสดงมวลของมวลรวมแต่ละยูนิต
- มีค้อนน้ำหนักมาตรฐานหนักค้อนละ 25 กิโลกรัม ไม่น้อยกว่า 10 ค้อนหรือมีจำนวนเพียงพอที่จะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่ง



รูปที่ 11 เครื่องชั่ง

(4) การควบคุมปริมาณมวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ผสมในแต่ละชุดจะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง (Continuous Type)

(1) ชุดอุปกรณ์ควบคุมมวลรวม (Gradation Control Unit)

- มีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณมวลรวมที่ไหลออกจากยูนิตห้อนร้อนแต่ละยูนิตได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วยเครื่องป้อนหิน (Feeder) อยู่ใต้ยูนิตห้อนร้อน สำหรับการป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณต่างหาก ติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้ควบคุมการป้อนวัสดุผสมแทรกลงในห้องผสมเพื่อผสมกับมวลรวมในจังหวะของการผสมแห้ง (Dry Mixing) ก่อนที่จะผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่จ่ายเข้ามาภายหลังในจังหวะของการผสมเปียก (Wet Mixing)

(2) อุปกรณ์ควบคุมการป้อนมวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์

- ต้องเป็นแบบขับเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน (Synchronization of Aggregate and Asphalt Cement Feed) เพื่อให้ป้อนมวลรวมแต่ละขนาดและแอสฟัลต์ซีเมนต์เข้าสู่ห้องผสมได้อัตราส่วนผสมที่คงที่ตลอดเวลา

(3) ชุดห้องผสม (Pug Mill Mixer Unit)

- ต้องเป็นแบบทำงานต่อเนื่อง (Continuous Mixer) ชนิดเพลผสมกู่ สามารถผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอ
- ใบพายจะต้องเป็นชนิดปรับมุมให้ไปในทางเดียวกันเพื่อให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวได้เร็วหรือให้กลับทางกันเพื่อถ่วงเวลาให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวช้าลงได้
- ห้องผสมจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมระดับของส่วนผสมด้วย

- ระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด

- ระยะเวลาในการผสมโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้ประมาณ 45 – 60 วินาทีหากคำนวณแล้วไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้พิจารณาปรับระดับความสูงของส่วนผสมหรือปริมาณของใบพายที่ห้องผสมจะต้องมีแผ่นแสดงปริมาตรของห้องผสมเมื่อมีส่วนผสมบรรจุในห้องผสมที่ความสูงต่างๆ คัดตั้งไว้อย่างถาวร นอกจากนั้นจะต้องมีตารางแสดงอัตราการป้อนวัสดุมวลรวมต่อวินาทีเมื่อโรงงานผสมทำงานในอัตราเร็วปกติ เวลาในการผสม ให้นับจากการเริ่มป้อนมวลรวมเข้าห้องผสมและมวลรวมผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์เรียบร้อยแล้ว จนถึงส่วนผสมถูกปล่อยออกจากห้องผสมซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ A = มวลของส่วนผสม ณ เวลาที่ผลิต (Pug Mill Dead Capacity) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

B = มวลของส่วนผสมที่ปล่อยออกจากห้องผสมใน 1 วินาที (Pug Mill Output) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ต่อวินาที

(4) ยูนิตพักส่วนผสม (Discharge Hopper) สำหรับพักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกจากห้องผสม มีประตูเปิดที่ด้านล่างของยูนิต และจะปล่อยส่วนผสมได้เมื่อส่วนผสมเต็มยูนิตแล้ว

(5) อุปกรณ์สัญญาณแจ้งปริมาณมวลรวมในยูนิตหินร้อน สำหรับส่งสัญญาณแจ้งให้ทราบว่าปริมาณมวลรวมในยูนิตหินร้อนมีปริมาณเพียงพอที่จะดำเนินการต่อไปได้หรือไม่ ถ้าปริมาณมวลรวมยังใดขาดหรือน้อยไป สัญญาณดังกล่าวจะทำให้ผู้ควบคุมงานทราบทันทีและต้องหยุดการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อทำการแก้ไขจนกว่าผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร จึงจะอนุญาตให้ดำเนินการต่อไปได้

4.3.2 รถบรรทุก (Haul Truck) รถบรรทุกที่นำมาใช้จะต้องเป็นดังนี้

- มีจำนวนเพียงพอกับกำลังผลิตของโรงงานผสมและความสามารถในการปูของเครื่องปู เพื่อให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องมากที่สุด

- กระบะรถบรรทุกต้องไม่รั่ว พื้นกระบะเป็นแผ่นโลหะเรียบภายในกระบะ จะต้องสะอาดปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ตกค้างอยู่

- ก่อนใช้ขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ต้องพ่นหรือเคลือบบางๆ ภายในกระบะด้วยน้ำสบู่ น้ำปูนขาว หรือสารเคมี ที่มีน้ำมันผสมไม่เกินร้อยละ 5 โดยได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน ห้ามใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันประเภทเดียวกัน

- ก่อนบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงกระบะ ให้ยกกระบะเทสารเคลือบที่มากเกินไปจนความจำเป็นออกให้หมด

- ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นใด ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุม ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ด้วย

4.3.3 เครื่องปู (Paver or Finisher) เครื่องปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้อง

- เป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองโดยจะเป็นชนิดล้อเหล็กดินตะขาบหรือชนิดล้อยางที่มีคุณภาพเทียบเท่า

- มีกำลังมากพอและสามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างสม่ำเสมอทั้งในขณะที่เคลื่อนตัวไปพร้อมกับรถบรรทุกส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตและในขณะที่เคลื่อนตัวไปตามลำพัง

- สามารถปรับความเร็วการปูได้หลายอัตราและปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ความลาดผิวทางและได้ระดับถูกต้องตามรูปแบบอย่างเรียบร้อยโดยมีลักษณะผิวเรียบสม่ำเสมอ



รูปที่ 12 เครื่องปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ก. ส่วนขับเคลื่อน (Tractor Unit) ประกอบด้วย

- เครื่องยนต์ต้นกำลังมีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Governor) ให้คงที่ระหว่างทำงาน

- กระบะบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Hopper) ต้องเป็นแบบหุบข้างกระบะได้

- มีสายพานป้อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Slat Conveyor)

- มีเกลียวเกลี่ยส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Auger หรือ Screw Conveyor) 2

ข้าง ซ้ายและขวา สามารถแยกทำงานได้เป็นอิสระ

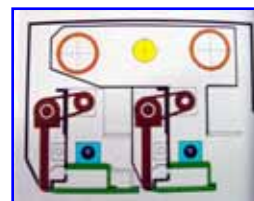
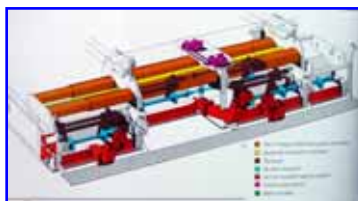
- สามารถปรับระดับความสูงของประตูควบคุมการไหล (Flow Gate) ของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้



รูปที่ 13 รูปตัดแสดงส่วนประกอบของเครื่องปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ข. ส่วนเตารีด (Automatic Screed Controls) ประกอบด้วย

- อุปกรณ์ควบคุมความหนา (Thickness Control)
- อุปกรณ์ควบคุมความลาดเอียงที่ผิว (Crown Control)
- อุปกรณ์ให้ความร้อนแผ่นเตารีด (Screed Heater)
- แผ่นเตารีด (Screed Plate) และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น
- แผ่นเตารีดต้องตรงแนวและได้ระดับ ไม่บิดงอหรือสึกหรอมากเกินสมควร ไม่สึกเป็นหลุม มีความยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร และสามารถขยายได้ยาวไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร
- มีระบบการอัดแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้นต้นเป็นแบบสั่นสะเทือน (Vibratory Screed) หรือแบบคานกระแทก (Tamp Bar) หรือมีทั้ง 2
 - สามารถปรับความถี่ของการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกได้ตามต้องการ
 - สำหรับระบบการอัดแอสฟัลต์คอนกรีตแบบคานกระแทกจะต้องมีระยะห่างระหว่างแผ่นเตารีดกับคานกระแทก 0.25 – 0.50 มิลลิเมตร ผิวของคานกระแทกด้านล่างที่ใช้อัดแอสฟัลต์คอนกรีตต้องอยู่ในสภาพดี และไม่สึกหรอมากกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดความหนาของใหม่
 - ระบบการควบคุมความลาดชัน (Grade Control) และระดับแอสฟัลต์คอนกรีตควรเป็นแบบอัตโนมัติ โดยอาจเป็นแบบ
 - (1) Erected Grade Line
 - (2) Mobile String Line
 - (3) Ski
 - (4) Floating Beam
 - (5) Joint – matching Shoe
 สำหรับแบบที่ (2), (3) และ (4) ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 9 เมตร



รูปที่ 14 ส่วนเตารีด

4.3.4 รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader) การใช้รถเกลี่ยปรับระดับให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน โดยตัวรถต้อง

- เป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง
- มีล้อยางผิวเรียบ
- มีใบมีดยาวไม่น้อยกว่า 3.6 เมตร

- มีความยาวของช่วงเพลา (Wheel Base) ไม่น้อยกว่า 4.8 เมตร

4.3.5 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับทุกชนิดต้อง

- เป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง
- มีน้ำหนักและคุณสมบัติอื่นๆ เป็นไปตามที่ระบุไว้ในรายละเอียด
- มีน้ำหนักบดทับที่เหมาะสมกับชนิดของส่วนผสม ความหนาของชั้นทางที่ปู

ขั้นตอนการบดทับและอื่นๆ

- มีจำนวนเพียงพอที่ทำให้การก่อสร้างดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องไม่ติดขัด
- การตรวจสอบน้ำหนักเครื่องจักร น้ำหนักในการบดทับของเครื่องจักรแต่ละคัน

ตลอดจนการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับจากที่กำหนดไว้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

เครื่องจักรบดทับจะต้องประกอบด้วยเครื่องจักรชนิดต่างๆ จำนวนอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก. รถบดล้อเหล็กสันสะเทือนชนิด 2 ล้อ 1 คัน

ข. รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ 1 คัน

ค. รถบดล้อยาง 3 คัน

รายละเอียดของเครื่องจักรบดทับชนิดต่าง ๆ เป็นดังนี้

ก. รถบดล้อเหล็กสันสะเทือนชนิด 2 ล้อ (Vibratory Roller)



รูปที่ 15 รถบดล้อเหล็กสันสะเทือนชนิด 2 ล้อ

- มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 6 ตันอาจเป็นแบบสันสะเทือนล้อเดี่ยวหรือสองล้อก็ได้
- อยู่ในสภาพดี สามารถบดทับโดยการเดินหน้าและถอยหลังได้
- ล้อทั้ง 2 ล้อจะต้องตรงแนว
- การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุด และการถอยหลังต้องเรียบสม่ำเสมอ
- มีระบบการสัน สะเทือนที่อยู่ในสภาพดี ความถี่การสันสะเทือน (Frequency)

ขณะปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 33 เฮิรตซ์ (2,000 รอบต่อนาที)

- มีระยะเดิน (Amplitude) ระหว่าง 0.20 – 0.80 มิลลิเมตร
- ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบไม่เป็นร่อง (Groove) ลึกเป็นหลุมหรือเป็นรอยปุ่ม (Pit)

4.3.6 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor)

เครื่องพ่นแอสฟัลต์ ให้เป็นไปตาม บทที่ 1 “ งานลาดแอสฟัลต์ ข้อ 1.1.2 ”

4.3.7 เครื่องจักรและเครื่องมือทำความสะอาดพื้นที่ที่จะก่อสร้าง

ก. รถบรรทุกน้ำ (Water Truck)

- อยู่ในสภาพดี
- มีท่อพ่นน้ำและอุปกรณ์ฉีดน้ำที่ใช้การได้ดี

ข. เครื่องกวาดฝุ่น ให้เป็นไปตามบทที่ 1 “ งานลาดแอสฟัลต์ ข้อ 1.1.2 ”

ค. เครื่องเป่าลม ให้เป็นไปตามบทที่ 1 “ งานลาดแอสฟัลต์ ข้อ 1.1.2 ”

4.3.8 เครื่องมือประกอบ

ก. เครื่องมือกดทับแบบสั่นสะเทือนขนาดเล็ก (Small Vibratory Compactor)

- มีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้กดทับแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่รถบดไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้ หรือใช้ในงานซ่อมขนาดเล็ก

- การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

ข. เครื่องมือกระทุ้งแอสฟัลต์คอนกรีต (Hand Tamper)

- ต้องเป็นแบบและมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้กระทุ้งอัดแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่เครื่องบดทับขนาดเล็กเข้าไปกดทับไม่ได้หรือใช้งานซ่อมขนาดเล็ก

- การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

ค. เครื่องมือตัดรอยต่อ

- เป็นแบบติดกับรถบดล้อเหล็กหรือเป็นแบบรถเข็นขนาดเล็กหรือจะมีทั้ง 2 แบบก็ได้ หรือมีแบบอื่นๆ ซึ่งสามารถตัดแนวรอยต่อได้เรียบร้อย

- การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

ง. เครื่องมือเจาะตัวอย่าง

- อาจเป็นชนิดใช้เครื่องยนต์หรือใช้ไฟฟ้า

- สามารถใช้เจาะตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ได้อย่างเรียบร้อย

จ. ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straightedge)

- มีขนาดเหมาะสม และมีความยาว 3.00 เมตร

เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์อื่นใด นอกเหนือจากที่กำหนดไว้แล้วข้างต้นการนำมาใช้งานและการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.3.9 เครื่องมือทดลองและห้องปฏิบัติการทดลอง

ก. ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องมือทดลองที่ได้มาตรฐานและมีสภาพดี เพื่อให้ผู้ควบคุมงานใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างการก่อสร้าง รายการเครื่องมือทดลองดูในภาคผนวก 4 - 1

ข. ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างห้องปฏิบัติการทดลอง ให้อยู่ในบริเวณที่สามารถมองเห็นการทำงานของโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ ห้องปฏิบัติการทดลองต้องมีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร หรือตามแบบที่กรมทางหลวงกำหนด พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่จำเป็นตามที่กำหนด

4.4 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

4.4.1 การเตรียมสถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุ

- สถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุจะต้องเหมาะสม โดยมีบริเวณกว้างพอที่จะดำเนินการได้โดยสะดวก ต้องราบเรียบได้ระดับพอควรและมีการระบายน้ำที่ดี มิให้มีน้ำท่วมกองวัสดุได้



รูปที่ 17 สถานที่ตั้งโรงงานผสมต้องเหมาะสม การกองวัสดุต้องถูกต้อง

- พื้นที่สำหรับกองวัสดุที่นำมาใช้งานจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ รองพื้นด้วยวัสดุหินหรือปูด้วยแผ่นวัสดุที่เหมาะสม

- การกองวัสดุแต่ละขนาด จะต้องกองแยกไว้อย่างชัดเจน โดยการกองแยกให้ห่างกันตามสมควร หรือทำรั้วกันไว้เพื่อป้องกันวัสดุที่จะใช้แต่ละชนิด แต่ละขนาด ไม่ให้ปะปนกัน หรือปะปนกับวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ

- การกองวัสดุต้องดำเนินการให้ถูกต้องเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุเกิดการแยกตัวโดยการกองวัสดุเป็นชั้นๆ สูงชั้นละไม่เกินความสูงของกองวัสดุกองเดี่ยวๆ เมื่อเทจากรถบรรทุกเททำยกันหนึ่งๆ ถ้าจะกองวัสดุชั้นต่อไปจะต้องแต่งระดับยอดกองให้เสมอ และไม่ควรกองวัสดุสูงเป็นรูปกรวย

4.4.2 การตรวจสอบโรงงานผสม

- ตรวจสอบตามแบบฟอร์ม “การตรวจสอบโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Plant)” ของส่วนออกแบบและตรวจสอบผิวทางแอสฟัลต์ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ในภาคผนวก 4 - 2

4.4.3 การเก็บตัวอย่างเพื่อออกแบบส่วนผสม

- เก็บด้วยวิธีการที่ถูกต้องเพื่อให้ตัวอย่างที่เก็บเป็นตัวอย่างตัวแทน
- เก็บจากโรงงานผสมที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว
- ควรดำเนินการก่อนเริ่มทำการก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ประมาณ 1-2

เดือน



รูปที่ 18 ตัวอย่าง Hot Bin

4.4.4 การออกแบบส่วนผสม

ก. ก่อนเริ่มงานไม่น้อยกว่า 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแก่นายช่างผู้ควบคุมงาน และนายช่างผู้ควบคุมงานต้องเก็บตัวอย่างวัสดุ พร้อมทั้งเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่งกรมทางหลวงเพื่อทำการตรวจสอบ ผู้รับจ้างอาจร้องขอให้กรมทางหลวงเป็นผู้ออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ก็ได้

ข. คุณสมบัติทั่วไปของวัสดุที่จะใช้ทำแอสฟัลต์คอนกรีต ขนาดคละและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ค. คุณสมบัติของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เป็นไปตามตารางที่ 4 - 3

ง. กรมทางหลวงเป็นผู้ตรวจสอบเอกสารการออกแบบหรือทำการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต พร้อมทั้งพิจารณากำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ซึ่งมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Tolerant Limit) ของวัสดุต่างๆ เพื่อใช้ควบคุมงานนั้นๆ

จ. การผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ถ้ามวลรวมขนาดหนึ่งขนาดใดหรือปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ หรือคุณสมบัติอื่นใดคลาดเคลื่อนเกินกว่าขอบเขตที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ถือว่าส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมไว้ในครั้งนั้นมีคุณภาพไม่ถูกต้องตามที่กำหนด และผู้รับจ้างต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

ฉ. ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ถ้าวัสดุที่ใช้ผสมทำแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม การเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน

กรมทางหลวงอาจตรวจสอบ แก้ไข เปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หรือกำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ตามความเหมาะสมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

ข. การทดลองและตรวจสอบการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตทุกครั้ง หรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมทางหลวงกำหนด

ตารางที่ 4 - 3 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

ชั้นทาง		Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course	Shoulder
ขนาดที่ใช้เรียก	มิลลิเมตร (นิ้ว)	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19.0 (3/4)	25.0 (1)	-
ความหนา	มิลลิเมตร	25 – 35	40 - 70	40 - 80	70 - 100	-
Blows		75	75	75	75	50
Stability N (1b)		8006 (1800)	8006 (1800)	8006 (1800)	7117 (1600)	7117 (1600)
Flown 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
(Ib / 0.01 in)		(160)	(160)	(160)	(160)	(145)
Percent Strength Index Min		75	75	75	75	75

4.4.6 การเตรียมมวลรวมและวัสดุผสมแทรก

- มวลรวมทุกชนิดที่ใช้ต้องมาจากแหล่งที่เก็บตัวอย่างเพื่อทำการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

- กองวัสดุที่ใช้ทุกชนิด ต้องป้องกันไม่ให้วัสดุเปียกน้ำฝน โดยการกองวัสดุในโรงที่มีหลังคาคลุม หรือคลุมด้วยผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสม หรือโดยวิธีอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน

- วัสดุที่ใช้ทุกชนิดเมื่อป้อนเข้าโรงงานผสมต้องไม่มีความชื้นเกินกำหนด ตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ทั้งนี้เพื่อให้โรงงานผสมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 19 การเตรียมมวลรวม

- มวลรวมที่ใช้แต่ละชนิด ก่อนนำไปใช้งานต้องบรรจุในถังหีนเย็นแยกกันแต่ละถัง และการผสมมวลรวมแต่ละชนิดจะต้องดำเนินการโดยผ่านถังหีนเย็นเท่านั้น ห้ามนำมาผสมกันภายนอกถังหีนเย็นในทุกกรณี

- วัสดุผสมแทรก หากนำมาใช้จะต้องแยกใส่ถังวัสดุผสมแทรกโดยเฉพาะ การป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องแยกต่างหากโดยไม่ปะปนกับวัสดุอื่นๆ และจะต้องป้อนเข้าห้องผสมโดยตรง

4.4.7 การเตรียมแอสฟัลต์

- ใช้แอสฟัลต์ที่มีใบรับรองผลิตภัณฑ์เท่านั้น
- ตรวจสอบวาล์วปิดเปิด หมายเลขซีล หมายเลขรถบรรทุก ที่ขนส่งแอสฟัลต์
- แอสฟัลต์ซีเมนต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส
- ก่อนผสมกับมวลรวมต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 159 ± 8 องศาเซลเซียส หรือมีอุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน
- การจ่ายแอสฟัลต์ซีเมนต์ไปยังห้องผสม ต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ โดยมีอุณหภูมิตรงตามที่กำหนดตลอดเวลา



รูปที่ 20 การเตรียมแอสฟัลต์

4.4.8 การเตรียมเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดตามที่ระบุไว้ใน ข้อ 3 ที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ ตามรายการและวิธีการที่กรมทางหลวงกำหนด และนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

4.4.9 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ก. รองพื้นทาง พื้นทาง หรือไหล่ทาง ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ

- ต้องสะอาดปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปน

ข. พื้นทางหรือไหล่ทาง ที่ทำการ Prime Coat ไว้แล้ว

- กรณี ที่ Prime Coat หลุดหรือเสียหาย ต้องแก้ไขใหม่ให้เรียบร้อยก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ

- กรณีที่ Prime Coat ทิ้งไว้นานอาจพิจารณาให้ทำ Tack Coat



รูปที่ 21 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ก. ผิวทางลาดยางเดิม

- ต้องสะอาดปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปน

- กรณีผิวหน้าไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่นและไม่มีการทำชั้นปรับระดับ ให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ

- กรณีผิวทางเดิมมีการยุบตัว (Sag and Depression) หรือเป็นแอ่งเฉพาะแห่ง แต่ไม่ใช่จุดอ่อนตัว (Soft Spot) ให้ปรับระดับส่วนที่ยุบตัว ตามข้อกำหนดของ ทล.-ม. 408/2532

- กรณีมีหลุมบ่อ รอยแตก จุดอ่อนตัว หรือความเสียหายของชั้นทางใดๆ ต้องตัดหรือขุดออก แล้วปะซ่อมหรือขุดซ่อมแล้วแต่กรณี

- กรณีผิวทางลาดยางเดิมที่มีแอสฟัลต์เยิ้ม ให้แก้ไขโดยการปาดแอสฟัลต์ที่เยิ้มออก

- จะต้องทำ Tack Coat ก่อน ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ

ง. การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบนพื้นสะพานคอนกรีตและบริเวณขอบโครงสร้างคอนกรีต

- ต้องขุดวัสดุยาแนวรอยแตกและรอยต่อส่วนเกินที่ติดอยู่ที่ผิวพื้นคอนกรีตออกให้หมด ล้างทำความสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกให้หมด แล้วทำ Tack Coat

จ. การวางแนว

- ก่อนการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทุกชั้น จะต้องวางแนวขอบชั้นทางที่จะปู โดยใช้เชือกขึงวางแนวและยึดติดกับพื้นที่ที่จะปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้แน่น หรือวิธีการกำหนดแนวอื่นใดที่เหมาะสมและนายช่างผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

- การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตติดกับ Curb และ Gutter หรือส่วนของโครงสร้างใดๆ ที่มีแนวถูกต้องตามแบบอยู่แล้วก็ให้ปูไปตามแนวนั้น

4.4.10 การทำแปลงทดลองเพื่อกำหนดรูปแบบของการบดทับ

- ก่อนเริ่มการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อให้ใช้เครื่องจักรบดทับที่มีอยู่ได้ถูกต้องเหมาะสมต่องานและเกิดประโยชน์สูงสุด ควรทำแปลงทดลองในสนามยาวประมาณ 100 – 150 เมตร เพื่อกำหนดรูปแบบของการบดทับ (Pattern of Rolling) ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต เมื่อบดทับเสร็จแล้วต้อง มีความเรียบ ความแน่นสม่ำเสมอ ได้ระดับความลาดตามแบบ และมีคุณสมบัติอื่นๆ ถูกต้องตามที่กำหนด

- การกำหนดรูปแบบการบดทับที่เหมาะสมสำหรับเครื่องจักรบดทับ ให้ผู้รับจ้างดำเนินการทดลองบดทับ เพื่อกำหนดขนาดพื้นที่ที่บดทับ ให้สัมพันธ์กับกำลังผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของโรงงานผสม อัตราการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตและเพื่อทราบจำนวนเที่ยวการบดทับเต็มผิวหน้าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Coverage) จำนวนเที่ยวการบดทับซ้ำที่ช่องทางบดทับแต่ละช่อง (Pass) ความเร็วของรถบดแต่ละชนิดในการบดทับและอื่นๆ

- การทำแปลงทดลองบดทับ ให้ดำเนินการแก้ไขปรับการใช้งานหรือเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับ จนกว่าจะสามารถบดทับได้ถูกต้องตามที่กำหนดและนายช่างผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้ว จึงนำไปใช้เป็นบรรทัดฐานในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในงานอื่นๆ ต่อไป

- ในระหว่างการก่อสร้าง หากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกี่ยวกับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหรือเครื่องจักรบดทับที่ใช้งานและอื่นๆ นายช่างผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาให้ปรับปรุงแก้ไขหรือทำแปลงทดลองในสนาม เพื่อทดลองหาความเหมาะสมใหม่ก็ได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน



รูปที่ 22 รูปแบบของการบดทับ

4.5 การก่อสร้าง

4.5.1 การควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม

ก. การควบคุมอุณหภูมิ

(1) มวลรวม

- ก่อนการผสมต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 163 ± 8 องศาเซลเซียส และมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 1 โดยมวลของมวลรวม

- ขณะผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่โรงงานผสม จะต้องมียุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

(2) แอสฟัลต์ซีเมนต์

- ขณะเก็บในถังเก็บแอสฟัลต์ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

- เมื่อจะผสมกับมวลรวมที่โรงงานผสมต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 159 ± 8 องศาเซลเซียส หรือมียุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

(3) ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเมื่อผสมเสร็จ

- ก่อนนำออกจากโรงงานผสมจะต้องมียุณหภูมิระหว่าง 121 – 168 องศาเซลเซียส หรือตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงานถ้ามีอุณหภูมิแตกต่างไปกว่าที่กำหนดนี้ ห้ามนำไปใช้งาน



รูปที่ 23 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

(4) ต้องมีการบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่ผ่านหีบเผา อุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ขณะก่อนผสมกับมวลรวมและอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน โดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ พร้อมทั้งให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลาและผู้รับจ้างจะต้องส่งบันทึกการอุณหภูมิดังกล่าวประจำวัน แก่นายช่างผู้ควบคุมงานทุกวันที่ปฏิบัติงาน

(5) การวัดอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่อยู่ในรถบรรทุก ต้องใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่อ่านอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว การวัดอุณหภูมิให้วัดผ่านรูที่เจาะไว้ข้างกระเบรรถบรรทุกทั้ง 2 ด้าน ที่ประมาณกึ่งกลางความยาวของกระเบรและสูงจากพื้นกระเบรประมาณ 150 มิลลิเมตร การวัดอุณหภูมิให้วัดจากรถบรรทุกทุกคันแล้วจดบันทึกอุณหภูมิไว้

ข. การควบคุมเวลาในการผสม

- โรงงานผสมต้องมี เครื่องตั้งเวลาและควบคุมเวลาแบบอัตโนมัติที่สามารถตั้งและปรับเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกได้ตามต้องการ

- สำหรับโรงงานผสมแบบชุด ระยะเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกควรใช้ประมาณ 15 วินาที และ 30 วินาที ตามลำดับ

- สำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง ระยะเวลาในการผสมให้คำนวณจากสูตรตามข้อ 4.3.1



รูปที่ 24 ห้องควบคุมการทำงาน

- ต้องได้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่สม่ำเสมอ ในกรณีที่ผสมกันตามเวลาที่กำหนดไว้แล้ว แต่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังผสมกันได้ไม่สม่ำเสมอให้เพิ่มเวลาในการผสมขึ้นอีกก็ได้แต่เวลาที่ใช้ในการผสมทั้งหมดต้องไม่เกิน 60 วินาที ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

- การกำหนดเวลาในการผสมของโรงงานผสมใดๆ ให้กำหนดโดยการทดลองหาปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวม ตามวิธีการทดลอง AASHTO T 195-67 “Determining Degree of Particle Coating of Bituminous - Aggregate Mixtures “ โดยให้ถือหลักเกณฑ์กำหนดตามตารางที่ 4 - 5

ตารางที่ 4 - 5 ปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวม

ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต	ปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวมร้อยละโดยพื้นที่
พื้นทาง	ไม่น้อยกว่า 90
ผิวทาง รองผิวทาง ไหล่ทาง ปรับระดับ	ไม่น้อยกว่า 95

ค. การควบคุมคุณภาพส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

- มวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีคุณสมบัติตามข้อ 1
- คุณภาพของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต้องสม่ำเสมอ ตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้กำหนดขึ้นสำหรับแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นๆ
- สูตรส่วนผสมเฉพาะงานอาจเปลี่ยนแปลงได้ ตามเหตุผลในข้อ 4.4.5 และข้อ 4.4.6



รูปที่ 25 การควบคุมการทำงานของโรงงานผสม

4.5.2 การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ก. เตรียมก่อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องทดลองโดย

- เก็บตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากรถบรรทุกที่โรงงานผสมก่อนขนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้าง
- สุ่มตัวอย่างประจำวันเป็นระยะๆ แล้วนำไปดำเนินการในห้องทดลองโดยให้ได้ก่อนตัวอย่างอย่างน้อย 8 ก่อน ตัวอย่างในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน
- อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในขณะบดอัดก่อนตัวอย่างในห้องทดลองจะต้องตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน
- ระหว่างดำเนินการในห้องทดลอง อนุญาตให้นำตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเข้าอบในเตาอบเพื่อรักษาอุณหภูมิสำหรับการบดอัดที่กำหนด ได้นานไม่เกิน 30 นาที

ข. ทดลองหาความแน่นของก้อนตัวอย่าง

- ดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 604/2517 “วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall “
- นำค่าความแน่นที่ทดลองได้จากก้อนตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าความแน่นในห้องทดลองประจำวัน สำหรับใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบเป็นค่าความแน่นร้อยละของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม

ค. ทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์และขนาดผละของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

- เก็บตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากรถบรรทุกที่โรงงานผสมก่อนขนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้าง
- ทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์และขนาดผละของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้เครื่อง Centrifuge Extractor

ง. ทดลองหาขนาดผละของวัสดุ Hot Bin

ในระหว่างการผลิตหรือเมื่อก่อนเลิกงานแต่ละวัน ต้องทำการเก็บตัวอย่าง Hot Bin เพื่อตรวจสอบขนาดผละว่ายังคงเป็นไปตามแบบส่วนผสมหรือไม่

4.5.3 การขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

- ใช้รถบรรทุกที่เตรียมไว้แล้วโดยถูกต้องตามข้อ 3.2
- ต้องมีผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ



รูปที่ 26 รถขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

4.5.4 การตรวจสอบความพร้อมในการทำงานของเครื่องจักร

- ใช้เครื่องปูและเครื่องจักรบดทับที่ถูกต้องตามที่กำหนด
- มีจำนวนเพียงพอเครื่องจักรบดทับที่จะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก

4.5.5 การปูและการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

ดำเนินการตาม ทล.-ม. 408/2532

4.6 การตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว

หลักเกณฑ์การตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีดังนี้

4.6.1 ลักษณะผิว (Surface Texture)

- ต้องได้ระดับและความลาดตามแบบ
- มีลักษณะผิว และลักษณะการบดทับที่สม่ำเสมอ ไม่ปรากฏความเสียหาย เช่น แอสฟัลต์คอนกรีตที่ผิวหน้าหลุด (Pull) รอยฉีก (Tom) ผิวหน้าหลวมหรือแยกตัว (Segregation) เป็นคลื่น (Ripple) หรือความเสียหายอื่นๆ
- หากตรวจสอบพบความเสียหายดังกล่าว จะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

4.6.2 ความเรียบที่ผิว (Surface Tolerance)

เมื่อใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตามข้อ 3.8.5 วางทาบบนผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในแนวตั้งฉากและในแนวขนานกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบ จะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4.6.3 ความแน่น (Density)

ก. เจาะก้อนตัวอย่างตัวแทนของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วโดย

- ใช้เครื่องเจาะตัวอย่างที่ถูกต้องตามข้อ 3.8.4
- เจาะเก็บก้อนตัวอย่างจำนวน 1 ก้อนตัวอย่างทุกๆ ระยะทางประมาณ 250 เมตร หรือทุกๆ ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่นำมาใช้งานประมาณ 100 ตัน

ข. ทดลองหาค่าความแน่นตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 604/2517 “วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall”

ค. เปรียบเทียบค่าความแน่นของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต กับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง ตามรายละเอียดดังนี้

- ชั้นผิวทาง ชั้นรองผิวทาง และชั้นปรับระดับแอสฟัลต์คอนกรีตต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน
- ชั้นพื้นทาง ต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน
- ชั้นผิวไหล่ทางต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 96 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน

4.6.4 ปริมาณแอสฟัลต์และขนาดผละของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์และขนาดผละของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดย

- เจาะก้อนตัวอย่าง ตาม 4.6.3.2
- ทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์และขนาดผละของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้เครื่อง Centrifuge Extractor

4.7 ข้อเสนอแนะและข้อเสนอนแนะ

- สภาพผิวชั้นทางก่อนการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องแห้งห้ามปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะฝนตกหรือเมื่อผิวชั้นทางที่เปียกชื้น
- ใช้ความเร็วให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และปัจจัยอื่นๆ
- ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีลักษณะจับตัวเป็นก้อนแข็ง ห้ามนำมาใช้
- อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะปู ไม่ควรคลาดเคลื่อนไปจากอุณหภูมิเมื่อออกจากโรงงานผสมเกินกว่า 14 องศาเซลเซียส และต้องไม่ต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียส

- ตรวจวัดอุณหภูมิแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูแล้วบนถนนจะต้องดำเนินการเป็นระยะๆ ตลอดเวลาของการปูหากปรากฏว่าอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไม่ถูกต้องตามที่กำหนดให้ตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขโดยทันที



รูปที่ 27 การปูและตรวจวัดอุณหภูมิ

- การบดทับเริ่มบดทับขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิระหว่าง 120 – 150 องศาเซลเซียส
- การบดทับขั้นต้น ให้ดำเนินการเมื่อส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียส



รูปที่ 28 การบดทับ

- การบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) ให้ใช้รถบดล้อยางเริ่มดำเนินการบดทับเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส
- การบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ให้ใช้รถบดล้อเหล็กแบบไม่สันสะท้อนหรือใช้รถบดสันสะท้อนแต่บดทับโดยไม่สันสะท้อนทั้งนี้ให้เริ่มดำเนินการเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 66 องศาเซลเซียส

4.8 การรายงานผล

4.8.1 การตรวจสอบคุณภาพวัสดุ Cold Bin

- ทดลองตรวจสอบขนาดผลของวัสดุ Cold Bin ทุกๆ เดือน หรือทุกครั้งเมื่อเห็นว่าวัสดุที่ขามาใช้มีการเปลี่ยนแปลง โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 2
- ทดลองค่า Sand Equivalent ของวัสดุ Cold Bin หินฝุ่น ทุกๆ เดือน หรือทุกครั้งเมื่อเห็นว่าวัสดุที่ขามาใช้มีการเปลี่ยนแปลง โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 4

4.8.2 การตรวจสอบคุณภาพวัสดุ Hot Bin

- ทดลองตรวจสอบขนาดกะของวัสดุ Hot Bin ทุกๆ วันทำงาน โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 2

- ทดลองค่า Sand Equivalent ของวัสดุ Hot Bin ทุกๆ วันทำงาน โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 4

4.8.3 การตรวจสอบคุณภาพวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

- ทดลองวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตามวิธีมาร์แชล โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 1

- ทดลองล้างยางวัสดุผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อหาเปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์ซีเมนต์และขนาดกะของมวลรวม โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 3

4.8.4 การตรวจสอบคุณภาพแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว

- เจาะเก็บตัวอย่างจากสนามทุกๆ เข้า หลังวันก่อสร้างผิวทางแล้วเสร็จ

- ทดลองค่าความแน่นของก้อนตัวอย่างจากสนามพร้อมรายงานเปอร์เซ็นต์การบดอัด โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 1

- ทดลองล้างยางก้อนตัวอย่างจากสนามเพื่อหาเปอร์เซ็นต์แอสฟัลต์ซีเมนต์และขนาดกะของมวลรวม โดยรายงานผลตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 – 3

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4-1

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

HOT MIX DESIGN DATA BY THE MARSHALL METHOD

TEST NO. PROJECT LAYER

STA

INSPECTER DATE

Mix Proportion Hot Bin 1 : 2 : 3 : 4 = ... Pen. Grade AC 60 / 70

Avg. Sp.Gr. Aggregate and Filler (Gag) = ... Sp. Gr. AC (Gac) = 1.02

Compaction, number of blows each end = ... Bitumen Absorption (x) = ... %

				LAB				FIELD			
No. of sample											
% AC by Mass of Agg. (a)											
% AC by Mass of Mix (b)											
% Eff. AC by Mass of Mix (c): $b-x \frac{(100-b)}{100}$											
spec. Hgt. in. (d)											
DENSITY											
Mass in air gm. (e)											
Mass sat. surface Dry gm. (f)											
Mass in water gm. (g)											
Bulk Volume ml. (h) : f - g											
Bulk Density gm./ml. (i) : c/h											
Average Density (I)											
VOIDS ANALYSIS											
Volume AC % (j) : $c*I/Gac$											
Volume Agg. % (k) : $(100-b)*I/Gag$											
VMA % (l) : $100-k$											
Air Voids % (m) : $1-j$											
VFA % (n) : $100*j/l$											
STABILITY											
Meas. Lbs											
Adjust Lbs											
Average Stability											
FLOWS											
Meas. 1/100"											
Average Flows											

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4-2

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

อันดับการทดลองที่

โครงการ ฯ

เจ้าหน้าที่ทดลอง

วันที่ทดลอง

SIEVE ANALYSIS & BIN COMBINATION

Layer

Material

BIN 1				BIN 2			
Sieve Sizes	Retained (gm.)	Passing (gm.)	% Passing	Sieve Sizes	Retained (gm.)	Passing (gm.)	% Passing
3/8"				1/2"			
#4				3/8"			
#8				#4			
#16				#8			
#30				#16			
#50				#30			
#100							
#200							
BIN 3				BIN 4			
Sieve Sizes	Retained (gm.)	Passing (gm.)	% Passing	Sieve Sizes	Retained (gm.)	Passing (gm.)	% Passing
3/4"				1"			
1/2"				3/4"			
3/8"				1/2"			
#4				3/8"			
#8				#4			

BIN COMBINATION

Sieve Sizes	%Passing					Combined	Desired	Tolerant Limit
	Filler	Bin 1	Bin 2	Bin 3	Bin 4			
1"								
3/4"								
1/2"								
3/8"								
#4								
#8								
#16								
#30								
#50								
#100								
#200								

Mix Proportion

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4-3

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

อันดับการทดลองที่.....

โครงการ ฯ

เจ้าหน้าที่ทดลอง..... วันที่ทดลอง.....

ASPHALT CONTENT AND AGGREGATE GRADATION OF MIXTURE

Layer Sta.....

Asphalt Content		Lab	Field
Mass of Bowl + Filter Ring	(gm)		
Mass of Bowl + Filter Ring + Sample	(gm)		
Mass of Sample M ₁	(gm)		
Mass of Bowl + Filter Ring + Mass of Extracted Aggregate	(gm)		
Mass of Extracted Aggregate M ₂	(gm)		
Mass of Ash in Extract M ₃	(gm)		
Asphalt Content by Mass of Aggregate	$\frac{M_1 - M_2 - M_3}{M_2 + M_3} * 100$ (%)		
Correction by Centrifuge Extractor	(%)		
Asphalt Content by Correction	(%)		

Sieve Sizes	Lab			Field			Tolerant Limit
	Retained gm	Passing gm	Passing %	Retained gm	Passing gm	Passing %	
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
#4							
#8							
#16							
#30							
#50							
#100							
#200							

Remark :

.....

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4-4

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

เจ้าของตัวอย่าง วันที่รับหนังสือ
 หนังสือที่ วันที่รับตัวอย่าง
 ทางสาย
 เจ้าหน้าที่ทดลอง วันที่ทดลอง

Sand Equivalent Test

Material
 Source

Sample No.	Source	Sand Reading	Clay Reading	S.E = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$

REMARKS

ภาคผนวกที่ 4 – 1

เครื่องมือทดลองในสนาม สำหรับควบคุมผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

ภาคผนวกที่ 4 – 1

เครื่องมือทดลองในสนาม สำหรับควบคุมผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

ลำดับที่	รายการเครื่องมือทดลอง	หน่วยนับ	จำนวน
1.	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 38.1 มม. (1 ½ นิ้ว)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 25.0 มม. (1 นิ้ว)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 19.0 มม. (¾ นิ้ว)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 12.5 มม. (½ นิ้ว)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 9.5 มม. (3/8 นิ้ว)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 2.56 มม. (เบอร์ 8)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 1.18 มม. (เบอร์ 16)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 0.600 มม. (เบอร์ 30)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 0.300 มม. (เบอร์ 50)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 0.150 มม. (เบอร์ 100)	อัน	1
	Sieve Dia 200 มม. (8 นิ้ว) ขนาด 0.075 มม. (เบอร์ 200)	อัน	1
	Pan	อัน	1
	Cover	อัน	1
2.	Sieve Shaker	เครื่อง	1
3.	Sample Splitter	เครื่อง	1
4.	Electric Oven (Temperature Rangs 250° C)	ตู้	1
5.	Standard Water bath	ใบ	1
6.	Thermometer แบบแท่งแก้ว (200°C)	อัน	2
7.	Metal Thermometer (250°C)	อัน	1
8.	เครื่องชั่ง ขนาด 2,610 gm. อ่านละเอียด 0.1 gm.	เครื่อง	1
9.	เครื่องชั่ง ขนาด 20 kg. อ่านได้ละเอียด 0.1 gm.	เครื่อง	1
10.	Hot Plate (200°C)	ตร.ชม.	900
11.	Double Burner	เครื่อง	1
12.	Bunsen and Tripod	ชุด	1
13.	Compaction Pedestal	ชุด	1
14.	Compaction Mold Holder	ชุด	1

15.	Stability Compaction Mold	ชุด	15
16.	Stability Compaction Hammer	อัน	1
17.	Stability Compression Machine	เครื่อง	1
18.	Proving Ring 10,000 lbs. With dial Indicator 0.0001 in division with 2 in dia. Penetration Piston.	ชุด	1
19.	Asphalt Flow Indicator	ชุด	1
20.	Sand Equivalent Apparatus	ชุด	1
21.	Centrifuge Extractor	เครื่อง	1
22.	Sample Extruder	เครื่อง	1
23.	ชุดทดลอง Specific Gravity of Fine Aggregate and Absorption ประกอบด้วย		
	- Sand Absorption Cone and Tamper	ชุด	1
	- Volumetric Flask 500 ml.	ใบ	2
24.	Vacuum pump	เครื่อง	1
25.	Filtering Flask มีความมาตรฐาน ASTM D-2041 (2000 ml.)	ใบ	2
26.	Stability Mold	อัน	1
27.	Core Drilling Machine	เครื่อง	1
28.	เครื่องมือทดลองหา Flakiness Index	อัน	1
29.	เครื่องมือทดลองหา Elongation Index	อัน	1
30.	เบ็ดเตล็ด เช่น Glove , Spatula, Spade } Scoop น้ำยาล้างยาง Trichloroethylene กระดาษกรอง	ตามความ จำเป็น	

ภาคผนวกที่ 4 – 2
การตรวจสอบโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

ภาคผนวกที่ 4 – 2

การตรวจสอบโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

1. การตรวจสอบสภาพรายละเอียดทั่วไป

ทำการตรวจสอบ ข้อมูลต่างๆ ของโรงงานผสม เช่นบริษัทผู้ผลิต รุ่น กำลังผลิต อายุการใช้งาน ชนิดและสภาพทั่วไปพร้อมรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ของโรงงานผสม โดยตรวจสอบตามแบบฟอร์ม “การตรวจสอบโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Plant)” ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 บันทึกรายละเอียดทั่วไปของงานที่ก่อสร้าง

- ชื่อโครงการฯ
- ผู้ก่อสร้าง
- ผู้ควบคุมงาน
- สถานที่ตั้งโรงงานผสม

1.2 บันทึกรายละเอียดทั่วไปของโรงงานผสม

- บริษัทผู้ผลิต, รุ่น
- สภาพทั่วไปของโรงงานผสม

1.3 ตรวจสอบระบบจัดเก็บและป้อนวัสดุ

ระบบจัดเก็บและป้อนวัสดุประกอบด้วย ยุ้งหินเย็น (Cold Bin) และถังบรรจุแอสฟัลต์ (Asphalt Tank) ซึ่งมีรายละเอียดการตรวจสอบดังนี้

1.3.1 ยุ้งหินเย็น (Cold Bin)

ก) จำนวนยุ้ง

- มีอย่างน้อย 4 ยุ้ง
- กรณีมีการนำทรายมาใช้ต้องแยกทรายและหินฝุ่นคนละยุ้ง ห้ามนำมาผสมในยุ้งเดียวกันหรือใน Stock Pile
- ใ้สวมลวมในแต่ละยุ้งให้พอดี อย่าให้มีการล้นข้ามไปยุ้งอื่น



รูปที่ 1 ยุ้งหินเย็น (Cold Bin)

ข) ขนาดของมวลรวมที่บรรจุ

- ใช้มวลรวมขนาดใหญ่อยู่ส่วนท้าย เพื่อปล่อยลงสู่สายพานลำเลียงก่อนและรองอยู่ใต้มวลรวมละเอียดเพื่อป้องกันมวลรวมละเอียดติดสายพาน

ค) การติดตั้งเครื่องสั่นสะเทือน

- ติดตั้งบริเวณข้างยุ้งด้านนอก
- ติดที่ยุ้งมวลรวมละเอียด



รูปที่ 2 การติดตั้งเครื่องสั่นสะเทือนและการป้อนวัสดุของยุ้งหินเย็น (Cold Bin)

ง) ลักษณะการป้อนหิน

- ตรวจสอบว่ามีการป้อนวัสดุอย่างไร สำหรับกำหนดวิธีการตรวจสอบอัตราการไหลของมวลรวมในแต่ละยุ้ง เพื่อให้ป้อนมวลรวมเข้าสู่โรงงานผสมได้อย่างถูกต้อง

จ) การตรวจสอบอื่นๆ

- กรณีที่มีรายละเอียดมากกว่าหัวข้อที่กำหนดให้บันทึกการตรวจสอบพร้อมคำแนะนำการแก้ไขด้วย

1.3.2 ถังบรรจุแอสฟัลต์ (Asphalt Tank)

ก) จำนวนถังบรรจุ

- ควรมีถังบรรจุอย่างน้อย 2 ถัง เพื่อความสะดวกในการให้ความร้อน
- มีความจุรวมไม่น้อยกว่าที่ใช้ผลิตส่วนผสมของโรงงานผสมใน 1 วัน
- มีสภาพดีและไม่รั่วซึม

ข) ระบบท่อร้อนในถังบรรจุ

- กรณีการให้ความร้อนแก่แอสฟัลต์ของโรงงานผสมเป็นแบบทางอ้อม (Indirect Heat) ภายในถังบรรจุ ต้องมีท่อให้ความร้อนที่จัดวางได้ขนาดความยาวและตำแหน่งเหมาะสมกับปริมาณแอสฟัลต์ในถัง

ค) ระบบการหมุนเวียนแอสฟัลต์ในถัง

- หากโรงงานผสมไม่มีระบบหมุนเวียนแอสฟัลต์ภายในถังจะใช้วิธีดึงแอสฟัลต์เข้าสู่ระบบท่อนำส่งแล้วปล่อยย้อนกลับสู่ถัง เพื่อให้แอสฟัลต์มีความร้อนตามที่ต้องการได้เร็วขึ้น



รูปที่ 3 ถังบรรจุแอสฟัลต์และระบบท่อหมุนเวียน

ง) คำนวณกันความร้อนท่อส่งแอสฟัลต์

- ในระบบท่อส่งแอสฟัลต์ควรมีฉนวนหุ้มเพื่อรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ให้คงที่



รูปที่ 4 ระบบให้ความร้อนและการรักษาความร้อนของระบบท่อหมุนเวียน

จ) เครื่องควบคุมอุณหภูมิของแอสฟัลต์ในถัง

- หากไม่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากขึ้นเพื่อไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไปจนทำลายโครงสร้างโมเลกุลของแอสฟัลต์หรือถูกปล่อยให้อุณหภูมิลดลงจนต่ำกว่าข้อกำหนด

ฉ) ตำแหน่งปลายท่อส่งแอสฟัลต์ไหลกลับ

ช) อุปกรณ์ตัดการทำงานเมื่อแอสฟัลต์หมดถัง

ซ) อุปกรณ์ให้ความร้อนแอสฟัลต์

- ตรวจสอบชนิดและประสิทธิภาพเพื่อวางแผนการผลิตให้เหมาะสม

1.4 การตรวจสอบระบบให้ความร้อนมวลรวม

1.4.1 หม้อเผา (Dryer)

ก) รายละเอียดผู้ผลิต

- บริษัทผู้ผลิต
- รุ่น หรือ แบบ (Model)

ข) ขนาด

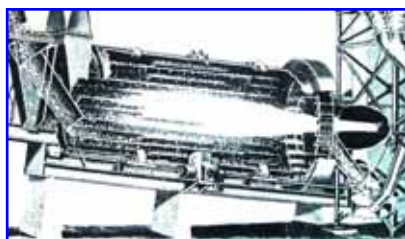
ค) การติดตั้ง

- ความลาดเอียงของหม้อเผา

ง) สภาพทั่วไป

- ต้องอยู่ในสภาพดี ไม่รั่ว
- สามารถหมุนรอบตัวได้ต่อเนื่องไม่ติดขัด

จ) กำลังผลิต



รูปที่ 5 หม้อเผาและลักษณะการให้ความร้อนมวลรวม

ฉ) สภาพห้องเผาไหม้

- เหล็กรางยาว (Flights) ที่ติดตั้งไว้ภายในห้องเผาไหม้ จะต้องอยู่ในสภาพดีไม่โก่งงอ หรือชำรุด หากพบว่าผิดปกติ ควรรีบดำเนินการแก้ไขทันที

1.4.2 หัวเผา

ก) รายละเอียดผู้ผลิต

- ชื่อบริษัทผู้ผลิต
- รุ่น



รูปที่ 6 หัวเผา

ข) ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง

ค) การอุ่นเชื้อเพลิงก่อนเผา

ง) การทำงานของหัวเผา

- สามารถทำความร้อนได้ตามต้องการ
- เพิ่มลดเปลวไฟได้โดยไฟไม่ดับ
- มวลรวมเมื่อเผาแล้วต้องสะอาดไม่มีคราบเขม่า
- คว้นที่ออกจากปล่องจะมีลักษณะขาวไม่ดำ



รูปที่ 7 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้

1.4.3 เครื่องเก็บฝุ่น (Dust Collector)

โรงงานผสมจะมีเครื่องเก็บฝุ่น 2 ชุด คือ ชุดหลัก (Primary) และชุดรอง (Secondary) ซึ่งมี การตรวจสอบเหมือนกันคือ

ก) รายละเอียดผู้ผลิต

- ชื่อบริษัทผู้ผลิต

ข) จำนวนเครื่องเก็บฝุ่น



รูปที่ 8 ระบบเก็บกักฝุ่น

- จำนวนเครื่องเก็บฝุ่น
- ระบุชนิด

ค) การควบคุมการเก็บฝุ่นไปใช้งาน

- โรงงานผสมบางรุ่นจะเก็บฝุ่นที่ถูกดูดออกทางส่วน ท้ายของหม้อเผา กลับมาใช้ทั้งหมด บางรุ่นสามารถเก็บกลับมาได้บางส่วน ตามแต่ชนิดและขนาด ของเครื่องเก็บฝุ่น โดยฝุ่นละเอียดเหล่านี้จะถูกส่งย้อนกลับมาลงที่ Hot Bin 1 ดังนั้นหากระบบการนำฝุ่นกลับมาใช้ไม่สมบูรณ์ จะมีผลให้ขนาดคละของ Hot Bin 1 ไม่คงที่ตลอดเวลาการผลิต ส่งผลให้คุณภาพส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผลิตมี คุณภาพไม่คงที่ด้วย

ง) อุปกรณ์การเก็บฝุ่นคืน



รูปที่ 9 อุปกรณ์เก็บฝุ่นกลับคืน

1.4.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ ณ.จุดต่างๆ

- ณ หม้อเผา (Dryer) บริเวณส่วนท้ายที่มวลรวมไหลออก
- ณ ถังบรรจุแอสฟัลต์ (Asphalt Tank)
- ณ ท่อส่งแอสฟัลต์ก่อนเข้าหม้อผสม
- ณ ยูนิตร้อน (ติดตั้งในยูนิต Hot Bin 1)

การตรวจสอบเครื่องวัดอุณหภูมิในแต่ละจุดจะมีรายละเอียดการตรวจสอบเหมือนกันคือ

ก) บริษัทผู้ผลิต



รูปที่ 10 เครื่องวัดอุณหภูมิ

ข) ความร้อนสูงสุดที่วัดได้

ค) ความละเอียดในการวัด

ง) ประเภทของเครื่องวัด (หลอดแก้ว, โลหะ)

จ) ตำแหน่งที่ติดตั้ง

1.5 การตรวจสอบระบบการร่อนและจัดเก็บมวลรวม

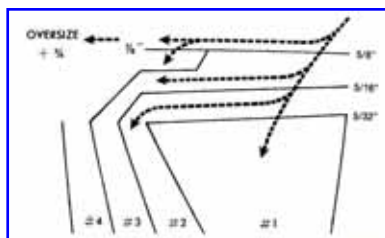
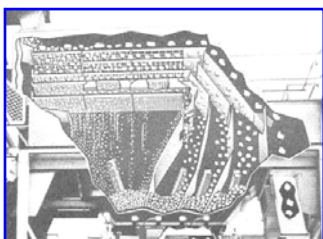
1.5.1 ตะแกรงร่อน (Screen)

ก) จำนวนตะแกรง

- เป็นกี่ชั้น (Bin) ซึ่งจำนวนชั้นก็จะขึ้นอยู่กับจำนวนตะแกรง

ข) ขนาดตะแกรง

- ตะแกรงชั้นบนสุด ใช้ขนาด 7/8" ถึง 1 1/8"
- ตะแกรงชั้นบนที่ 2 ใช้ขนาด 9/16" ถึง 5/8"
- ตะแกรงชั้นบนที่ 3 ใช้ขนาด 5/16" ถึง 3/8"
- ตะแกรงชั้นบนที่ 4 ใช้ขนาด 5/32" ถึง 3/16"



รูปที่ 11 ตะแกรงร่อน

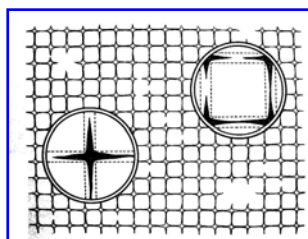
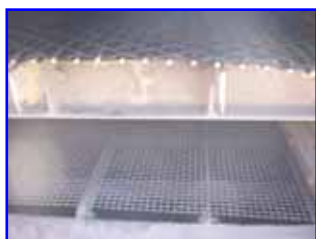
ค) พื้นที่ตะแกรง

ง) สภาพตะแกรง

- ต้องอยู่ในสภาพดี
- ควรมีสำรองหากเกิดการขาดหรือชำรุด

จ) ระบบการสั่นของตะแกรง

- ตรวจสอบการทำงานของส่วนต่างๆ ให้ทำงานได้สมบูรณ์



รูปที่ 12 การตรวจสอบสภาพตะแกรงร่อน

ค) ปริมาณการผ่านเลยไป Bin อื่น

1.5.2 ถังหินร้อน (Hot Bin)

ก) ท่อระบายหินล้นถัง

- ท่อระบายหินล้นถังเปิดตลอดเวลา ไม่มีหินอุดตัน



รูปที่ 13 ท่อระบายหินล้นถัง

ข) สภาพถัง

- สภาพถัง Hot Bin ต้องดี สามารถแยกหิน Hot Bin แต่ละ Bin ออกจากกันได้เด็ดขาดไม่ไหลลงมาปะปนกัน

ค) ท่อเก็บตัวอย่าง

ง) การเปิดปิดปากถัง

- บันทึกลักษณะการบังคับเปิด-ปิดปากถัง



รูปที่ 14 การบังคับเปิด-ปิดปากถัง Hot Bin

1.5.3 ถังวัสดุผสมแทรก

ก) สภาพถัง

- ต้องปิดสนิทไม่มีรอยรั่ว

ข) ลักษณะการทำงาน

- การป้อนส่วนละเอียดเข้าสู่การผสมทำได้หลายวิธี เช่น การชั่งน้ำหนัก การใช้เกลียวดึง ฯลฯ จึงต้องตรวจสอบเพื่อกำหนดวิธีและปริมาณที่จะใช้ขณะผสม

ค) สภาพที่ชำรุดและการแก้ไข

- บันทึกลักษณะการชำรุดและแนวทางแก้ไข

1.6 การตรวจสอบระบบการวัดปริมาณและการผสม

1.6.1 เครื่องชั่ง แบ่งออกเป็น เครื่องชั่งมวลรวม เครื่องชั่งแอสฟัลต์และเครื่องชั่งวัสดุผสมแทรก ซึ่งมีรายการตรวจสอบเหมือนกันคือ



รูปที่ 15 เครื่องชั่ง

ก) รายละเอียดผู้ผลิต

- บันทึกชื่อบริษัทผู้ผลิต
- ชนิดของเครื่องชั่ง

ข) น้ำหนักสูงสุดในการชั่ง

ค) ความละเอียด

ง) การบันทึกน้ำหนัก

1.6.2 ชุดวัดปริมาตรแอสฟัลต์ ในโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง การปล่อยแอสฟัลต์เข้าสู่ห้องผสมจะทำแบบต่อเนื่อง ในส่วนของการตรวจสอบสภาพและรายละเอียดทั่วไปนี้ จะทำการตรวจสอบ

ก) รายละเอียดผู้ผลิต

- บันทึกชื่อบริษัทผู้ผลิต

ข) ขนาดของ Pressure

1.6.3 หม้อผสม (Pugmill Mixer)

ก) รายละเอียดผู้ผลิต

- บันทึกชื่อบริษัทผู้ผลิต

ข) กำลังผสมต่อครั้ง

ค) รอบของเครื่องผสม

ง) จำนวนใบพายผสม

จ) สภาพใบพาย

ด) ช่องว่างระหว่างใบพายและหม้อผสม

- ต้องตั้งให้มีระยะห่างไม่มากกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด

ข) การปิดของหม้อผสม

- ต้องปิดสนิท เพื่อมิให้มวลรวมละเอียดหรือแอสฟัลต์ไหลออกจากหม้อ

ผสม



รูปที่ 16 หม้อผสม

2. การสอบเทียบสำหรับการใช้งาน

2.1 การสอบเทียบระบบการป้อนหินเย็น (Calibration of Cold Bin)

2.1.1 วิธีใช้ภาชนะรองรับวัสดุจากปากชั่ง

2.1.1.1 หลักการ

เปิดเครื่องป้อนวัสดุที่ปากชั่งหินเย็น (Cold Bin) แล้วใช้ถาดรองรับวัสดุที่ไหลออกมา พร้อมกับจับเวลา บันทึกน้ำหนักวัสดุที่รองรับได้ และช่วงเวลาที่รองรับได้ขณะเปิดเครื่องป้อนวัสดุ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการไหลของวัสดุโดยใช้หน่วยเป็น ตัน/ชั่วโมง แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงช่องเปิดปากชั่งหรือความเร็วรอบมอเตอร์กับอัตราการไหลของวัสดุ

2.1.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบ

- ก) ภาชนะสำหรับรองรับวัสดุ โดยใช้ภาชนะที่มีขนาดเหมาะสม
- ข) เครื่องชั่งขนาดน้ำหนักสูงสุด ประมาณ 100 กิโลกรัม
- ค) นาฬิกาจับเวลา
- ง) ตารางบันทึกข้อมูล



รูปที่ 17 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับใช้สอบเทียบเครื่องชั่งมวลรวม

2.1.1.3 ขั้นตอนการสอบเทียบ

ก) กำหนดความสูงของช่องเปิดปากชั่ง หรือความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องป้อนวัสดุ หรือทั้ง 2 อย่าง

ข) เดินเครื่องป้อนวัสดุให้วัสดุไหลออกมาจากปากชั่งจนมีอัตราคงที่ แล้วจึงใช้ภาชนะรองรับวัสดุที่ไหลออกมาพร้อมจับเวลา เมื่อได้ปริมาณวัสดุ พอสมควร ก็หยุดเครื่องพร้อมหยุดเวลา



รูปที่ 18 ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องชั่งมวลรวม

ค) ชั่งน้ำหนักวัสดุที่ไหลออกมาแล้วจดบันทึกพร้อมกับเวลาที่ใช้เดินเครื่องป้อน

ง) ทำซ้ำตามข้อ ข) และ ค) อีกอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักวัสดุไหลออก และเวลาที่ใช้ แล้วคำนวณหาอัตราการไหลของวัสดุ ที่ความสูงช่องเปิด หรือที่ความเร็วรอบมอเตอร์เครื่องป้อนวัสดุนั้นๆ

จ) เปลี่ยนความสูงของช่องเปิดหรือความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องป้อนวัสดุ

ฉ) ทำซ้ำ ข้อ ข) ถึง ง)

ช) สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงช่องเปิดปากชั่งหรือความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องป้อนวัสดุกับอัตราการไหลของวัสดุ

2.1.1.4 ข้อแนะนำ

ก) ปริมาณวัสดุที่รองรับจากปากชั่งซึ่งชั่งเป็นกิโลกรัม และเวลาที่ใช้ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที ต้องมากพอที่จะไม่ทำให้การคำนวณแปลงหน่วยเป็น ต้น/ชั่วโมง มีความคลาดเคลื่อนสูง

ข) น้ำหนักวัสดุที่ชั่งได้ในแต่ละความสูงของช่องเปิดปากชั่งหรือที่ความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องป้อนวัสดุนั้น ๆ ควรให้มีค่าเบี่ยงเบนน้อยที่สุด ค่าใดที่น้ำหนักแตกต่างกันไปมากๆ ควรตัดทิ้งเพราะจะทำให้ค่าอัตราการไหลที่คำนวณได้ผิดพลาดไปจากความจริงมาก

ค) สำหรับโรงงานผสมที่สามารถปรับได้ทั้งความสูงช่องเปิดปาก
ยั้งและความเร็วรอบมอเตอร์เครื่องป้อนวัสดุ การสร้างกราฟความสัมพันธ์ ควรจะแปรเปลี่ยนทีละ
ค่า ไม่ควร แปรเปลี่ยนค่าทั้ง 2 พร้อมกัน

ง) การตรวจสอบต้องทำทีละยั้ง และทำให้ครบทุกยั้งโดยใช้วัสดุ
ขนาดที่จะใช้งานจริงมาบรรจุในยั้ง

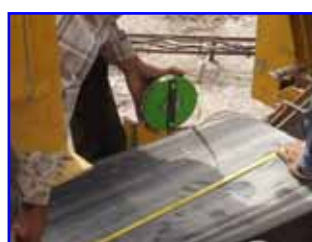
2.1.2 วิธีชั่งน้ำหนักวัสดุบนสายพานลำเลียง

2.1.2.1 หลักการ

ปล่อยให้มวลรวมไหลตกจากปากยั้งลงบนสายพานที่ลำเลียงวัสดุ เข้าสู่
หม้อเผา แล้วหยุดการทำงานของเครื่องป้อนวัสดุ และสายพานลำเลียงให้วัสดุค้างอยู่บนสายพาน
ลำเลียง จากนั้น นำวัสดุที่ค้างอยู่บนสายพานลำเลียงมาชั่งน้ำหนัก เพื่อนำไป คำนวณหาอัตราการ
ไหลของวัสดุ และสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างช่องเปิดปากยั้งหรือความเร็วรอบมอเตอร์กับ
อัตราการไหลของวัสดุ

2.1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

- ก) เทปวัดระยะ
- ข) นาฬิกาจับเวลา
- ค) เครื่องชั่งขนาดน้ำหนักสูงสุดประมาณ 60-100 กิโลกรัม
- ง) ภาชนะใส่วัสดุ
- จ) ตารางบันทึกข้อมูล



รูปที่ 19 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับใช้สอบเทียบเครื่องชั่งมวลรวม

2.1.2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ

- ก) วัดความยาวของสายพานลำเลียง
- ข) จับเวลาเพื่อหาเวลาที่สายพานลำเลียงหมุนครบ 1 รอบ
- ค) กำหนดความสูงของช่องเปิดปากยั้ง หรือความเร็วรอบมอเตอร์ของ
เครื่องป้อนวัสดุ หรือทั้ง 2 อย่าง



รูปที่ 20 การกำหนดจุดบนสายพานและการกำหนดความสูงปากชั่ง Cold Bin

ง) เดินเครื่องป้อนวัสดุพร้อมกับเดินมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียงให้วัสดุไหลออกมาจากปากชั่ง และตกลงบนสายพานลำเลียง รอจนวัสดุที่ตกอยู่บนสายพานลำเลียง มีความสม่ำเสมอ ให้หยุดการป้อนวัสดุลงบนสายพานลำเลียงและหยุดหมุนสายพานลำเลียงพร้อมๆ กัน



รูปที่ 21 เปิดวัสดุจากชั่งลงสู่สายพาน

จ) เมื่อสายพานหยุดนิ่งแล้วให้เลือกวัสดุที่ค้างอยู่บนสายพานที่มีความสม่ำเสมอที่สุดในระยะความยาว 1 เมตร มาชั่งหาน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้



รูปที่ 22 วัดระยะแล้วชั่งน้ำหนักมวลรวม

ฉ) ทำซ้ำตามข้อ ง) และ จ) อีกอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อหาคำนวนหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักวัสดุที่อยู่บนสายพาน แล้วคำนวณหาอัตราการไหลของวัสดุที่ความสูงช่องเปิดหรือที่ความเร็วรอบมอเตอร์เครื่องป้อนวัสดุนั้น

ช) เปลี่ยนความสูงของช่องเปิดหรือความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องป้อนวัสดุ

ซ) ทำซ้ำข้อ ง) ถึง ฉ)

ณ) สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงช่องเปิดปากถังหรือความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องป้อนวัสดุ กับอัตราการไหลของวัสดุ

2.1.2.4 ข้อเสนอแนะ

ก) นำนักวัสดุบนสายพานช่วงความยาว 1 เมตร ที่นำมาซึ่งในแต่ละความสูงของช่องเปิดปากถังหรือที่ความเร็วรอบมอเตอร์ของเครื่องป้อนวัสดุนั้น ๆ ควรให้มีค่าเบี่ยงเบนน้อยที่สุด ค่าใดที่แตกต่างออกไปมาก ๆ ควรตัดทิ้ง เพราะจะทำให้ค่าอัตราการไหลที่คำนวณได้ผิดพลาดไปจากความจริงมาก



รูปที่ 23 ลักษณะสายพานและการกำหนดจุดที่จะตักหินมาชั่ง

ข) กรณีสายพานลำเลียงมีความยาวมากจนสามารถเลือกจุดที่กำหนดความยาว 1 เมตร เพื่อตักวัสดุมาชั่ง เกิน 1 ชุดได้ สามารถใช้จุดที่เพิ่มขึ้นนี้ แทนจำนวนครั้งที่ทำในข้อ 2.1.2.3 ณ) ได้

2.2 การสอบเทียบเครื่องชั่ง (Calibration of Balance)

2.2.1 หลักการ

ใช้ค้อนน้ำหนักมาตรฐาน วางลงบนเครื่องชั่งและอ่านค่าน้ำหนัก จากหน้าปัทม์ น้ำหนักที่วางจะเริ่มจากน้อยไปหามากโดยมีอัตราเพิ่มที่เท่ากัน และน้ำหนักสูงสุดที่ใช้ทดสอบ ควรจะมากกว่าน้ำหนักที่จะใช้ชั่งวัสดุ จริงเมื่อทำการผสม ในการวางค้อนน้ำหนักแต่ละครั้งจะบันทึกค่า น้ำหนักที่วาง และน้ำหนักที่อ่านได้จากหน้าปัทม์ในห้องควบคุม (Control Room) ของโรงงานผสม จากนั้นจะนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักที่แท้จริง กับน้ำหนักที่อ่านได้จากหน้าปัทม์

2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

2.2.2.1 ค้อนน้ำหนักมาตรฐาน



รูปที่ 24 ค้อนน้ำหนักมาตรฐาน

2.2.2.2 ตารางบันทึกค่า

2.2.3 วิธีการ

ก) ตรวจสอบภายในเครื่องชั่งไม่ให้มีวัสดุค้างอยู่ และทำการปรับแต่งให้น้ำหนักที่อ่านให้อยู่ที่ ศูนย์ (Zero Set)

ข) เริ่มวางค้อนน้ำหนักทีละ 1 ค้อน แต่ครั้งที่วางต้องรอให้น้ำปัมหยุดนิ่งและบันทึกค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากหน้าปัทม์ แล้วจึงดำเนินการต่อจนครบน้ำหนักที่ต้องการ



รูปที่ 25 การวางค้อนน้ำหนักมาตรฐานและการอ่านค่า

ค) ทำตาม ข) อย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

ง) สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักจริงกับน้ำหนักที่อ่านได้

2.2.4 ข้อแนะนำ

ก) สำหรับเครื่องชั่งแอสฟัลต์และวัสดุผสมแตรก น้ำหนักที่วางเพื่ออ่านค่าแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 5 กิโลกรัม และสำหรับเครื่องชั่งมวลรวมน้ำหนักที่วางแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 100 กิโลกรัม ทั้งนี้เพื่อให้กราฟความสัมพันธ์ที่จะสร้างขึ้นมีความละเอียดเพียงพอสำหรับการใช้งาน

ข) ก่อนเริ่มวางค้อนน้ำหนักหน้าปัทม์ของเครื่องชั่งต้องอยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ (Zero Set) และเมื่อวางน้ำหนักจนครบตามต้องการแล้วถอนน้ำหนักออก หน้าปัทม์ จะต้องกลับมาที่ศูนย์ ทุกครั้ง

ค) ขณะทำการตรวจสอบเครื่องชั่ง ควรให้ส่วนประกอบอื่น ๆ ของโรงงานผสมทำงานลักษณะคล้ายกับกำลังผลิตจริง เช่น เปิดสันตะแกรง หมุนใบพายในหม้อผสม

ง) กราฟความสัมพันธ์ที่ได้ควรจะเป็นกราฟเส้นตรงหากมีการผิดเพี้ยนไปมากควรจะทำตรวจสอบหรือแก้ไข เครื่องชั่งเสียก่อน

จ) เครื่องชั่งแบบใช้ Load Cell จะต้องวางน้ำหนักทั้งหมดลงในเครื่องชั่งเพื่อตั้งค่ากระแสไฟฟ้าก่อน แล้วจึงทดลองวางค้อนน้ำหนักตามข้อ ข)

3. การรายงานผล ตามตารางแนบท้ายภาคผนวก

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
รายการตรวจสอบโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Plant)

อันดับการตรวจสอบที่

ตรวจสอบวันที่

รายการตรวจสอบ

1. รายละเอียดทั่วไปของโครงการฯ

โครงการฯ

อยู่ในพื้นที่แขวง การทาง สำนักทางหลวงที่

บริษัทผู้รับจ้าง สัญญาที่

PLANT ตั้งอยู่

ห่างจุดเริ่มต้นโครงการฯ กม.

ห่างจุดสิ้นสุดโครงการฯ กม.

นายช่างโครงการฯ

เจ้าหน้าที่หน่วยพิทักษ์

1.

2.

3.

2. รายละเอียดทั่วไปของโรงงานผสม

2.1 บริษัทผู้ผลิต

Model and Serial No.

Capacity ของ Plant Ton/hr.

Efficiency ของ Capacity ขณะตรวจสอบประมาณ %

อายุของ Plant ปี

2.2 ชนิดของ Plant เป็นแบบ

(เป็น Batch type หรือ Continuous type หรือแบบอื่นๆ)

2.3 ลักษณะการติดตั้ง

(เป็นแบบติดตั้งอยู่กับที่ Permanent หรือแบบเคลื่อนที่ได้ง่าย Portable)

2.4 สภาพทั่วไปของ Plant (บรรยายว่า ดีมาก ดี พอใช้ หรือไม่ดี ต้องทำการแก้ไข

อะไรบ้าง เป็น Plant ใหม่ หรือซื้อ Plant ที่ใช้มาแล้ว)

3. ระบบจัดเก็บและป้อนวัสดุ

3.1 การตรวจสอบยูนิตบิน (Cold Bin)

ยูนิตบิน มีจำนวน	Bins				
3.1.1 Bin ที่	1	2	3	4	5
3.1.2 ขนาดบินที่บรรจุ					
3.1.3 ปาก Bin เป็นแบบ					
_ มีเครื่องสั่นสะเทือน					
_ ไม่มีเครื่องสั่นสะเทือน					
3.1.4 ชนิดของสายพานส่งหิน ประเภทสายพานลำเลียง					
_ เป็นสายพานยางแบบต่อเนื่อง					
(Continuous Belt Feeder)					
_ เป็นสายพานหลักแบบต่อเนื่อง					
(Apron Feeder)					
_ เป็นแบบแผ่นชัก					
(Reciprocating Plate Feeder)					
_ เป็นแบบสั่นสะเทือน					
(Vibratory Feeder)					
_ ความถี่ของการสั่นสะเทือน(rpm.)					
3.1.5 การตรวจสอบอื่นๆและการแก้ไข					

หมายเหตุ (สำคัญ)

ข้อเสนอแนะ

(1) การใส่วัสดุใน Cold Bin จะต้องไม่ใส่วัสดุจนล้นยูนิตมาปะปนกัน (สำคัญ)

(2) การผสมทราย ต้องผสมกันตามอัตราส่วนของ Job Mix ใน Cold Bin

เท่านั้น ห้ามผสมทรายกับหินฝุ่นใน Stock Pile

(3) ในฤดูฝนควรมีหลังคาคลุมป้องกันหินฝุ่นและทรายไม่ให้เปียกชื้น

(4) ในช่อง ☐ ให้เติมข้อความ หรือ ☒ กรณีให้เลือก

3.2 ถังบรรจุแอสฟัลต์ (Asphalt tank)

3.2.1 จำนวนความจุต่อถัง ลิตร มีจำนวน ถัง รวม ลิตร

3.2.2 Steam or Coil ในถังบรรจุ (มี หรือ ไม่มี)

3.2.3 Circulating System ในถังบรรจุ (มี หรือ ไม่มี)

3.2.4 ฉนวนกันความร้อนท่อส่งแอสฟัลต์ (มี หรือ ไม่มี)

3.2.5 เครื่องควบคุมอุณหภูมิของแอสฟัลต์ในถัง (มี หรือ ไม่มี)

3.2.6 ตำแหน่งปลายท่อส่งแอสฟัลต์ไหลกลับ (อยู่เหนือ-ใต้ระดับแอสฟัลต์)

3.2.7 อุปกรณ์ตัดการทำงานของ Plant เมื่อแอสฟัลต์หมดถัง (มี หรือ ไม่มี)

3.2.8 อุปกรณ์ให้ความร้อนแอสฟัลต์

☐ ใช้ระบบ Hot Oil Heater ที่ให้ความร้อนทางอ้อม ความจุ ลิตร

☐ ใช้ระบบให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า

☐ ใช้ระบบให้ความร้อนแก่แอสฟัลต์โดยตรงโดยใช้ไฟเผา ณ. ถังบรรจุ

☐ ใช้ระบบให้ความร้อนแบบอื่นๆ (อธิบาย)

.....

.....

4. ระบบให้ความร้อนมวลรวม

4.1 การตรวจสอบหม้อเผา (Dryer) และหัวเผา (Burner)

4.1.1 หม้อเผา (Dryer)

- บริษัทผู้ผลิต

- แบบ (Model)

- ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง ซม. ยาว ซม.

- ติดตั้งทำมุม องศา กับพื้นราบ

- สภาพ (บอกว่าดี พอใช้ หรือไม่ดี แล้วอธิบายสภาพ)

.....

- กำลังผลิตที่ระบุ (Rate Capacity) Ton / hr
- สภาพห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)
-
-

4.1.2 หัวเผา (Burner)

- ชนิดของหัวเผา
- ใช้เชื้อเพลิงชนิด
- การอุ่นเชื้อเพลิงก่อนเผา (Pre heat) ที่อุณหภูมิ
- การทำงานของหัวเผา (ระบุว่า ดี พอใช้ หรือ ไม่ดี อธิบาย)
-
-

4.1.3 เครื่องเก็บฝุ่น (Dust Collectors)

- บริษัทผู้ผลิต
- จำนวนเครื่องเก็บฝุ่น
- ชุดหลัก (Primary)
- ชุดเสริม (Secondary)
- (เช่น Dry type , Wet type , Wet Collector , Cyclone)
- การควบคุมการเก็บฝุ่นไปใช้งาน
- (ระบุว่าเก็บฝุ่นได้ทั้งหมด หรือ บางส่วน)
- อุปกรณ์การเก็บฝุ่นเป็นแบบ
- (เช่น แผ่นกระดก , ประตูลม , รังผึ้ง หรือ อื่นๆ)

4.1.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ

- ก) เครื่องวัดอุณหภูมิ ณ Dryer (หม้อเผา) (มี หรือ ไม่มี)
- บริษัทผู้ผลิต
- ความร้อนสูงสุดที่วัดได้ ° C ° F
- ความละเอียดในการวัด ° C ° F
- ชนิด (ธรรมดา , อัดโนมิต์บันทึกอุณหภูมิได้)

- การปรับเวลาในการวัด (ปรับได้, ปรับไม่ได้)

- ตำแหน่งที่ติดตั้ง

ข) เครื่องวัดอุณหภูมิข้าง AC.ณ.Storage tank (มี หรือ ไม่มี)

- บริษัทผู้ผลิต

- ความร้อนสูงสุดที่วัดได้ °C °F

- ความละเอียดในการวัด °C °F

- ชนิด (ธรรมดา, อัตโนมัติบันทึกอุณหภูมิได้)

- ตำแหน่งที่ติดตั้ง

ค) เครื่องวัดอุณหภูมิ AC.ในท่อส่งก่อนส่งเข้าหม้อผสม(มี,ไม่มี)

- บริษัทผู้ผลิต

- ความร้อนสูงสุดที่วัดได้ °C °F

- ความละเอียดในการวัด °C °F

- ชนิด (ธรรมดา, อัตโนมัติบันทึกอุณหภูมิได้)

- การปรับเวลาในการวัด (ปรับได้, ปรับไม่ได้)

- ตำแหน่งที่ติดตั้ง

ง) เครื่องวัดอุณหภูมิของหินใน Hot Bin (มี หรือ ไม่มี)

- บริษัทผู้ผลิต

- ความร้อนสูงสุดที่วัดได้ °C °F

- ความละเอียดในการวัด °C °F

- ชนิด (ธรรมดา, อัตโนมัติบันทึกอุณหภูมิได้)

- การปรับเวลาในการวัด (ปรับได้, ปรับไม่ได้)

- ตำแหน่งที่ติดตั้ง

จ) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบก้านโลหะ ใช้วัด Asphalt Concrete

- มีจำนวน อัน

- บริษัทผู้ผลิต

- ความร้อนสูงสุดที่วัดได้ °C °F

ฉ) อื่นๆ

.....

.....

5. ระบบการร่อนและจัดเก็บมวลรวม

5.1 ตะแกรงร่อน	มีจำนวน	Bins				
5.1.1 Bin ที่		1	2	3	4	5
5.1.2 ขนาดตะแกรง						
5.1.3 พื้นที่ตะแกรง (ม. ²)						
5.1.4 สภาพตะแกรง - อยู่ในสภาพดี						
- สภาพชำรุด (ขาด, สึกมาก)						
5.1.5 ชนิดตะแกรง สั่นสะเทือน						
- ไม่สั่นสะเทือน						
5.1.6 ปริมาณการผ่านเลยไปอยู่อีก Bin หนึ่ง (Carry over) ของหิน # 8						
Bin 2 ผ่านเลย						% (≥ 10 %)
Bin 3 ผ่านเลย						%
Bin 4 ผ่านเลย						%

หมายเหตุ

1. ต้องตรวจสอบตะแกรงก่อนเริ่มงานทุกๆ วัน เพื่อดูว่ามีตะแกรงชำรุดหรือไม่
2. ตรวจสอบว่าหินเกิดการ Over Flow หรือไม่ และ หาวิธีแก้ไข

5.2 ยั่งหินร่อน

- 5.2.1 สภาพท่อระบายหินล้นยั่ง (เปิด หรือ ปิด)
- 5.2.2 สภาพยั่ง (Bin) (สภาพดี สภาพชำรุด)
- 5.2.3 ท่อสำหรับเก็บตัวอย่าง (มี หรือ ไม่มี)
- 5.3.4 การปิดเปิดปากยั่ง (ใช้คนบังคับ , เปิด - ปิดโดยอัตโนมัติ)

5.3 ยั่งวัสดุผสมแทรก

- 5.3.1 ยั่งวัสดุผสมแทรก (มี หรือ ไม่มี)
- 5.3.2 สภาพ (ดี , ชำรุด)
- 5.3.3 ลักษณะการทำงาน (การป้อนวัสดุ)
- 5.3.4 ถ้าชำรุดเป็นอย่างไรและแก้ไขอย่างไร

6. ระบบจัดปริมาณและผสม

6.1 เครื่องชั่งสำหรับโรงงานผสม แบบ Batch type

6.1.1 เครื่องชั่งแอสฟัลต์

- บริษัทผู้ผลิต ชนิด
- น้ำหนักสูงสุดที่ชั่งได้ กก.
- ความละเอียด กก.
- การบันทึกน้ำหนักอัตโนมัติ (Automatic printer system)
☐ ไม่มี ☐ มีเป็นแบบ

6.1.2 เครื่องชั่งหิน

- บริษัทผู้ผลิต ชนิด
- น้ำหนักสูงสุดที่ชั่งได้ กก.
- ความละเอียด กก.
- การบันทึกน้ำหนักอัตโนมัติ (Automatic printer system)
☐ ไม่มี ☐ มีเป็นแบบ

6.1.3 เครื่องชั่งวัสดุผสมแทรก

- บริษัทผู้ผลิต ชนิด
- น้ำหนักสูงสุดที่ชั่งได้ กก.
- ความละเอียด กก.
- การบันทึกน้ำหนักอัตโนมัติ (Automatic printer system)
☐ ไม่มี ☐ มีเป็นแบบ

- 6.1.4 คຸ້ນນຳນຶກມາດຣຳນສຳລັບຕຣວສອບເຄື່ອງຊຶ່ງຕຸ້ມລະ กก.

 จำนวน ຕຸ້ມ

6.2 ชุดวัดปริมาตรแอสฟัลต์สำหรับ Plant แบบ Continuous Type

- บริษัทผู้ผลิต
- ขนาดของ Pressure

6.3 หม้อผสม (Pugmill Mixer)

- บริษัทผู้ผลิต
- กำลังผสมต่อครั้ง กก.
- รอบของเครื่องผสม RPM.
- จำนวนใบพายผสม ใบ
- สภาพของใบพาย (ดี, ไม่ดี)
- ช่องว่างปลายใบพาย (Paddle Tips) กับผนังหม้อห่างกัน ซม.
- ใบพายสึกไปประมาณ ซม.
- การปิดสนิทของหม้อ (ปิดสนิทวัสดุไม่รั่วหรือร่ว)
- การควบคุมการเปิดปิดของห้องผสมแบบอัตโนมัติ (มี , ไม่มี)
- อุปกรณ์ควบคุมเวลาการผสม (Pugmill Timing Devices)

ไม่มี

มี เป็นแบบ
- ความละเอียดของเวลาในการควบคุมตรวจสอบ วินาที
- การตั้งเวลาในการผสมต่อ Batch

DRY MIX
 WET MIX
 รวมทั้งหมด

..... วินาที
 วินาที
 วินาที
- เวลาในการผสมของ Continuous mixer วินาที
- เรื่องทั่วไปเกี่ยวกับห้องผสม
-
-
-
-
-

หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทที่ 5

งานขอบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Surface Edge)

งานขอบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต หมายถึง การก่อสร้างขอบผิวทางด้วยวัสดุที่ได้จากการผสมร้อน ระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับบนชั้นทางใดๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้วไปพร้อมกับชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตให้ได้แนว และรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในแบบ

5.1 วัสดุ

หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ส่วนผสมของมวลรวม และแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่เป็นส่วนผสมเดียวกันกับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของผิวทางในช่วงนั้น ๆ ตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ”

5.2 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ ต้องเป็นชุดเดียวกับเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตหรืออาจเป็นอุปกรณ์ที่แยกจากกัน แต่ต้องสามารถก่อสร้างขอบผิวทางไปพร้อมๆ กับผิวทางได้ ตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ข้อ 4.3 ”

อุปกรณ์สำหรับทำผิวขอบทาง อาจติดตั้งกับส่วนเคาท์ของเครื่องปูแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้ โดยติดตั้งที่ปลายด้านที่จะก่อสร้างขอบผิวทางตามแบบ ทั้งนี้จะต้องได้รูปร่างโดยเมื่ออัดส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตออกมาแล้ว เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

5.3 วิธีการก่อสร้าง

การก่อสร้างขอบผิวทางให้ก่อสร้างไปพร้อมๆ กับการก่อสร้างผิวทาง โดยจะต้องปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับแน่นให้ได้แนว และรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในแบบ ตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ข้อ 4.5 ”

5.4 การรายงานผล

รายงานผลตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ข้อ 4.8 ”

บทที่ 6

วัสดุมวลรวมผสมเย็นด้วยแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cold Mixed Asphalt)

วัสดุมวลรวมผสมเย็นด้วยยางแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cold Mixed Asphalt) คือวัสดุผสมที่ได้จากการผสมกันระหว่างวัสดุมวลรวม (Aggregate) และยางแอสฟัลต์อิมัลชัน โดยที่ขบวนการผสมดำเนินไปในอุณหภูมิบรรยากาศปกติ

6.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำวัสดุผสมเย็น ประกอบด้วยวัสดุมวลรวม และแอสฟัลต์อิมัลชัน

6.1.1 มวลรวม ต้องเป็นวัสดุที่กรมทางหลวงอนุมัติให้ใช้ได้ มีความแข็งและคงทน (Hard and Durable) สะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ใดๆ และต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. ค่าความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) ไม่เกินร้อยละ 40

ข. กรณีเป็นกรวดโม้ ต้องมีปริมาณร้อยละที่แตกไม่น้อยกว่า 75

ค. ค่าความคงทน (Soundness) ต้องไม่เกินร้อยละ 9

ง. ค่าทรายสมมูล (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

6.1.2 แอสฟัลต์ ใช้แอสฟัลต์อิมัลชัน CMS – 2h ซึ่งมีคุณภาพถูกต้องตาม มอก.371 – 2530 “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แครตอีนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนน”

6.2 การใช้งาน

วัสดุผสมเย็น (Cold Mix) ใช้ในงานทางดังนี้

6.2.1 งานซ่อมผิวทาง (Patching) เพื่อซ่อมผิวถนนทางเดิมก่อนการก่อสร้างผิวทางใหม่ทับ

6.2.2 งานปรับระดับ (Leveling) เพื่อปรับผิวถนนเดิมให้ได้ระดับตามที่ต้องการเดิม

6.2.3 งานเสริมผิว (Overlay) เพื่อเสริมความแข็งแรงให้แก่ผิวทางเดิม

6.2.4 งานชั้นรองผิวทาง (Binder Course) โดยปูบนชั้นพื้นทางที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

6.2.5 งานชั้นผิวทาง (Wearing Course) โดยปูบนชั้นรองผิวทางที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

6.3 การเลือกขนาดของวัสดุมวลรวม

6.3.1 สำหรับงานซ่อมผิว (Patching) ใช้ขนาดกละ (Gradation) ตามตารางที่ 6 - 1

6.3.2 สำหรับงานก่อสร้าง ใช้ขนาดกละ ตามตารางที่ 6 – 2

ตารางที่ 6-1 ขนาดของวัสดุรวมรวม สำหรับผสมวัสดุผสมเย็น(งานซ่อมผิว)

ขนาดตะแกรง	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยน้ำหนัก			
	เกรด 1	เกรด 2	เกรด 3	เกรด 4
25.0 มม. (1")	100			
19.0 มม. (3/4")	90 - 100	100		
12.5 มม. (1/2")	-	90 - 100	100	100
9.5 มม. (3/8")	60 - 80	-	90 - 100	85 - 100
4.75 มม. (เบอร์ 4)	35 - 65	45 - 70	60 - 80	-
2.36 มม. (เบอร์ 8)	20 - 50	25 - 50	35 - 65	0 - 10
300 ไมครอน (เบอร์ 50)	3 - 20	5 - 20	6 - 25	0 - 5
75 ไมครอน (เบอร์ 200)	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 2

ตารางที่ 6-2 ขนาดวัสดุรวมรวม (Aggregate) สำหรับผสมวัสดุผสมเย็น (Cold Mix)
งานก่อสร้างทาง งานปรับระดับ (Leveling) และงานเสริมผิว (Overlay)

ขนาดตะแกรง	Binder Course		Wearing Course
	เกรดหยาบ	เกรดปานกลาง	เกรดละเอียด
38.1 มม. (1 1/2 ")	100		
25.0 มม. (1 ")	80 - 100	100	
19.0 มม. (3/4 ")	-	80 - 100	
12.5 มม. (1/2 ")	25 - 60	-	100
9.5 มม. (3/8 ")	-	20 - 55	80 - 100
4.75 มม. (เบอร์ 4)	0 - 20	5 - 30	10 - 40
2.36 มม. (เบอร์ 8)	0 - 5	0 - 5	0 - 10
1.18 มม. (เบอร์ 16)	-	-	0 - 5
75 ไมครอน (เบอร์ 200)	0 - 2	0 - 2	0 - 2

หมายเหตุ การเลือกใช้วัสดุรวมรวมเกรดใดให้ขึ้นกับความหนาของชั้นวัสดุผสมเย็นหลังบดทับแล้วของแต่ละชั้น ซึ่งต้องหนาไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของขนาดก้อนโตที่สุด (Maximum Size) ของวัสดุรวมรวมของแกรคนั้นหรือเป็นไปตามแบบก่อสร้าง หรือข้อกำหนดเฉพาะ

6.4 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือดังต่อไปนี้ จะต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการก่อสร้าง

6.4.1 Mix – Paver Travel Plant ประกอบด้วย

ก. Hopper สำหรับรับหินที่เทลงมาจากรถ Dump

ข. มีถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันอย่างน้อย 1 ถัง และมีความจุรวมไม่น้อยกว่า 1,000 แกลลอน

ค. สายพานลำเลียง (Conveyer)

- มีมาตรวัดปริมาณหิน

- สามารถควบคุมปริมาณหินลงสู่ถังผสมได้คงที่และสม่ำเสมอ

ง. มีท่อลำเลียง เครื่องสูบลม (Pump) และอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมปริมาณการไหลของแอสฟัลต์อิมัลชันได้อย่างสม่ำเสมอ

จ. มีมาตรวัดการไหลของยางแอสฟัลต์อิมัลชันเป็นแกลลอนต่อนาที หรือเป็นลิตรต่อนาที และสามารถวัดปริมาณยางแอสฟัลต์อิมัลชันที่ใช้งานทั้งหมดได้ด้วย

ฉ. มีอุปกรณ์ที่สามารถยึดเชื่อม (Interlock) ความเร็วของสายพานลำเลียงหิน กับเครื่องสูบลม เพื่อให้การไหลของยางแอสฟัลต์อิมัลชันมีความสัมพันธ์กับอัตราการลำเลียงหินอย่างคงที่



รูปที่ 6.1 Mix – Paver Travel Plant

ช. มีถังผสม (Mixer) ที่

- เป็นชนิดเพลาแฝด (Twin Shaft)

- ผลิตส่วนผสมได้อย่างต่อเนื่อง (Continuous Type)

- มีความสามารถในการผลิตส่วนผสมได้ไม่น้อยกว่า 2 ตันต่อนาที หรือ 120 ตันต่อชั่วโมง

ซ. มีอุปกรณ์สำหรับปาด (Screed) แบบสั่นสะเทือน (Vibrate) ซึ่งสามารถ

- ปรับความถี่ได้

- เครื่องปาดสามารถปรับความกว้างได้อย่างน้อย 1 ช่องจราจร

- มีอุปกรณ์ที่สามารถกระจาย (Spreading Device) วัสดุส่วนผสมให้กระจายสม่ำเสมอ และเพียงพอ

- สามารถปรับระดับความหนา และปรับ Crown ได้

6.4.2 เครื่องลาดแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor) ให้เป็นไปตามบทที่ 1 “งานลาดแอสฟัลต์” ข้อ 1.1.2 “

6.4.3 เครื่องเป่าฝุ่น ให้เป็นไปตาม บทที่ 1 “งานลาดแอสฟัลต์” ข้อ 1.1.2 (ค) “

6.4.4 รถบดล้อยาง ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานผิวทางแอสฟัลต์ คอนกรีต” ข้อ.....”

6.4.5 รถบดล้อเหล็ก ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานผิวทางแอสฟัลต์ คอนกรีต” ข้อ.....”

6.5 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

6.5.1 การกองวัสดุ

ก. ให้แยกกองแต่ละขนาด แต่ละแหล่ง แต่ละโรงม่ไม่ให้ปะปนกัน

ข. บริเวณที่กองวัสดุควรปรับระดับและบดทับให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุนั้น สกปรก จากการปะปนกับพื้นที่กอง

6.5.2 การออกแบบผิวทาง

ก. ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมและเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมพร้อมรายละเอียดผลการทดลองที่เป็นตัวเลขพร้อมกราฟ โดยใช้อัตราส่วนผสมของยางแอสฟัลต์มีลักษณะอย่างน้อย 3 อัตราส่วนให้กรมทางหลวงตรวจสอบเห็นชอบก่อน หรือผู้รับจ้างอาจร้องขอให้กรมทางหลวงเป็นผู้ออกแบบส่วนผสมให้ก็ได้

ข. การออกแบบส่วนผสมต้องใช้วิธีที่กำหนดไว้ใน The Asphalt Institute Manual Series No.19: March 1979

ค. คุณสมบัติของส่วนผสมต้องเป็นไปตามตารางที่ 6 - 3

ง. การทดลองและตรวจสอบการออกแบบวัสดุผสมรวมผสมเย็นทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมทางหลวงกำหนด

จ. หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวัสดุรวมรวม หรือจากเหตุอื่นใด ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลง Job Mix Formula ใหม่ได้ ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน

ฉ. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแบบส่วนผสมและผลความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งการปฏิบัติงานในสนามต้องสามารถดำเนินการให้เป็นไปตามแบบส่วนผสมด้วย ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามแบบส่วนผสมได้ จะต้องดำเนินการออกแบบส่วนผสมใหม่

ตารางที่ 6-3 DESIGN CRITERIA FOR COLD MIXED ASPHALT

Test Method	Binder Course	Wearing Course
Coating, Percent	50 min	75 min
Run off, Percent Residual Asphalt	0.5 max	0.5 max
Wash off, Percent Residual Asphalt	0.5 max	0.5 max
Combined (Run off & Wash off), Percent	0.5 max	0.5 max

ข. ผู้รับจ้างจะต้องมีเครื่องมือทดลอง เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

*- Compacted Mix Density

- Asphalt Coating (Percent)
- Asphalt Run off (Percent)
- Asphalt Wash off (Percent)

** - Resilient Modulus

** - Moisture Pick-Up by Vacuum Soak (Percent)

หมายเหตุ

*- Compacted Mix Density จะใช้วิธีที่กำหนดไว้ใน Federal Highway administration.

IP 79-1. Volume 2. Testing Method for Open Graded Mixes หรือ Ministry of Public Works and Urbanisms. 1981. Work Design Formulations. Section 541. Bituminous Cold Mixes. หรือ New York State. Department of Transportation. 1985. Standard Specifications. Construction and Materials. Section 405. Cold Mix Bituminous Pavement หรือ วิธีที่กรมทางหลวงเห็นชอบก็ได้

** - Resilient Modulus และ Moisture Pick-Up by Vacuum Soak ใช้สำหรับออกแบบความหนาของวัสดุผสมเย็น (Cold Mix)

6.5.3 การตรวจสอบ เครื่องมือและเครื่องจักร

เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดตามที่ระบุไว้ใน ข้อ 6.4 ที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ ตามรายการและวิธีการที่กรมทางหลวงกำหนด และนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

6.5.4 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานผิวทางแอสฟัลต์ คอนกรีต ข้อ 4.4.8 “

6.6 การก่อสร้าง

การก่อสร้างผิวทางวัสดุผสมเย็นเป็นการผสมวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน ด้วยเครื่องปูวัสดุผสมเย็นที่ได้ตรวจสอบ (Calibrate) แล้ว เมื่อเสร็จจะใช้รถบดล้อเหล็กบดทับ 2 – 4 เที่ยว (Initial Breakdown Rolling) จากนั้นใช้หินฝุ่นหรือทรายหยาบแห้งสาดเกลี่ยให้สม่ำเสมอทับหน้าในอัตรา 2 – 4 กม./ตร.ม.แล้วใช้รถบดล้อยาง สุดท้ายใช้รถบดล้อเหล็ก บดทับแต่งผิวให้เรียบ ปิดการจราจรประมาณครึ่งชั่วโมง จึงเปิดให้การจราจรผ่านได้



รูปที่ 6.2 การก่อสร้างผิวทางวัสดุผสมเย็น

6.7 การตรวจสอบชั้นทางวัสดุผสมเย็นที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว

6.7.1 ความแน่น (Density)

ก. การทดลองความแน่นในสนาม ใช้วิธีตาม

- ASTM D 2950-82 “Density of Bituminous Concrete in Place by Nuclear Method” หรือ

- ASTM D 1188-83 “Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures using Paraffin – Coated Specimens”

ข. เปรียบเทียบค่าความแน่นของวัสดุผสมเย็นที่ได้บดทับแล้ว กับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง ทั้งนี้ต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95

ค. การหาค่า Compacted Mix Density ให้ใช้ Double Plunger Method โดยใช้ Static Load 11,160 กิโลกรัม (25,000 lbs.) กดไว้นาน 30 วินาที

6.7.2 ปริมาณแอสฟัลต์และขนาดผลของวัสดุผสมเย็น

ทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์และขนาดกะของวัสดุผสมเย็นในสนามที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์และขนาดกะของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้เครื่อง Centrifuge Extractor

6.8 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

6.8.1 ปริมาณแอสฟัลต์โดยประมาณที่ใช้ในส่วนผสมวัสดุผสมเย็น (Cold Mix)

ก. กรณีใช้กับมวลรวม ตามตารางที่ 6 - 1 (งานซ่อมผิว) ปริมาณแอสฟัลต์อิมัลชัน ใช้ตามตารางที่ 6 - 4

ข. กรณีใช้กับมวลรวม ตามตารางที่ 6 - 2 (งานก่อสร้างทาง งานปรับระดับ และงานเสริมผิว ปริมาณแอสฟัลต์อิมัลชัน ใช้ตามตารางที่ 6 - 5

ตารางที่ 6 - 4 ปริมาณยางแอสฟัลต์อิมัลชันในส่วนผสมวัสดุผสมเย็น (Cold Mix)

สำหรับงานซ่อมผิว (Patching)

ขนาดของวัสดุมวลรวม (Aggregate)	ปริมาณยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง
เกรด 1	6 - 8
เกรด 2	7 - 9
เกรด 3	9 - 10
เกรด 4	9 - 10

ตารางที่ 6 - 5 ปริมาณยางแอสฟัลต์อิมัลชันในส่วนผสมวัสดุผสมเย็น (Cold Mix)

สำหรับงานก่อสร้างทาง งานปรับระดับ (Leveling) และงานเสริมผิว (Overlay)

ขนาดของวัสดุมวลรวม (Aggregate)	ปริมาณยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง
เกรดหยาบ	4.5 - 6.5
เกรดปานกลาง	5.0 - 7.0
เกรดละเอียด	6.0 - 8.0

ในกรณีที่วัสดุมวลรวมมีลักษณะพรุนและมีความดูดซึมน้ำได้เกินกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ให้เพิ่มปริมาณยางแอสฟัลต์อิมัลชันร้อยละ 20 ของตารางที่ 6 - 4 และตารางที่ 6 - 5

6.8.2 กรณีที่ผู้รับจ้างออกแบบ ส่วนผสม เมื่อกรมทางหลวงตรวจสอบเอกสารการออกแบบ และวัสดุส่วนผสม และกำหนดค่าผลการทดลองที่เหมาะสมไว้แล้ว กรมทางหลวงจะออก Job Mix Formula ซึ่งมีขอบเขตจำกัด (Allowable Tolerance) ให้ ดังนี้

วัสดุมวลรวม

ขนาดผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. และใหญ่กว่า	± 6 เปอร์เซ็นต์
ขนาดผ่านตะแกรงขนาด 2.36 มม.	± 5 เปอร์เซ็นต์
ขนาดผ่านตะแกรงขนาด 1.18 มม. - 300 ไมครอน	± 3 เปอร์เซ็นต์
ขนาดผ่านตะแกรงขนาด 75 ไมครอน	± 1 เปอร์เซ็นต์

วัสดุแอสฟัลต์อิมัลชัน

+ 0.5 เปอร์เซ็นต์

6.8.3 ในการผสมวัสดุมวลรวมผสมเย็นในสนาม ถ้ามวลรวมขนาดหนึ่งขนาดใดหรือ แอสฟัลต์อิมัลชัน ผิดพลาดเกินกว่าที่กำหนดให้ จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงหรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดใดทั้งสิ้น

6.8.4 ในกรณีที่จะต้องทำฉาบผิว (Seal) ป้องกันน้ำซึม

- ให้ดำเนินการตามแบบก่อสร้างหรือข้อกำหนดเฉพาะ
- ดำเนินการหลังจากทำวัสดุผสมเย็นเสร็จแล้วอย่างน้อย 3 สัปดาห์
- ต้องทำชั้นป้องกันน้ำซึมก่อนฤดูฝน

บทที่ 7

งานฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล (Slurry Seal)

งานฉาบผิวทางแบบสลอรี่ซีล คือ การก่อสร้าง ผิวทาง หรือไหล่ผิวทาง ด้วยส่วนผสมของมวลรวมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน โดยการฉาบบนชั้นทางใด ๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว

7.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำ Slurry Seal ประกอบด้วย

7.1.1 วัสดุแอสฟัลต์อิมัลชัน ซึ่งได้แก่ CSS-1 หรือ CSS-1h จะต้องมีความสมบัติถูกต้องตามฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371-2530

7.1.2 วัสดุสารผสมเพิ่ม เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลงหรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์เคลือบมวลรวมดียิ่งขึ้น ปริมาณที่จะใช้ต้องพอเหมาะเพื่อสามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ วัสดุสารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ แล้วแต่การออกแบบซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากสำนักวิศวกรรมและตรวจสอบ

7.1.3 น้ำที่ใช้ ต้องสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนที่จะก่อให้เกิดผลเสียต่อวัสดุผสมสลอรี่ซีล

7.1.4 มวลรวม (Aggregate) ต้องเป็นหินโม ถ้าจำเป็นอาจใช้หินโมผสมทราย แต่จะใช้ทรายได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด และทรายนั้นจะต้องมีค่าดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 1.25

7.1.5 สำหรับผิวทางที่มีปริมาณการจราจรเฉลี่ย (ADT) เกินกว่า 500 คันต่อวัน ให้ใช้มวลรวมเป็นหินโมเท่านั้น

7.1.6 มวลรวมต้องแข็ง คงทน สะอาด ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อย่างอื่น และต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

ก. Sand Equivalent มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข. ความสึกหรอของ Coarse Aggregate มีค่าไม่เกินร้อยละ 35

7.1.7 Mineral Filler เป็นส่วนหนึ่งของส่วนผสมมวลรวม และต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น และจะใช้เมื่อต้องการปรับปรุง Workability หรือ gradation เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว

7.2 การใช้งาน

สลอรี่ซีลใช้สำหรับฉาบผิวทางแบ่งเป็น 3 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันตามที่กำหนดในตารางที่ 7-1 ซึ่งจะแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน การที่จะกำหนดให้ฉาบผิวสลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม ปริมาณการจราจร และวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ซึ่งจะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามความต้องการโดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้

7.2.1 ชนิดที่ 1 เป็น Slurry Seal ชนิดที่มีความสามารถในการแทรกซึมรอยแตกได้ดี มีความยืดหยุ่นสูงเหมาะที่จะใช้งานดังต่อไปนี้

ก. ยารอยแตก

ข. ปูเป็นผิวทางชั่วคราวเพื่อรอการก่อสร้างชั้นอื่นต่อไป

ค. ปูเป็นผิวทางที่รับปริมาณการจราจรน้อย ความเร็วต่ำ และพื้นทางระบายน้ำ

7.2.2 ชนิดที่ 2 เป็น Slurry Seal ชนิดที่มีส่วนละเอียดมากพอที่จะซึมลงไปในรอยแตกได้เหมาะที่จะใช้งานดังต่อไปนี้

ก. ฉาบผิวทางเดิมที่ขรุขระปานกลาง เช่น ผิวเซอร์เฟสทรีตเมนต์หรือเพนเนตรชั้นแมคคาדם

ข. ปูเป็นผิวทางชนิดบาง เพื่อป้องกันน้ำซึมลงในพื้นทาง

ค. ใช้แทนผิวทางชนิด Single Surface Treatment

7.2.3 ชนิดที่ 3 เป็น Slurry Seal ชนิดที่มีผิวค่อนข้างหยาบ สามารถอุดรอยที่หินผิวเดิมหลุดได้ดี ปรับระดับผิวเดิมได้เล็กน้อย เหมาะสำหรับใช้งานดังต่อไปนี้

ก. ฉาบผิวเดิมที่มีความขรุขระมาก

ข. ฉาบเป็นชั้นแรก หรือชั้นที่สอง ในการฉาบผิวแบบ Slurry Seal หลายชั้น

ค. ใช้ฉาบผิวเพื่อแก้ Crown Slope ที่ผิดไปเล็กน้อย

ง. ฉาบผิวทางที่ผิวทางเดิมหลุด (Raveling)

ตารางที่ 7-1 ขนาดของหิน ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ

ชนิดของ Slurry Seal	1	2	3
ขนาดของตะแกรง	ผ้าตะแกรง ร้อยละ		
9.5 มม. (3/8 ")		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
600 ไมครอน (เบอร์ 30)	40-60	30-50	19-34
300 ไมครอน (เบอร์ 50)	25-42	18-30	12-25
150 ไมครอน (เบอร์ 100)	15-30	10-21	7-18
75 ไมครอน (เบอร์ 200)	10-20	5-15	5-15
Residual แอสฟัลต์ร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง	10.0-16.0	7.5-13.5	6.5-12.0
อัตราการปู/ฉาบเป็นน้ำหนักของหินแห้ง กก./ตร.ม.	3.0-5.5	5.5-10.0	10.0-16.0

7.3 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์ เครื่องจักร หรือเครื่องมือไม่สามารถทำงานได้ผลตามต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ดีขึ้นก่อนนำไปใช้งาน

7.3.1 เครื่องจักรสเลอรี่ซีล

เครื่องจักรสเลอรี่ซีลต้องเป็นเครื่องจักรที่ขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ประกอบด้วย

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

ส่วนประกอบของเครื่องจักรข้างต้น สำหรับรายการซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้

ก. เครื่องผสม ต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของสเลอรี่ซีลได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน มีเครื่องลำเลียงวัสดุต่างๆ พร้อมมาตรวัดปริมาณ สามารถลำเลียงมวลรวม วัสดุผสมแทรกลงสู่ถังผสมในตำแหน่งเดียวกัน และลำเลียงน้ำ แอสฟัลต์อิมัลชัน และสารผสมเพิ่มลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง เครื่องผสมสามารถลำเลียงวัสดุที่ผสมเข้ากันได้ดีแล้วลงเครื่องฉาบได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน

ข. เครื่องฉีดน้ำ ติดตั้งอยู่หน้าเครื่องฉาบ เช่น Fog Spray Bar สามารถฉีดน้ำให้เป็นฝอยหรือ ละออง ใช้สำหรับฉีดน้ำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

ค. เครื่องฉาบ ติดอยู่ทางด้านท้ายของเครื่องผสม ต้องสามารถปรับอัตราการฉาบได้ตามที่กำหนด ปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาบได้เรียบและสม่ำเสมอ

ง. เครื่องปั๊มแอสฟัลต์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำสเลอรี่ซีล

จ. สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำสเลอรี่ซีล

7.3.2 เครื่องกวาดฝุ่น

เครื่องกวาดฝุ่นเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบลากที่ติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใดซึ่งเป็นชนิดไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์กลวดเหล็ก ไนลอน หวายหรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่นและไม้กวาดมือซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทางและรอยแตกได้

7.3.3 เครื่องเป่าลม (Blower)

เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนาหรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ให้กำลังลมแรง และมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

7.3.4 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับต้องเป็นรถบดล้อแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองมีน้ำหนักประมาณ 5 ตัน ล้อยางต้องเป็นชนิดผิวหน้ายางเรียบ มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสคัล (50 ปอนด์แรงต่อตารางนิ้ว)

7.3.5 อุปกรณ์อื่นๆ

อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาบด้วยมือ พลั่ว

7.4 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

7.4.1 การกองหินหรือทราย ให้กองหินหรือทรายไว้ให้เป็นระเบียบ ต้องไม่เป็นบริเวณที่มีน้ำขัง ถ้าหากมีการผสมต้องทำการผสมกันให้ได้ส่วนละเอียดอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอก่อนนำขึ้นบนเครื่องผสม Slurry Seal

7.4.2 การออกแบบส่วนผสม Slurry Seal

ก. คุณภาพของวัสดุที่จะใช้ออกแบบจะต้องผ่านการทดลองคุณภาพให้ใช้ได้แล้ว การออกแบบส่วนผสมจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานและส่วนผสมเสเลอร์ชีลต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ค่าความชื้นเหลว (Flow) อยู่ระหว่าง 20 – 30 มม.
- Initial set ไม่เกิน 12 ชั่วโมง
- เวลาในการบ่ม (Cure Time) ไม่เกิน 24 ชั่วโมง
- Wet Track Abrasion Loss ไม่มากกว่า 800 กรัมต่อ ตร.ม.
- เวลาเปิดให้การจราจรผ่านได้ (Traffic Time) หลังก่อสร้างประมาณ 6 ชั่วโมง

ข. ระหว่างทำการฉาบ Slurry ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าส่วนผสม Slurry ที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม ให้ส่งออกแบบส่วนผสมใหม่

7.4.3 ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมาตรฐาน “วิธีการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal”

ก. ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสม ส่งสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบพร้อมกับเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

ข. เมื่อสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสม และกำหนดค่าผลการทดลองที่เหมาะสมให้แล้ว สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบจะออก Job Mix Formula ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

ค. ในการทำ Slurry Seal ในสนาม ถ้าวัสดุผสมรวมหรือวัสดุผสมแอสฟัลต์ ผิดพลาดจากข้อกำหนดจะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงหรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

ง. หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากวัสดุผสมรวมก็ดหรือเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลง Job Mix Formula ใหม่ได้ ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบก่อน

จ. การทดลองและตรวจสอบการออกแบบการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal ทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมทางหลวงกำหนด

7.4.4 การตรวจสอบเครื่องจักรและเครื่องมือ

ก. ตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องมือและเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำออกใช้งานและผลิตส่วนผสม Slurry ได้ตามที่ออกแบบไว้

ข. ตรวจสอบเครื่องวัดปริมาณวัสดุต่าง ๆ (Calibrate) ก่อนเริ่มงาน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวัสดุที่เปิดลงในถังผสม โดยอ่านจากเครื่องหรือคู่มือการใช้เครื่องกับวัสดุที่ปล่อยลงไปจริง รายละเอียดตามภาคผนวกที่ 7 - 1

7.4.5 การเตรียมพื้นที่

ก. พิจารณาตรวจสอบพื้นที่ที่จะก่อสร้าง และแก้ไขความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมมีความเสียหายไม่แข็งแรงพอเป็นแห่งๆ ให้ทำ Deep Patching ถ้าระดับไม่ดีให้ทำ Skin Patching

ข. ใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดวัสดุ ที่เกาะติดผิวออกให้หมดจนผิวสะอาด อาจจะใช้การล้างถ้ากวาดไม่หมด ในกรณีที่ผิวเดิมมีรอยแตกกว้างห้ามใช้น้ำล้าง

7.5 การก่อสร้าง

7.5.1 ส่วนผสมของ Slurry เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามต้องการ

7.5.2 วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบ และต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลา เพื่อให้การฉาบฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ

7.5.3 วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกองไม่เป็นก้อนหรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างแอสฟัลต์อิมัลชันและส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องดักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง

7.5.4 ต้องไม่มีรอยขีด เช่น อาจเกิดจากหินก้อนใหญ่เกินไปปรากฏให้เห็นบนผิวที่ฉาบเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่ง และแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวมก่อนนำมาผสม

7.6 การอำนวยความสะดวกและการเปิดการจราจร

7.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในระหว่างการก่อสร้าง

7.6.2 ติดตั้งป้ายเครื่องหมายและสัญญาณจราจรเตือนล่วงหน้าเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

7.6.3 ระยะเวลาที่จะเปิดการจราจร พิจารณาตามความจำเป็นในสนาม ควรเปิดการจราจรได้เมื่อบ่มตัวครบ 6 ชั่วโมงแล้ว

7.7 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

7.7.1 จะต้องพิจารณาสภาพของดินฟ้าอากาศให้เหมาะสม ห้ามทำการฉาบผิวในระหว่างฝนตกและอุณหภูมิบรรยากาศต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

7.7.2 วิธีตรวจสอบการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชันใน Slurry Seal ให้ดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำและปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนผิว Slurry Seal และไม่มีน้ำเหลือปรากฏ

7.7.3 การก่อสร้าง Slurry Seal ทุกชนิดไม่จำเป็นต้องบดทับ ยกเว้นในกรณีการฉาบผิวทางในผิวแบบ Cape Seal

7.7.4 การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชัน ในกรณีเป็นถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนส่งขึ้นและลงต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรงมาก เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

7.7.5 ก่อนใช้แอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถังตั้งเก็บรอไว้นานๆ ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสม Slurry Seal ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันทั่วถึง

7.7.6 ทุกครั้งที่ทำการผสม Slurry เสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมี แอสฟัลต์เกาะติดแน่นในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานวันต่อไป

7.7.7 เมื่อเปิดถังบรรจุแอสฟัลต์อีมีลชันออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นน้ำในถังจะระเหยได้ ซึ่งจะทำให้แอสฟัลต์อีมีลชันหมดสภาพเป็นแอสฟัลต์อีมีลชันได้

7.8 การรายงานผล

7.8.1 รายงานการฉาบผิวสเลอรี่ซีลในแต่ละแปลงลงในบันทึกประจำวัน ตามตัวอย่าง แบบฟอร์มที่ 7-1

7.8.2 สรุปรายงานการฉาบผิวสเลอรี่ซีล ตามตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 7-2

7.8.3 รายงานผลการล้างยางและขนาดคละของมวลรวมประจำวัน แบบฟอร์มตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 4 - 3 “

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 7 – 1

บันทึกประจำวันงาน Slurry Seal

สัญญาที่.....สำนักงานหลวงที่.....แขวง.....
 เจ้าของตัวอย่าง.....วันที่.....
 ผู้ควบคุมงาน.....อากาศขณะทำงาน.....
 ชนิดวัสดุ.....แหล่งวัสดุ.....
 ชนิด E Asphalt.....Filler.....Additive.....

Sta.							
To							
Sta.							
Width (m)							
Length (m)							
Start Time							
Stop Time							
Paving Time							
MATERIAL USED							
M.C. of Agg. %							
Wet. Aggregate Kg.							
Dry Aggregate Kg.							
E Asphalt Kg.							
Filler Kg.							
Water Kg.							
Additive Kg.							
Total Mat. Used Kg.							
Area W x L m ²							
Wt. of Dry Agg. Kg/m ²							
Wt. of Slurry Ton/m ³							
Calculated mm							
% E Asphalt by Wt. of Dry Agg.							

Total E : Asphalt.....Kg.

Aggregate.....Kg./min

Asphalt.....Kg./min

Filler.....Kg./min

Water.....Kg./min

Additive.....Kg./min

AVG. Calculated Thickness.....

Remarks.....

Total Mater Used.....Kg.

Total Weight of Dry Agg.....Kg.

Total Area.....m.

AVG. Wt of Slurry.....Ton/m²

AVG weight of Dry Agg.....Kg/m²

AVG. Asphalt by Wt. of Dry Agg.....

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
SUMMARY RESULTS OF SLURRY SEAL

สัญญาที่.....สำนักทางหลวงที่.....แขวง.....ทางสาย.....
 ผู้ควบคุมงาน.....ผู้รับจ้าง.....ขนาดวัสดุ.....SE.....% LA.....%

ตัวอย่างแบบฟอร์มที่ 7 - 2

Sample	DATE												
	Sta.- Sta.												
	% Passing by Wt. of Agg.	G Agg	C Agg	Ext. Agg	G Agg	C Agg	Ext. Agg	G Agg	C Agg	Ext. Agg	G Agg	C Agg	Ext. Agg
	9.3												
	# 4												
	# 8												
	# 16												
	# 30												
	# 50												
	# 100												
	# 200												
	Residual Asphalt by Wt. of Agg.												
	Wt. of Dry Agg. Kg/m ²												
	Emulsion Asphalt by Wt. of Agg. %												
	Calculated Thickness mm												

ภาคผนวกที่ 7 - 1

ข้อเสนอแนะขั้นตอนการปรับเทียบเครื่องจักร งาน Slurry seal

ภาคผนวกที่ 7 - 1

ข้อเสนอแนะขั้นตอนการปรับเทียบเครื่องจักร งาน Slurry seal

1. วัตถุประสงค์:

- 1.1 เพื่อให้อัตราการปล่อยวัสดุทุกชนิดของเครื่องจักรถูกต้อง และได้ส่วนผสมตามที่กำหนด
- 1.2 เพื่อให้เกิดความพร้อมในการทำงานของเครื่องจักร

2. ข้อเสนอแนะที่สำคัญ

2.1 การออกแบบส่วนผสมของงาน Slurry อยู่บนพื้นฐานของ “ น้ำหนักมวลรวมแห้ง” (รวมถึงน้ำหนักของวัสดุผสมแทรก – ปูนซีเมนต์)

2.2 การสอบเทียบจะอาศัย “เครื่องมือมาตรฐาน” (Common Unit) หมายถึง อ้างอิงจากเครื่องมือที่มีอยู่ในที่ทำงาน ที่นิยมใช้ก็คือ มู่เล่ตัวขับ (Head pulley) ที่จะทำหน้าที่หมุนสายพานลำเลียงหิน (Aggregate Belt) เนื่องจากเครื่องจักรส่วนมากติดตั้งอุปกรณ์วัตรอบของมู่เล่ตัวขับ

2.3 ทำการสอบเทียบ 3 ครั้ง ต่อชนิดของเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับวัสดุนั้น ๆ

2.4 ให้ทำการสอบเทียบในขณะที่รถไม่มีการบรรทุกหินและทำการสอบเทียบวัสดุอื่นๆ ก่อนจนครบ

2.5 ตรวจสอบส่วนสำคัญต่าง ๆ ของเครื่องจักร เช่น ห้องผสม Hopper ของทั้งหินและปูนซีเมนต์ เพื่อให้แน่ใจว่า มีความสะอาด “เพียงพอ” และไม่มีสิ่งใดตกค้างหรืออุดตัน เพราะอาจจะทำให้ผลสอบเทียบคลาดเคลื่อนได้

2.6 ควรทำการสอบเทียบกับเครื่องจักรและวัสดุที่จะใช้กับงานนั้นๆ และทำการสุ่มสอบเทียบเครื่องจักรอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือเมื่อใดก็ตามที่มีการเปลี่ยนชนิดของวัสดุนั้นๆ

3. ขั้นตอนการปรับเทียบปั๊มจ่ายแอสฟัลต์อิมัลชัน

3.1 เติมแอสฟัลต์อิมัลชันและซังน้ำหนักรวมของรถ

3.2 ต่อสายจากปั๊มเข้าสู่แท็งก์หรือรถยาง

3.3 เดินเครื่องปั๊ม หยดเมื่อมู่เล่ตัวขับหมุนได้รอบตามที่กำหนดไว้ ควรปั๊มแอสฟัลต์อิมัลชันออกมาอย่างน้อย 1,000 ลิตร ต่อการปรับเทียบแต่ละครั้ง

3.4 คำนวณน้ำหนักของแอสฟัลต์อิมัลชันที่จ่ายผ่านปั๊ม โดยซังน้ำหนักรวมของรถอีกครั้ง

3.5 คำนวณน้ำหนักของแอสฟัลต์อิมัลชันที่จ่ายผ่านปั๊มต่อ 1 รอบการหมุนของมู่เล่ตัวขับ

3.6 ทำการสอบเทียบ จากข้อ 1-5 ทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยและยืนยันผลสอบเทียบ

3.7 หากต้องการปรับเทียบอัตราการใช้แอสฟัลต์อิมัลชันในระดับอื่นๆ ให้ทำการปรับรอบของปั๊มตามต้องการและทำการสอบเทียบ โดยทำการสอบเทียบจนได้ข้อมูลเพียงพอที่จะสามารถนำ

ผลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับรอบของปั๊มและอัตราการปล่อยแอสฟัลต์อิมัลชัน



รูปที่ 1 เครื่องจักรงาน Slurry Seal ขณะปรับเทียบแอสฟัลต์

3.8 ข้อควรระวัง

3.8.1 ปั๊มที่อยู่ในสภาพยอมรับได้ ต้องให้ผลการปรับเทียบคลาดเคลื่อนจากค่ากลางไม่เกิน 2 %

3.8.2 หากเป็นปั๊มแบบที่สามารถปรับอัตราการจ่ายได้ (variable Pump) หลังจากทำการสอบเทียบแล้วควรจะทำ lock ไว้ไม่ให้เกิดการเปลี่ยนโดยบังเอิญในขณะใช้งาน เนื่องจากอัตราการใช้แอสฟัลต์อิมัลชันควรจะคงที่สำหรับงานนั้น ๆ

4. การเปรียบเทียบปั๊มน้ำ

ให้ใช้วิธีการปรับเทียบเช่นเดียวกับปั๊มแอสฟัลต์อิมัลชัน

5. การเปรียบเทียบเครื่องจ่ายซีเมนต์

5.1 ใช้กระบะ เพื่อรองรับซีเมนต์ที่ปล่อยออกมา โดยทำการชั่งน้ำหนักไว้ก่อน

5.2 เดินเครื่องจ่ายซีเมนต์ และหยุดเมื่อมู่เล่ตัวจับหมุนได้รอบตามที่กำหนดไว้ (แนะนำว่าให้จ่ายปูนซีเมนต์ออกมาประมาณ 9 กก. ต่อครั้ง)

5.3 คำนวณน้ำหนักของซีเมนต์ที่จ่ายออกมาต่อ 1 รอบการหมุนของมู่เล่ตัวจับ

5.4 ทำการสอบเทียบ จากข้อ 5.1-5.3 ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งใช้ปรับรอบเครื่องจ่ายปูนซีเมนต์ต่างกัน และนำผลที่ได้มาทำกราฟหาความสัมพันธ์

5.5 ข้อแนะนำ เนื่องจากเครื่องจ่ายปูนซีเมนต์ส่วนมากจะปล่อยปูนซีเมนต์มาทางสายพานลำเลียงหิน ดังนั้นก่อนทำการทดสอบ ไม่ควรมีหินอยู่บนสายพานลำเลียง

6. การปรับเทียบสายพานลำเลียงหิน

6.1 ตั้งขนาดประตูหินตามที่ต้องการ

6.2 เติมหินลงในรถและเดินเครื่องสายพานลำเลียงหินสักระยะหนึ่งเพื่อให้หินผ่านเต็มประตูหินและให้เกิดการลำเลียงที่ต่อเนื่อง นำส่วนเกินที่ผ่านประตูหินแต่ไม่ลงในห้องผสมออก แล้วจึงชั่งน้ำหนักรวมของรถ และทำการตั้งรอบมู่เล่เป็นศูนย์

6.3 เดินเครื่องสายพานลำเลียงหินและหยุดทันทีที่มู่เล่ตัวขับเคลื่อนเปลี่ยนขึ้นรอบตามที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการอ่านค่าแบบไม่เต็มรอบ

6.4 นำส่วนเกินที่ผ่านประตูหินแต่ไม่ลงในห้องผสมออก แล้วชั่งน้ำหนักรวมของรถอีกครั้ง

6.5 คำนวณน้ำหนักของหินที่ลำเลียงออกมาและน้ำหนักของหินต่อ 1 รอบการหมุนของมู่เล่ตัวขับเคลื่อน

6.6 ทำการเปรียบเทียบอย่างน้อย 3 ระดับความแตกต่างของขนาดประตูหินและใช้ปริมาณแต่ละครั้ง ประมาณ 3 ตันต่อครั้ง โดยค่าที่ยอมรับได้แต่ละครั้งคลาดเคลื่อนจากค่ากลางไม่เกิน 2 %



รูปที่ 2 เครื่องจักรงาน Slurry Seal ขณะปรับเทียบหิน

บทที่ 8

งานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรีซีล (Para Slurry Seal)

พาราสเลอรีซีลเป็นวิธีการฉาบผิวทางชนิดหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน (Para Asphalt Emulsion) มวลรวม (Aggregate) วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) และสารผสมเพิ่ม (Additive) มีลักษณะแข็งแรง ช่วยให้ผิวทางมีความคงทนสูง ลักษณะผิวหน้าไม่ลื่น ทนต่อการแปรเปลี่ยนของดินฟ้าอากาศและป้องกันน้ำซึม ในการก่อสร้างสามารถเปิดการจราจรได้รวดเร็วจึงเหมาะสำหรับพื้นที่ก่อสร้างทั่วไปและย่านชุมชน ใช้สำหรับฉาบเป็นชั้นผิวทาง ผิวไหล่ทาง ด้วยจุดประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของส่วนผสมที่นำมาใช้

8.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำชั้นพาราสเลอรีซีลประกอบด้วย

8.1.1 แอสฟัลต์

แอสฟัลต์ที่ใช้คือพาราแอสฟัลต์อิมัลชันที่เป็น Polymer Modified Asphalt Emulsion ชนิด Quick Set ซึ่งผลิตขึ้นมาจากแอสฟัลต์อิมัลชันชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ผสมกับยางธรรมชาติ (Natural Rubber) โดยมีคุณภาพตาม ทล.- ก. 405 “Specification for Elastomeric Modified Asphalt Emulsion”

8.1.2 สารผสมเพิ่ม (Additives)

สารผสมเพิ่มใช้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลงหรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันเคลือบมวลรวมได้ดียิ่งขึ้น ปริมาณที่ใช้ต้องพอเหมาะเพื่อให้สามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ สารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากสำนักวิศวกรและตรวจสอบก่อน

8.1.3 น้ำ

น้ำที่ใช้ต้องสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนที่จะก่อให้เกิดผลเสียต่อพาราสเลอรีซีล

8.1.4 มวลรวม (Aggregate)

มวลรวมต้องเป็นหินไม่แข็ง กทน สะอาด ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นใด อาจมีวัสดุผสมแทรกด้วยก็ได้ ในกรณีที่ไม้ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. มีค่า Sand Equivalent ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

ข. มีค่าความสึกหรอ ไม่มากกว่าร้อยละ 35

ก. มีค่าส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ไม่มากกว่าร้อยละ 9

8.1.5 วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler)

วัสดุผสมแทรก เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของมวลรวมต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น จะใช้เมื่อต้องการปรับปรุงความสะดวกในการทำงาน (Workability) หรือปรับปรุงขนาดคละ (Gradation)

8.2 การใช้งาน

พาราสเลอรีซิลใช้สำหรับฉาบผิวทางแบ่งเป็น 3 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันตามที่กำหนดในตารางที่ 8-1 ซึ่งจะแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน การที่จะกำหนดให้ฉาบผิวพาราสเลอรีซิลชนิดใด ขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม ปริมาณการจราจร และวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ซึ่งจะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามความต้องการโดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้

8.2.1 พาราสเลอรีซิลชนิดที่ 1 เป็นชนิดที่สามารถแทรกซึมรอยแตกได้ดีใช้สำหรับฉาบผิวทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

ก. ยารอยแตก

ข. ฉาบเป็นผิวทาง กรณีต้องการปรับปรุง Texture ของผิวทางเดิมเล็กน้อย

ค. ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

8.2.2 พาราสเลอรีซิลชนิดที่ 2 เป็นชนิดที่มีผิวหน้าหยาบกว่าชนิดที่ 1 ใช้สำหรับฉาบผิวทางหรือผิวไหล่ทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

ก. เพิ่ม Skid Resistance ของผิวทางเดิม

ข. ให้ผิวทางระบายน้ำออกไปได้รวดเร็ว

ค. ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

8.2.3 พาราสเลอรีซิลชนิดที่ 3 เป็นชนิดที่มีผิวหน้าหยาบที่สุด ใช้สำหรับฉาบผิวทางหรือผิวไหล่ทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

ก. เพิ่ม Skid Resistance ของผิวทางเดิม

ข. ให้ผิวทางระบายน้ำออกไปได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ค. ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

ง. ฉาบปรับระดับได้เล็กน้อย

จ. ปรับแก้ Crown Slope ได้เล็กน้อย

ฉ. ฉาบปิดผิวทางเดิมที่หลุด (Raveling)

ตารางที่ 8-1 ขนาดกะของมวลรวม ปริมาณเนื้อยางแอสฟัลต์ และอัตราการฉาบพาราสเลอรีชีล

ผ่านตะแกรงขนาด	ชนิดของพาราสเลอรีชีล		
	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 ร้อยละ โดยมวลของมวลรวมแห้ง	10.0 – 16.0	7.5 – 13.5	6.5 – 12.0
อัตราการฉาบ เป็น กก./ตร.ม.	3.0 – 5.5	5.5 – 10.0	10.0 – 16.0

8.3 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์ เครื่องจักรหรือเครื่องมือชิ้นนั้นไม่สามารถทำงานได้ผลตามต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ดีขึ้นก่อนนำไปใช้งาน

8.3.1 เครื่องจักรพาราสเลอรีชีล

เครื่องจักรพาราสเลอรีชีลต้องเป็นเครื่องจักรที่ขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ประกอบด้วย

- เครื่องผสม (Mixer)
- เครื่องฉีดน้ำ
- เครื่องฉาบ (Spreader)
- เครื่องปั๊มพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม
- สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม
- ถังใส่มวลรวม (Aggregate Bin)
- ถังใส่วัสดุผสมแทรก (Filler Bin)
- ถังใส่น้ำและใส่พาราแอสฟัลต์อิมัลชัน

- ถังใส่สารผสมเพิ่ม (Additive Tank)

- อุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนผสมของวัสดุ

ส่วนประกอบของเครื่องจักรดังกล่าวข้างต้นสำหรับรายการซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ มีรายละเอียดดังนี้

ก. เครื่องผสม ต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของพาราสเลอรีซิลได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ขาดตอน มีเครื่องลำเลียงวัสดุต่างๆ พร้อมมาตรวัดปริมาณ สามารถลำเลียงมวลรวม วัสดุผสม แทรกลงสู่ถังผสมในตำแหน่งเดียวกัน และลำเลียงน้ำ พาราเอสฟัลต์อิมัลชัน และสารผสมเพิ่มลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง เครื่องผสมสามารถลำเลียงวัสดุที่ผสมเข้ากันได้ดี แล้วลงเครื่องฉาปได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน

ข. เครื่องฉีดน้ำ ติดตั้งอยู่หน้าเครื่องฉาป เช่น Fog Spray Bar สามารถฉีดน้ำให้เป็นฝอย หรือ ละออง ใช้สำหรับฉีดน้ำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

ค. เครื่องฉาป ติดอยู่ทางด้านท้ายของเครื่องผสม ต้องสามารถปรับอัตราการฉาปได้ตามที่กำหนด ปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาปได้เรียบและสม่ำเสมอ

ง. เครื่องปั๊มเอสฟัลต์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรีซิล

จ. สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรีซิล

8.3.2 เครื่องกวาดฝุ่น

เครื่องกวาดฝุ่นเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบลากที่ติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใดซึ่งเป็นชนิดไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำได้ด้วยไฟเบอร์กลวดเหล็ก ในล่อน หวายหรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่นและไม้กวาดมือซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทางและรอยแตกได้

8.3.3 เครื่องเป่าลม (Blower)

เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนาหรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

8.3.4 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับต้องเป็นรถบดล้อแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองมีน้ำหนักประมาณ 5 ตัน ล้อยางต้องเป็นชนิดผิวหน้ายางเรียบ มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อความดันลมยางประมาณ 345 กิโลพาสคัล (50 ปอนด์แรงต่อตารางนิ้ว)

8.3.5 อุปกรณ์อื่นๆ

อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาปด้วยมือ พลั่ว

8.4 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

8.4.1 การกองมวลรวมให้กองให้เป็นระเบียบ โดยกองในบริเวณที่น้ำไม่ขัง หรือบริเวณที่จะไม่ทำให้มวลรวมมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปก่อนนำมวลรวมไปใช้งานจะต้องได้รับการตรวจสอบและได้รับการอนุญาตจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

8.4.2 การออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรีซีล

ก. ก่อนเริ่มงานให้ผู้รับจ้างทำการออกแบบส่วนผสม แล้วให้นายช่างผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสม พร้อมทั้งเอกสารการออกแบบ ส่งให้สำนักวิศวกรและตรวจสอบ ทำการตรวจสอบ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ ในการนี้ทั้งสิ้น

ข. คุณภาพของวัสดุที่จะใช้ออกแบบจะต้องผ่านการทดลองคุณภาพให้ใช้ได้แล้ว การออกแบบส่วนผสมจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานและส่วนผสมพาราสเลอรีซีลต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- เวลาในการผสม (Mix Time) ที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 120 วินาที
- ค่า Flow อยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิเมตร
- Initial Set ไม่มากกว่า 30 นาที
- เวลาในการบ่ม (Cure Time) ไม่มากกว่า 2 ชั่วโมง
- ค่า Wet Track Abrasion Loss ไม่มากกว่า 500 กรัมต่อตารางเมตร
- ค่า Hubbard Field Stability ที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 11.8 กิโลนิวตัน

(1,200 กิโลกรัมแรง)

- เวลาที่เปิดให้การจราจรผ่าน (Traffic Time) หลังการก่อสร้างประมาณ 2 ชั่วโมง

ค. หากวัสดุผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมวลรวมก็ดีหรือเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานและค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

ง. ระหว่างการฉาบพาราสเลอรีซีล ถ้านายช่างผู้ควบคุมงานเห็นว่า ส่วนผสมของพาราสเลอรีซีลที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม มวลรวมหรือวัสดุผสมแอสฟัลต์ผลิตจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่กำหนดไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ผู้รับจ้างต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วออกแบบใหม่ ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

8.4.3 กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางแอสฟัลต์ ให้ทำการตรวจสอบพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้าง และแก้ไขความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมบางจุดมีความเสียหายหรือระดับไม่ดี ให้ทำ Deep Patching หรือ Skin Patching แล้วแต่กรณี

8.4.4 กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางคอนกรีต ให้ทำการตรวจสอบรอยต่อและรอยแตกต่าง ๆ แล้วทำการแก้ไขซ่อมแซมตามความเหมาะสม ทำความสะอาดให้เรียบร้อยแล้วทำการ Tack Coat ก่อนทำการฉาบผิวพาราสเลอรีซีล

8.4.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องจักรและเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำออกใช้งาน และผลิตส่วนผสมพาราสเลอรีซีลได้ตามที่ออกแบบไว้

8.4.6 ให้ทำการตรวจสอบและตรวจปรับมาตรวัดต่างๆ เพื่อให้ใช้วัสดุได้ตามอัตราส่วนที่ต้องการ

8.4.7 ในกรณีที่จำเป็นต้องกวาดฝุ่น ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกจากผิวทางจนสะอาด ถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้างด้วย

8.4.8 ต้องพิจารณาสภาพอากาศให้เหมาะสม ห้ามทำการฉาบผิวในระหว่างฝนตกและอุณหภูมิของอากาศขณะฉาบต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

8.5 การก่อสร้าง

วัสดุต่างๆ ที่จะนำมาผสมเป็นพาราสเลอรีซีล ต้องเป็นวัสดุที่ผ่านการทดลองและมีคุณภาพใช้ได้แล้ว

8.5.1 ข้อกำหนดทั่วไปในการก่อสร้าง

ก. กรณีที่ผิวทางเดิมเป็นผิวทางแอสฟัลต์ที่มีผิวแห้ง ต้องทำให้เปียกสม่ำเสมอด้วยเครื่องฉีดน้ำเป็นฝอยหรือเป็นละอองทันทีก่อนทำการฉาบผิว

ข. 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

ค. พาราแอสฟัลต์อิมัลชันในส่วนผสมต้องไม่แตกตัวในเครื่องฉาบก่อนที่จะฉาบ

ง. พาราสเลอรีซีลที่ผสมแล้ว ต้องสามารถกระจายได้อย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบ ต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้การฉาบ ฉาบได้เต็มความกว้างตามต้องการ

8.5.2 การฉาบ

ก. ส่วนผสมพาราสเลอรีซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้วต้องมีส่วนผสมคงที่ถูกต้องตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

ข. ส่วนผสมพาราสเลอรีซีลต้องไม่จับกันเป็นก้อนหรือแตกตัวในเครื่องฉาบ ไม่มีมวลรวมใดที่ไม่ถูกเคลือบด้วยพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน ไม่เกิดการแยกตัวระหว่างพาราแอสฟัลต์อิมัลชันกับมวลรวมละเอียดออกจากมวลหยาบหรือมีมวลหยาบตกลงสู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกไปจากผิวทาง

ค. ต้องไม่มีรอยครูด ซึ่งอาจเกิดจากหินก้อนใหญ่เกินไปปรากฏให้เห็นบนผิวทางที่ฉาบเรียบเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย นายช่างผู้ควบคุมงานอาจให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวมก่อนนำมาผสม

ง. กรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องฉาบทำการฉาบได้เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือ ต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

8.5.3 รอยต่อ

รอยต่อตามยาวหรือตามขวางต้องไม่เป็นสันนูนหรือมองเห็นชัดเจนว่าไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย

8.5.4 การบดทับ

ก. พาราสเลอรีซีลชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ไม่ต้องทำการบดทับ

ข. พาราสเลอรีซีลชนิดที่ 3 อาจจะทำการบดทับหรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน ถ้าเห็นว่าไม่เรียบหากต้องการบดทับต้องบดทับขณะที่ส่วนผสมกำลังแข็งตัว (ขณะบ่ม) โดยใช้รถบดล้อยาง บดทับด้วยความเร็วประมาณ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จำนวนไม่น้อยกว่า 5 เที่ยว

8.5.5 การบ่ม

เมื่อฉาบเสร็จแล้วต้องปล่อยให้บ่มตัวระยะเวลาหนึ่งก่อนเปิดการจราจร การบ่มตัวจะนานเท่าไรให้ตรวจสอบการแตกตัวของพาราเอสฟลด์อิมัลชันในส่วนผสมพาราสเลอรีซีล โดยดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำและปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถจะทำการตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำมันผิวพาราสเลอรีซีล ถ้าไม่มีน้ำปรากฏบนผิวและผิวนั้นเป็นสีดำแล้วก็สามารถเปิดการจราจรได้ โดยปกติจะใช้เวลาบ่มไม่เกิน 2 ชั่วโมง ระหว่างการบ่มตัวถ้าจำเป็นต้องเปิดให้การจราจรผ่าน อาจใช้หินฝุ่นหรือทรายสาดปิดเพื่อให้รถยนต์ผ่านก็ได้

8.6 การอำนวยความสะดวกและการเปิดการจราจร

8.6.1 ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในระหว่างการก่อสร้าง

8.6.2 ติดตั้งป้าย เครื่องหมายและสัญญาณจราจรเตือนล่วงหน้าเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ

8.6.3 ระยะเวลาที่จะเปิดการจราจร พิจารณาตามความจำเป็นในสนาม จะเปิดการจราจรได้เมื่อบ่มตัวครบ 2 ชั่วโมงแล้ว

8.7 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

8.7.1 การขนส่งพาราเอสฟลด์อิมัลชันในกรณีที่เป็นถังบรรจุ Drum โดยเฉพาะการขนขึ้นหรือลงต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุพาราเอสฟลด์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง เพราะอาจทำให้พาราเอสฟลด์อิมัลชันแตกตัวได้

8.7.2 ก่อนใช้พาราเอสฟลด์อิมัลชันที่บรรจุถังเก็บไว้เป็นเวลานาน ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสมพาราเอสฟลด์อิมัลชัน ทั้งนี้เพื่อให้พาราเอสฟลด์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันอย่างทั่วถึง

8.7.3 ทุกครั้งที่ทำการผสมพาราเอสฟลด์อิมัลชันเสร็จแล้วควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานในครั้งต่อไป

8.7.4 เมื่อเปิดถังบรรจุพาราเอสฟลด์อิมัลชันออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นจะทำให้น้ำในถังระเหยได้ ซึ่งจะทำให้พาราเอสฟลด์อิมัลชันเสื่อมสภาพ

8.8 การรายงานผล

การรายงานการฉาบผิวทางแบบพาราเอสฟลด์อิมัลชันเป็นไปตาม บทที่ 7 “งานงานผิวทางแบบสเลอรี่ซีล ข้อ 7.8”

บทที่ 9

ผิวทางแบบเคพซีล (Cape Seal)

ผิวทางแบบเคพซีล เป็นผิวทาง 2 ชั้น ประกอบด้วยผิวทางชั้นแรกแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) แล้วปูทับด้วยผิวทางแบบสลเลอรี่ซีล (Slurry Seal) อีก 1 หรือ 2 ชั้น ผิวทางชนิดนี้ใช้ทำเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย



รูปที่ 9.1 ผิวทางแบบเคพซีล

9.1 วัสดุ

9.1.1 ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว)

วัสดุที่ใช้ประกอบด้วย

- ก. แอสฟัลต์
- ข. หินย่อยหรือกรวดย่อย
- ค. สารเคลือบผิวหินย่อยหรือกรวดย่อย (Pre-Coating Material)
- ง. สารผสมแอสฟัลต์ (Additive)

คุณสมบัติวัสดุให้ให้เป็นไปตาม บทที่ 3 “งานผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์”

9.1.2 ผิวทางชั้นที่สอง (สลเลอรี่ซีล)

วัสดุที่ใช้ประกอบด้วย

- ก. แอสฟัลต์อิมัลชัน
- ข. สารผสมเพิ่ม
- ค. น้ำ
- ง. มวลรวม

จ. Mineral Filler

คุณสมบัติวัสดุให้ให้เป็นไปตาม บทที่ 7 “งานผิวทางแบบ Slurry Seal”

9.2 ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย

9.2.1 ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว)

ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย สำหรับผิวทางชั้นแรกให้เป็นไปตาม ตารางที่ 9 -1

9.2.2 ผิวทางชั้นที่สอง (สเลอรีชีล)

ขนาดของหินย่อย ให้เป็นไปตามตารางที่ 9 - 2

ตารางที่ 9 - 1 ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย

ปริมาณ ผ่านตะแกรง ร้อยละ โดยมวล							
ขนาดที่ใช้เรียกมิลลิเมตร	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

ตารางที่ 9 - 2 ขนาดของหินย่อยที่ใช้ในการฉาบ

ชนิดของ Slurry Seal		2	3
ขนาดของตะแกรง (มม.)		ผ่านตะแกรงร้อยละ	
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 - 24
0.300	(เบอร์ 50)	18 - 30	12 - 25
0.150	(เบอร์ 100)	10 - 21	7 - 18
0.075	(เบอร์ 200)	5 - 15	5 - 15

9.3 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย

9.3.1 ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว)

การเลือกใช้ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย สำหรับผิวทางชั้นแรก ให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

9.3.2 ผิวทางชั้นที่สอง (สเลอรีชีล)

ก. สเลอรีชีล ชนิดที่ 2 ใช้ฉาบบนผิวทางชั้นแรก ที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ตามตารางที่ 9 - 1 โดยการฉาบครั้งเดียว ให้มีปริมาณส่วนผสมสเลอรีชีล ตามตารางที่ 9 - 3

ข. สเตอริซีล ชนิดที่ 3 ใช้ฉาบบนผิวทางชั้นแรก ที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามตารางที่ 9 - 1 โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง ให้มีปริมาณส่วนผสม สเตอริซีลรวมทั้งหมด ตามตารางที่ 9 - 3

9.4 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

9.4.1 ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว)

เครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้ให้เป็นไปตาม บทที่ 3 “งานผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์”

9.4.2 ผิวทางชั้นที่สอง (สเตอริซีล)

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ให้เป็นไปตาม บทที่ 7 “งานผิวทางแบบ Slurry Seal” ยกเว้น เครื่องจักรที่ใช้บดทับ ต้องเป็นรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองมีน้ำหนัก ประมาณ 10 ตัน แบบล้อยางผิวหน้าเรียบ ความดันลมยางประมาณ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

9.5 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

9.5.1 ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว)

การเตรียมการก่อนการก่อสร้างประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ก. การกองหินย่อยหรือกรวดย่อย

ข. การออกแบบผิวทางเซอร์เฟสทรีตเมนต์

ค. การตรวจสอบ ตรวจสอบปรับเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์

ง. การเตรียมสารผสมแอสฟัลต์

จ. การเคลือบผิวหรือการล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย

ฉ. การเตรียมพื้นทางหรือผิวทางเดิม

ขั้นตอนทั้งหลายให้เป็นไปตาม บทที่ 3 “งานผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์”

9.5.2 ผิวทางชั้นที่สอง (สเตอริซีล)

การเตรียมการก่อนการก่อสร้างประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ก. การกองหินหรือทราย

ข. การออกแบบส่วนผสม Slurry Seal

ค. การตรวจสอบเครื่องจักรและเครื่องมือ

ง. การเตรียมพื้นที่

ขั้นตอนทั้งหลายให้เป็นไปตาม บทที่ 7 “งานผิวทางแบบ Slurry Seal”

9.6 การก่อสร้าง

9.6.1 ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว)

การก่อสร้างผิวทางเคพซีลชั้นแรกเป็นแบบ การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์

9.6.2 ผิวทางชั้นที่สอง (สเลอรีซีล)

ลาดแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ลงบนผิวทางชั้นแรก ด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 0.6 ลิตรต่อตารางเมตร โดยวิธี Fog Spray หลังจากนั้นจึงดำเนินการก่อสร้างผิวทางเคพซีลชั้นที่สองเป็นแบบ การก่อสร้างผิวแบบ Slurry Seal



รูปที่ 9.2 การก่อสร้างผิวทางแบบเคพซีล

9.7 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

9.7.1 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังทั่วไป

ก. ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว) ให้เป็นไปตาม บทที่ 3 งานผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์

ข. ผิวทางชั้นที่สอง (สเลอรีซีล) ให้เป็นไปตาม บทที่ 7 งานผิวทางแบบ Slurry Seal

9.7.2 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังพิเศษสำหรับงานเคพซีล

ก. ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมผิวแบบเคพซีล แก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบพร้อมกับเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

ข. เมื่อสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ดำเนินการตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสมและกำหนดค่าผลการทดลองที่เหมาะสมให้แล้ว สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

ค. ในการทำผิวแบบเคพซีลในสนาม ถ้าวัสดุที่ใช้ผิดพลาดไปจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงหรือแก้ไขใหม่โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

ง. หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงทุกครั้ง จะต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบก่อน

จ. การทดลองและตรวจสอบการออกแบบผิวแบบเคพซีลทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมทางหลวงกำหนด

ฉ. การฉาบผิวสเลอรีซีลทับบนผิวทางชั้นแรก ควรดำเนินการภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน และไม่มากกว่า 4 สัปดาห์ ฉะนั้นการลาดแอสฟัลต์อิมัลชัน (Fog Spray) ควรดำเนินการภายในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนฉาบผิวสเลอรีซีล

ช. หลังการฉาบผิวสเลอรีซีล ชนิดที่ 2 หรือฉาบผิวสเลอรีซีล ชนิดที่ 3 ครั้งที่ 1 แล้ว ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางเต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เทียว โดยเริ่มบดทับได้ เมื่อไม่มีส่วนผสม สเลอรีซีลติดล้อรถบด แต่ต้องไม่ข้ามวัน

ซ. สำหรับการฉาบผิวสเลอรีซีล ชนิดที่ 3 ครั้งที่ 2 ให้ดำเนินการฉาบผิวโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ แต่ต้องไม่นานเกินกว่า 4 สัปดาห์ หลังจากฉาบผิวครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว การฉาบผิวครั้งที่ 2 นี้ โดยปกติไม่ต้องบดทับ

9.7.3 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ

ก. ผิวทางชั้นแรก (เซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว)

ปริมาณของหินย่อยหรือกรวดย่อยและแอสฟัลต์โดยประมาณให้ใช้ตามตารางที่ 9-3 ส่วนปริมาณวัสดุที่ใช้จริง ให้เป็นไปตามการออกแบบตามวิธีการของกรมทางหลวง ปริมาณแอสฟัลต์ที่ออกแบบในชั้นนี้ ได้จากค่า A.L.D. ของหินย่อยหรือกรวดย่อย

ตารางที่ 9-3 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว)	19.0 (3/4)	12.5 (1/2)
หินย่อยหรือกรวดย่อย กิโลกรัมต่อตารางเมตร	16 - 22	12 - 18
แอสฟัลต์ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส		
แอสฟัลต์ซีเมนต์ ลิตรต่อตารางเมตร	0.7 - 1.7	0.5 - 1.3
กัทแบกแอสฟัลต์ ลิตรต่อตารางเมตร	0.9 - 1.9	0.7 - 1.5
แอสฟัลต์อิมัลชัน ลิตรต่อตารางเมตร	1.1 - 2.3	0.8 - 1.6

ข. ผิวทางชั้นที่สอง (สเลอรีซีล)

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ เป็นไปตามตารางที่ 9-4

ตารางที่ 9-4 ขนาดของหินย่อยที่ใช้ในการฉาบ

ชนิดของ Slurry Seal	2	3
Residue ของแอสฟัลต์ ร้อยละ โดยน้ำหนักของหิน	7.5 - 13.5	6.5 - 12.0
อัตราการปู / ฉาบเป็นน้ำหนักของส่วนผสมสเลอรีซีล (กก./ตรม.)	6.1 - 9.3	9.3 - 14.6

9.8 การรายงานผล

9.8.1 ผิวทางชั้นแรกให้เป็นไปตาม บทที่ 3 “งานผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์”

9.8.2 ผิวทางชั้นที่สองให้เป็นไปตาม บทที่ 7 “งานผิวทางแบบ Slurry Seal”

บทที่ 10

Asphalt Hot – Mix Recycling

Asphalt Hot – Mix Recycling หมายถึง การผลิต Recycled Asphalt Concrete โดยการนำเอาแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้จากการรื้อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ โดยอาจเพิ่มวัสดุใหม่เข้าไปผสมด้วยหรือไม่ก็ได้ตามความจำเป็น วัสดุใหม่ดังกล่าวได้แก่ แอสฟัลต์ซีเมนต์ และหรือสารปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์ (Asphalt Recycling Agent) และหรือมวลรวม และหรือแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการงานบำรุงทางหรืองานบูรณะลาดยาง โดยการปูและบดทับบนชั้นทางใดๆ ที่ได้เตรียมไว้ให้ถูกต้องตามแนว ระดับ ความลาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

10.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำ Recycled Asphalt Concrete ประกอบด้วย แอสฟัลต์คอนกรีตจากชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม โดยอาจใช้วัสดุใหม่ คือ แอสฟัลต์ซีเมนต์และหรือสารปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์และหรือมวลรวม และหรือแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ ผสมเพิ่มด้วยก็ได้ตามความจำเป็น ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัสดุเก่าที่นำมาใช้ โดยจะต้องดำเนินการทดลองและออกแบบส่วนผสมเฉพาะงานที่เหมาะสม

10.1.1 แอสฟัลต์คอนกรีตจากชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม

แอสฟัลต์คอนกรีตจากชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม ได้จากการรื้อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตโดยอาจใช้วิธีคราด (Ripping) แล้วนำมาย่อยจนได้ขนาดตามที่ต้องการหรือวิธีตัดแบบเย็น (Cold Milling) หรือวิธีตัดแบบร้อน (Hot Milling) ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการและลักษณะการใช้งาน วัสดุดังกล่าวที่นำมาใช้จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ก. ปราศจากมวลรวมของชั้นทางด้านล่างที่ไม่ใช่แอสฟัลต์คอนกรีต สิ่งสกปรกและวัสดุไม่พึงประสงค์อื่น ๆ ปะปน

ข. มีขนาดกว้างตะแกรงโตสุด สำหรับชุดตะแกรงของขนาดกะที่กำหนด ไม่มากกว่าร้อยละ 5 โดยมวล

ค. ขนาดกะของมวลรวมเดิมซึ่งเมื่อผสมกับมวลรวมของแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ และหรือผสมกับมวลรวมใหม่ตามข้อ 10.1.2 แล้วจะต้องได้ขนาดกะของมวลรวมทั้งหมดเป็นไปตาม

สูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้ออกแบบไว้แล้ว และขนาดคละดั่งกล่าวจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 10 - 1 ด้วย

ตารางที่ 10 - 1 ขนาดคละของมวลรวมภายหลังการผสม

ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว)	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19.0 (3/4)	25.0 (1)
สำหรับชั้นทาง	Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course
ความหนา มิลลิเมตร	25-35	40-70	40-80	70-100
ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร (นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
37.5 (1 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

หมายเหตุ 1. กรมทางหลวงอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวมที่ใช้ แตกต่างจาก ตารางที่ 10 - 1 ก็ได้ ทั้งนี้ Recycled Asphalt Concrete ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติ และความแข็งแรง ถูกต้องตามตารางที่ 10 - 3

2. ความหนาตามตารางที่ 10 - 1 เป็นความหนาแนะนำเท่านั้น

10.1.2 มวลรวมผสมเพิ่ม

มวลรวมผสมเพิ่มประกอบด้วยมวลหยาบ (Coarse Aggregate) และหรือมวลละเอียด (Fine Aggregate) กรณีที่มวลละเอียดมีส่วนละเอียดไม่พอ หรือต้องการปรับปรุงคุณภาพ และความแข็งแรงของ Recycled Asphalt Concrete อาจเพิ่มวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) ด้วยก็ได้

ก. มวลหยาบ หมายถึง ส่วนที่ค้ำตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ต้องเป็นวัสดุที่กรมทางหลวงอนุมัติให้ใช้ได้ มีความแข็งและคงทน (Hard and Durable) สะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ใดๆที่อาจทำให้ Recycled Asphalt Concrete มีคุณภาพด้อยลง

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น มวลหยาบต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ค่าความสึกหรอ ต้องไม่เกินร้อยละ 40
- ค่าความคงทน มีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ต้องไม่เกินร้อยละ 9
- ค่า Coating and Stripping of Bitumen – Aggregate Mixtures ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95

ก. มวลละเอียด หมายถึง ส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ต้องสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์ใดๆ ปะปนอยู่ซึ่งอาจทำให้ Recycled Asphalt Concrete มีคุณภาพด้อยลง ในกรณีที่ไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นมวลละเอียดต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ค่า Sand Equivalent” ต้องมีค่า ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50
- ค่าความคงทน มีส่วนที่ไม่คงทน ต้องไม่เกินร้อยละ 9

ค. วัสดุผสมแทรก ใช้ผสมเพิ่มในกรณี ส่วนละเอียดในมวลรวมยังมีไม่พอ หรือใช้ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของ Recycled Asphalt Concrete วัสดุผสมแทรกอาจเป็น Stone Dust , Portland Cement , Silica Cement , Hydrated Lime หรือวัสดุอื่นใดที่กรมทางหลวงอนุมัติให้ใช้ได้ วัสดุผสมแทรกต้องแห้ง ไม่จับกันเป็นก้อน เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 205/2517 “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” ต้องมีขนาดละเอียดตามตารางที่ 10 – 2

ตารางที่ 10 - 2 ขนาดละเอียดของวัสดุผสมแทรก

ขนาดตะแกรงมิลลิเมตร	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล
0.600 (เบอร์ 30)	100
0.300 (เบอร์ 50)	75-100
0.075 (เบอร์ 200)	55-100

ในกรณีที่กรมทางหลวงเห็นว่า วัสดุที่มีขนาดละเอียดต่างไปจากตารางที่ 10 - 2 แต่เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุผสมแทรกแล้วจะทำให้ Recycled Asphalt Concrete มีคุณภาพเป็นไปตามที่กำหนด ก็อาจอนุมัติให้ใช้วัสดุนั้นเป็นวัสดุผสมแทรกได้

10.1.3 แอสฟัลต์

ในกรณีที่ไม้ได้ระบุชนิดของแอสฟัลต์ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70 ตามมาตรฐานเลขที่ มอก.851 “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง”

10.1.4 สารปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์ (Asphalt Recycling Agent)

เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์เหมาะสม ที่จะใช้ปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์ซีเมนต์ในแอสฟัลต์คอนกรีตจากชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่เสื่อมคุณภาพให้กลับมามีคุณภาพตามข้อกำหนดที่ต้องการ สารปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์จะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด ASTM D 4552-86 “Standard Practice for Classifying Hot Mix Recycling Agents”

การเก็บรักษาสารปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์ ให้เก็บในถังเก็บชนิดที่ควบคุมอุณหภูมิได้โดยอัตโนมัติซึ่งสามารถรักษาอุณหภูมิของสารปรับปรุงคุณภาพแอสฟัลต์ไว้ได้คงที่ตามที่กำหนด ระหว่าง 38-163 องศาเซลเซียส (100-325 องศาฟาเรนไฮต์)

10.1.5 แอสฟัลต์คอนกรีตใหม่

ในกรณีที่ต้องใช้แอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ผสมกับแอสฟัลต์คอนกรีตจากชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม แอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ที่นำมาใช้จะต้องถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ และเมื่อผสมกับแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมแล้ว จะต้องมีความหนาแน่นของมวลรวมเป็นไปตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้ออกแบบไว้แล้วและขนาดคละดังกล่าวต้องเป็นไปตามตารางที่ 10 - 1 คุณสมบัติอื่นๆ เป็นไปตามตารางที่ 10 - 3

10.2 การใช้งาน

Recycled Asphalt Concrete ใช้สำหรับงานบำรุงทางเดิมหรืองานบูรณะลาดยาง ให้สามารถใช้งานได้ต่อไป โดยใช้ปรับปรุงชั้นผิวทางเดิมให้เป็นชั้นผิวทางใหม่หรือปรับปรุงให้เป็นชั้นทางอื่นใด

10.3 เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

10.3.1 เครื่องจักรแบบ Central Plant Recycling ประกอบด้วย

ก. เครื่องจักรรื้อผิวทางเดิม อาจจะใช้แบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้

- เครื่องจักรรื้อผิวทางเดิมโดยใช้วิธีการขาด (Ripping) แล้วนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อย (Crusher) จนได้ขนาดตามที่ต้องการ

- เครื่องจักรตัดผิวทางแบบตัดร้อน (Heater Planer) มีอุปกรณ์ให้ความร้อนผิวทางเดิมที่จะตัดแบบใช้น้ำมัน ก๊าซ หรือ แสงอินฟราเรด และอุปกรณ์ตัดผิว แบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้

- แบบใช้ใบมีดปาดเฉือน (Shearing or Scraping with a Blade)
- แบบใบตัด (Cutting Edges) ซึ่งหมุนรอบแกนตั้ง
- แบบใช้เขี้ยว (Teeth) ตัดรอบ Horizontal Rotating Drum

- เครื่องตัดผิวทางแบบตัดเย็น (Cold Planer) ซึ่งสามารถตัดผิวทางเดิมได้โดยไม่ต้องให้ความร้อนผิวทางเดิมที่จะตัด

ข. Batch Plant ที่ออกแบบหรือปรับปรุงสำหรับผสมวัสดุ Recycling โดยเฉพาะ



รูปที่ 10.1 Central Plant Mix แบบ Batch Plant สำหรับผสมวัสดุ Recycling โดยเฉพาะ

ค. Drum-Mix Plant ที่ออกแบบสำหรับผสมวัสดุ Recycling โดยเฉพาะ

10.3.2 เครื่องจักรแบบ In-Place Recycling ประกอบด้วย

ก. เครื่อง Pre - heater แบบ Gas-Fired หรือ Infra-Red Heater สำหรับให้ความร้อนผิวทางเดิมจนได้อุณหภูมิประมาณ 110-130 องศาเซลเซียส



รูปที่ 10.2 เครื่อง Pre - heater



รูปที่ 10.3 เครื่อง Re-mixer

ข. เครื่อง Re - mixer จะต้องสามารถทำงานได้ดังนี้

- ให้ความร้อนผิวทางเดิมต่อเนื่องจากที่ได้ดำเนินการตามเครื่อง Pre-heater จนผิวทางเดิมมีอุณหภูมิ 140-170 องศาเซลเซียส

- รื้อผิวทางเดิมออกได้ความลึกตามที่ต้องการ โดยดำเนินการต่อจากเครื่อง Re-mixer

- รวบรวมและปรับระดับวัสดุผิวทางเดิม ที่รื้อออก ด้วยใบมีดปรับระดับ (Leveling Blade) แล้วส่งต่อไปยังส่วนกลางของเครื่อง Re-mixer ด้วยระบบ Auger เข้าสู่ห้องผสม ซึ่งเป็นแบบ Flow-Through Double-Shaft Mixer

- มีระบบ Auger เกลี่ยกระจายวัสดุที่ผสมเสร็จแล้วและปูให้เรียบด้วย Vibrating and/or Tamping Screed สามารถปรับความกว้างได้ 3.00-4.50 เมตร

ค. โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ข้อ.....”

10.3.3 เครื่องจักรบดทับและเครื่องมืออื่นๆ ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ข้อ 4.3.5 – 4.3.8 “ เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ทุกชนิดต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยผ่านการตรวจสอบและตรวจปรับ และนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องปรับปรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือดังกล่าวให้อยู่ในสภาพใช้งานได้คืออยู่เสมอ

10.3.4 เครื่องมือทดลองและห้องปฏิบัติการ ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ข้อ 4.3.9 “

10.4 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

10.4.1 การเตรียมสถานที่ตั้งโรงงานผสม และกองวัสดุ ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต” ข้อ 4.4.1 ”

10.4.2 การตรวจสอบโรงงานผสมให้เป็นไปตามบทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต” ข้อ 4.4.2“

10.4.3 การเก็บตัวอย่างเพื่อการออกแบบส่วนผสม Recycled Asphalt Concreteให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต” ข้อ 4.4.3 “

10.4.4 การออกแบบส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete

ก. ก่อนเริ่มงานไม่น้อยกว่า 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete แก่ นายช่างผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบ ผู้รับจ้างอาจร้องขอให้กรมทางหลวงเป็นผู้ออกแบบส่วนผสมให้ก็ได้ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบผลความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งการปฏิบัติงานในสนามต้องสามารถดำเนินการให้เป็นไปตามการออกแบบส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete นั้นด้วย ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

ข. คุณภาพทั่วไปของวัสดุที่จะใช้ทำ Recycled Asphalt Concrete ให้เป็นไปตามข้อ 10.1

ค. ปริมาณของแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่ใช้ผสมทำชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ขึ้นอยู่กับคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม และความเหมาะสมกับประเภทชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ที่จะก่อสร้าง ซึ่งจะต้องเป็นไปตามผลการทดลองและออกแบบสูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้ทำไว้ล่วงหน้าแล้ว

ง. การตรวจสอบสูตรส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete โดยทดลองตามวิธี Marshall และจะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนดในตารางที่ 10 - 3

จ. กรณีที่ผู้รับจ้างออกแบบส่วนผสม กรมทางหลวงจะเป็นผู้ตรวจสอบเอกสารการออกแบบส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete ให้เพื่อใช้ควบคุมงานนั้น ๆ

ฉ. ในการผสม Recycled Asphalt Concrete ในสนาม มวลรวมขนาดหนึ่งขนาดใด หรือปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ยอมให้ คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 10 - 4 ถ้าคลาดเคลื่อนเกินกว่าที่กำหนดนี้ จะถือว่า Recycled Asphalt Concrete นั้น มีคุณภาพไม่ถูกต้องตามที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

ซ. ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ถ้าวัสดุที่ใช้ผสม Recycled Asphalt Concrete เกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตาม การเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน

ซ. การทดลองและตรวจสอบการออกแบบส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete ทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างออกแบบต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมทางหลวงกำหนด

ตารางที่ 10 - 3 ข้อกำหนดในการออกแบบ Recycled Asphalt Concrete

ชั้นทาง					
รายการ	Wearing Course 9.5 มม.	Wearing Course 12.5 มม.	Binder Course	Base Course	Shoulder
Blows	75	75	75	75	50
Stability Min N	6672	6672	6672	6672	6672
(1b)	(1500)	(1500)	(1500)	(1500)	(1500)
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 N/0.25 mm Min	556	556	556	556	556
(1b/0.01 in) Min	(125)	(125)	(125)	(125)	(125)
Percent Strength Index Min	75	75	75	75	75

หมายเหตุ การทดลองหาค่า Percent Strength Index ใช้วิธี Ontario Vacuum Immersion Marshall Test หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า การทดลองรายการนี้กรมทางหลวงจะพิจารณาทำการทดลองตามความเหมาะสม

10.4.5 การเตรียมวัสดุมวลรวมและวัสดุผสมแทรก ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต” ข้อ 4.4.5 “

10.4.6 การเตรียมเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์ในการก่อสร้าง ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต” ข้อ 4.4.7 “

10.4.7 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

การเตรียมชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม ก่อนก่อสร้างชั้นทาง Recycled Asphalt concrete ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม กำจัดวัสดุหลุดหลวมสิ่งสกปรกและวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆซึ่งจะทำให้คุณภาพของ Recycled Asphalt Concrete ด้อยลงออกให้หมด

ตารางที่ 10 - 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับสำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

ผ่านตะแกรงขนาด	เปอร์เซ็นต์
12.5 มม. (1/2 นิ้ว) และขนาดใหญ่กว่า	± 8
9.5 มม. (3/8 นิ้ว) และ 4.75 มม. (เบอร์ 4)	± 7
2.36 มม. (เบอร์ 8)	± 6
0.300 มม. (เบอร์ 50)	± 5
0.075 มม. (เบอร์ 200)	± 3
ปริมาณแอสฟัลต์	± 0.5

10.5 การก่อสร้าง

10.5.1 การก่อสร้างแบ่งเป็น 2 ลักษณะได้แก่

- ก. งานบูรณะ (Rehabilitation) เป็นงานที่ต้องรื้อชั้นใต้ผิวทางใดๆเพื่อก่อสร้างใหม่
 - การตัดโดยวิธี Ripping ถ้าต้องการนำผิวทางเดิมมา Recycling ให้ใช้เครื่อง Ripper ขุดเอาผิวทาง Asphalt Concrete โดยไม่ให้มีวัสดุชั้นพื้นทางติดขึ้นมาด้วย แล้วนำไป Stock Pile ไว้ เมื่อได้ก่อสร้างชั้นทางอื่นๆจนถึงชั้นพื้นทาง และ Prime Coat เรียบร้อยแล้ว จึงนำเอาแอสฟัลต์คอนกรีตที่ Stock Pile ไว้ไปทำ Recycled Asphalt Concrete ได้ โดยใช้ Central Plant Mix ที่ได้ออกแบบหรือปรับปรุงสำหรับผสมวัสดุ Recycling โดยเฉพาะส่วนวิธีการก่อสร้างผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต”
 - การตัดผิวทางแบบเย็น ต้องคัดส่วนที่ไม่เหมาะสมออกเพราะเครื่องตัดจะตัดผ่าเม็ดหิน ทำให้ Gradation ของหินเปลี่ยนแปลง เช่น มีปริมาณฝุ่นสูงและการทำ Recycled Asphalt Concrete นี้ต้องใช้ Central Plant Mix ที่ได้ออกแบบหรือปรับปรุงสำหรับผสมวัสดุ Recycling โดยเฉพาะ ส่วนวิธีการก่อสร้างผิวทางให้เป็นไปตามบทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต”

- การตัดผิวทางแบบร้อนสามารถนำวัสดุที่ตัดออกจากผิวทางเดิม ไปทำ Recycled Asphalt Concrete โดยใช้ Central Plant Mix ที่ได้ออกแบบหรือปรับปรุง สำหรับผสม วัสดุ Recycling โดยเฉพาะ เพื่อไปใช้ในงานบูรณะ



รูปที่ 10.4 การรื้อหรือตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม และการย่อยแล้วนำไป Stock Pile

ในกรณีที่วัสดุแอสฟัลต์ในผิวทางเดิมเสื่อมสภาพ ผิวทางเป็นคลื่นหรือไม่เรียบ มีผิวทางเอียงต้องการแก้ไขปรับปรุงโดยตัดออกมาผสมกับวัสดุใหม่ หรือ Asphalt Recycling Agent ด้วยก็ได้ ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ใช้งานได้แล้วนำวัสดุ Recycled Asphalt Concrete กลับไปดังเดิม

ในกรณีนี้ต้องใช้เครื่องตัดแบบร้อน โดยมี Pre-heater และเครื่องตัดสามารถให้ความร้อนแก่ผิวทางด้วย Infra - Red Heater จนมีอุณหภูมิ 140-170 องศาเซลเซียส เครื่องตัดเป็นแบบใช้เขี้ยว (Teeth) ตีกรอบ Horizontal Rotating Drum วิธีนี้จะไม่ทำให้มีการตัดผ่าเม็ดหิน ไม่ทำให้เม็ดหินแตก วัสดุที่ได้ออกมามีลักษณะร่วนแบบ Hot-Mix สำหรับเครื่องผสมและเครื่องปู เป็นแบบเคลื่อนที่ได้ (In-place Recycling) ซึ่งสามารถผสมกับ Hot-Mix ใหม่ และ/หรือ Asphalt Recycling Agent ด้วยก็ได้

10.5.2 ขั้นตอนในการก่อสร้างมีดังนี้

ก. การเตรียม และการผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ โดยโรงงานผสมแอสฟัลต์ คอนกรีตที่จะนำมาผสมทำ Recycled Asphalt Concrete ให้เป็นไปตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์ คอนกรีต” โดยอนุโลม

ข. การปูส่วนผสม Recycled Asphalt concrete

- การปูด้วยชุดเครื่องผสมพร้อมปูแบบเคลื่อนที่ การก่อสร้างให้ดำเนินการตาม คำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักรที่นำมาใช้งานนั้น โดยได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน วิธีการปูมีสองวิธี คือ

วิธีที่ 1 ปูแบบชั้นเดียว เมื่อได้ชุดวัสดุแก่ลงในเครื่องผสม โดยจะเพิ่มส่วนผสมใหม่ (Hot-Mix และ/หรือ Asphalt Recycling Agent) ให้ตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงานแล้วปูลงบนผิวทางเดิมเป็นชั้นเดียว

วิธีที่ 2 ปูแบบสองชั้น เมื่อได้ชุดวัสดุแก่ลงในเครื่องผสมและอาจผสม Asphalt Recycling Agent ด้วยก็ได้ ให้ปูส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete นี้ ลงบนผิวทางพื้นที่และพร้อมกันนั้นให้ปูทับด้วย Asphalt Concrete ใหม่ที่มีคุณสมบัติตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต”

- การปูด้วยเครื่องปู การปูส่วนผสม Recycled Asphalt Concrete ที่ผลิตจากโรงงานผสม ให้ดำเนินการตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต”

ค. การบดทับชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ให้ดำเนินการบดทับตาม บทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต” โดยอนุโลม

10.6 การตรวจสอบชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete

การตรวจสอบชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วมีหลักเกณฑ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

10.6.1 ลักษณะผิว (Surface Texture)

ชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้ระดับและความลาดตามแบบ มีลักษณะผิวและลักษณะการบดทับที่สม่ำเสมอ ไม่ปรากฏความเสียหาย เช่น Recycled Asphalt Concrete ที่ผิวหน้าหลุด (Pull) รอยฉีก (Torn) ผิวหน้าหลวมหรือแยกตัว (Segregation) เป็นคลื่น (Ripple) หรือความเสียหายอื่นๆ หากตรวจสอบแล้วปรากฏความเสียหายดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

10.6.2 ความเรียบที่ผิว (Surface Tolerance)

เมื่อใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบยาว 3.00 เมตร วางทาบบนผิวของชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ในแนวตั้งฉากและในแนวนานกับเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ภายใต้อไม้บรรทัดวัดความเรียบจะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

10.6.3 ความแน่น (Density)

สำหรับชั้นผิวทาง ชั้นรองผิวทาง ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ค่าความแน่นของชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง

สำหรับชั้นพื้นทาง และผิวไหล่ทาง Recycled Asphalt Concrete ค่าความแน่นของชั้นทาง Recycled Asphalt Concrete ในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 และ 96 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบ ตามลำดับ

หากความแน่น (Density) แตกต่างไปจากที่ระบุไว้ข้างต้นให้ถือปฏิบัติตามข้อกำหนดในสัญญา

10.7 การตรวจสอบและการรายงานผล

การรายงานผลการตรวจสอบงาน ให้ใช้ตามการรายงานผลการตรวจสอบในบทที่ 4 “งานแอสฟัลต์คอนกรีต ข้อ 4.8 “

คำสั่งแต่งตั้ง

คณะกรรมการจัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง



คำสั่ง คณะกรรมการพัฒนาระบบบริหารความรู้ในองค์กรกรมทางหลวง

ที่ ม.1/28/50

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง

เพื่อประโยชน์ต่อทางราชการ และให้กรมทางหลวงมีฐานความรู้และมีระบบการบริหารองค์ความรู้ที่ยั่งยืน บรรลุเป้าหมายในการส่งเสริมและพัฒนาความรู้ในส่วนราชการ เพื่อให้การควบคุมงานก่อสร้างทางหลวงของหน่วยงานต่าง ๆ ในกรมทางหลวงมีคุณภาพและมาตรฐานเป็นแนวทางเดียวกัน จึงแต่งตั้งคณะทำงานจัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง ดังนี้

1. องค์ประกอบ

คณะทำงานจัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทาง

1	ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างทางที่ 2	ที่ปรึกษา
2	ผู้อำนวยการกองนิติการ	ที่ปรึกษา
3	นายศักดิ์ชัย ขำเจริญ	นักวิชาการพัสดุ 8 ว
4	นายวิเชนุ ใจเผื่อแผ่	นายช่างโยธา 8
5	นายบุญชัย ศรีธาราธิคุณ	วิศวกรวิชาชีพ 9 วช
6	นายอภิชาติ จันทร์ทรัพย์	วิศวกรโยธา 8 วช
7	นายวิศาล วัชรานนท์	วิศวกรโยธา 8 วช
8	นายภฤชดา ศรีดามา	วิศวกรโยธา 8 วช
9	นายไพฑูรย์ พงษ์สวัสดิ์	วิศวกรโยธา 8 วช
10	นายพงศ์เทพ ทองพัฒน์	วิศวกรโยธา 8 วช
11	นายชัยวัฒน์ ดันหัน	วิศวกรโยธา 8 วช
12	นายอาณัฐ นิธิวัฒนพงษ์	วิศวกรโยธา 8 วช
13	ดร.อรรถสิทธิ์ สวัสดิ์พานิช	วิศวกรโยธา 5
14	นายจตุรงค์ เลาวภาคย์ไพบูลย์	วิศวกรโยธา 3
15	นายอภิรัฐ ไชยวงศ์น้อย	วิศวกรโยธา 8 วช
16	นายกฤตภาส อุตระวีระการ	วิศวกรโยธา 7 วช

และผู้ช่วยเลขานุการ

/คณะทำงาน...

คณะกรรมการจัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างสะพาน

1	ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างสะพาน		ที่ปรึกษา
2	ผู้อำนวยการกองนิติการ		ที่ปรึกษา
3	นายศักดิ์ชัย ขำเจริญ	นักวิชาการพัสดุ 8 ว	ที่ปรึกษา
4	นายวิษณุ ใจเมื่อแผ่	นายช่างโยธา 8	ที่ปรึกษา
5	นายวิชัย กังอุบล	รท.วิศวกรวิชาชีพ 9 วช	ประธานคณะกรรมการ
6	นายกมล ห่มันทำ	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
7	นายธงไชย วีระสมัย	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
8	นายสุระพล มณีวงศ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
9	นายธานินทร์ ธีรรัตน์พงษ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
10	นายณัฐธรม สงวนวงษ์	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
11	นายธนพล วิโรจน์จรัส	วิศวกรโยธา 3	คณะกรรมการ
12	นายชวลิต เลิศชวนะกุล	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการและเลขานุการ
13	นายพรชัย ศิลารมย์	วิศวกรโยธา 5	คณะกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการจัดทำคู่มือควบคุมคุณภาพวัสดุงานก่อสร้าง

1	ผู้อำนวยการสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ		ที่ปรึกษา
2	ผู้อำนวยการกองนิติการ		ที่ปรึกษา
3	นายศักดิ์ชัย ขำเจริญ	นักวิชาการพัสดุ 8 ว	ที่ปรึกษา
4	นายวิษณุ ใจเมื่อแผ่	นายช่างโยธา 8	ที่ปรึกษา
5	นายเหม ใจศิริ	รท.วิศวกรวิชาชีพ 9 วช	ประธานคณะกรรมการ
6	นายวีระ พลอยกระจำ	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
7	นายสมัคร สันทอง	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
8	นายปกรณ์ มิตินทะเลข	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
9	นายสว่าง บุรณธนาณิก	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
10	นายสิทธิชัย บุญสะอาด	วิศวกรโยธา 8 วช	คณะกรรมการ
11	ดร.พลเทพ เลิศวรรณิษ	วิศวกรโยธา 5	คณะกรรมการ
12	นายณะบิลย์ เจ๊ะแว	วิศวกรโยธา 3	คณะกรรมการ
13	นายนิคม เทพบุตร	รท.วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการและเลขานุการ
14	นายวุฒิพงศ์ คำภูแลน	รท.วิศวกรโยธา 7 วช	คณะกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

/2.ขอบข่าย...

2. ขอบข่าย

จัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวงให้สอดคล้องกับกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ มติคณะรัฐมนตรี และแบบแผนการปฏิบัติงาน เพื่อให้ทุกหน่วยงานของกรมทางหลวงสามารถใช้เป็นคู่มือในการควบคุมงานก่อสร้างของกรมทางหลวงให้มีคุณภาพและมาตรฐานเป็นแนวทางเดียวกัน

3. หน้าที่ความรับผิดชอบ
ที่ปรึกษา

- ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการดำเนินการและอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นกับคณะทำงาน

คณะทำงาน

- ศึกษาและรวบรวม กฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมงานก่อสร้างทางหลวง
- จัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวงให้ผู้มีหน้าที่สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการควบคุมงานก่อสร้างให้มีคุณภาพและเป็นไปตามมาตรฐาน
- ดำเนินการจัดทำคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวงให้แล้วเสร็จเสนอคณะกรรมการพัฒนาระบบบริหารความรู้ในองค์การกรมทางหลวงพิจารณาภายในเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 และแก้ไขปรับปรุงจนสามารถใช้เป็นคู่มือควบคุมงานก่อสร้างทางหลวงได้
- ปฏิบัติงานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ลง ณ วันที่ ๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550



(นายเอนก อัมระปาล)

รองอธิบดีฝ่ายบริหาร

ประธานคณะกรรมการพัฒนาระบบบริหารความรู้

ในองค์การกรมทางหลวง