คู่มือซ่อมบำรุงรักษาทางหลวง

(ROAD MAINTENANCE MANUAL)

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
สำนักบริหารบำรุงทาง
กรมทางหลวง

BUREAU OF MATERIALS ANALYSIS and INSPECTION
BUREAU OF HIGHWAY MAINTENANCE MANAGEMENT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

ตุลาคม 2549

สารจาก อธิบดีกรมทางหลวง

การก้าวสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญต่อกรมทางหลวง เพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โลกปัจจุบัน การบริหารจัดการความรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง กรมทางหลวงจึงมีนโยบายด้านการจัดการความรู้โดยจัดตั้งคณะกรรมการพัฒนาวิชาการพัฒนางานทางขึ้น เพื่อพัฒนาปรับปรุงด้านวิชาการในงานทาง และให้คำแนะนำการแก้ไขปัญหาด้านวิชาการในงานทางซึ่งถือเป็นบริบทหนึ่งในการบริหารจัดการความรู้ โดยให้ทุกหน่วยงานในกรมทางหลวงได้มีส่วนร่วมในงานวิชาการด้วยกัน อีกทั้งองค์ความรู้ที่มีอยู่จะได้ถูกรวบรวมไว้เป็นคลังความรู้ เพื่อให้กรมทางหลวงได้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้อย่างยั่งยืน

ดังนั้น คู่มือการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวง จึงเป็นส่วนหนึ่งของคลังความรู้ที่ควรจะมีอยู่ในกรมทางหลวง เพื่อให้กิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงมีหลักวิชาการและทันกาลสมัยอย่างเหมาะสม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อกรมทางหลวงและบุคลากรของกรมทางหลวงหรือผู้สนใจ ในด้านงานบำรุงรักษาทางหลวงและการเรียนรู้ต่อไป

(นายชัยสวัสดิ์ กิตติพรไพบูลย์)
อธิบดีกรมทางหลวง

คำนำ

การซ่อมบำรุงรักษาทางหลวง นับได้ว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำเนินการกิจกรรมทางหลวง เพราะการเอาใจใส่ดูแลรักษาอย่างถูกวิธีตามหลักวิชาการนั้น จะทำให้อายุการใช้งานของทางหลวงยืดยาวออกไป และจะอำนวยความปลอดภัยต่อผู้ขับขี่ยวดยานรวมทั้งผู้โดยสารด้วย อีกทั้งยังเป็นการใช้จ่ายงบประมาณอย่างคุ้มค่า ทันกาลเวลาได้อย่างเหมาะสม

คณะกรรมการพัฒนาวิชาการในงานทาง ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการร่วมบำรุงรักษาทางหลวง ดังนั้นเพื่อให้สำนักทางหลวง แขวงการทาง สำนักบำรุงทาง และหมวดการทาง ซึ่งมีพื้นที่ต้องดูแลทั่วประเทศ ได้มีความรู้ความเข้าใจถึงวิชาการและมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษาทางหลวงทันสถานการณ์และสามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างจริงจังและเหมาะสม จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานโครงการจัดทำคู่มือวิธีการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงขึ้น

การจัดทำคู่มือซ่อมบำรุงทางหลวง เป็นการร่วมมือประสานกันระหว่างสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กับ สำนักบริหารบำรุงทาง ในการศึกษา ค้นคว้า ความรู้และประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริงในการซ่อมบำรุงรักษาถนนลาดยางแอสฟัลต์ และถนนคอนกรีต โดยมีรายละเอียดของวิธีการขั้นตอนการทำงาน ทั้งการใช้วัสดุ การควบคุมการทำงานเครื่องมือและเครื่องจักร และวิธีการประเมินค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในแต่ละวิธี อีกทั้งกล่าวถึงการซ่อมแต่ละวิธีใช้กับความเสียหายในลักษณะไหนด้วย จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงฉบับนี้ จะมีประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบต่องานบำรุงรักษาทางหลวง รวมถึงผู้ที่สนใจโดยทั่วไปเช่นกัน

(นายนิกร บุญศรี)
รองอธิบดีกรมทางหลวงฝ่ายวิชาการ
ประธานคณะกรรมการพัฒนาวิชาการในงานทาง

คำสั่งกรมทางหลวง

ที่ บ.1/ 4 /2549

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาวิชาการในงานทาง

ตามคำสั่งกรมทางหลวงที่ บ.1/218 /2547 ลงวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2547 แต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อพิจารณาพัฒนาปรับปรุงทางด้านวิชาการในงานทาง นั้น

เพื่อให้การดำเนินงานทางด้านวิชาการในงานทาง เหมาะสมสำหรับใช้เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปของกรมทางหลวงให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพก่อให้เกิดประโยชน์และมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ทางหลวง ทั้งนี้จึงให้ยกเลิกคำสั่งดังกล่าวข้างต้น และแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาวิชาการในงานทาง ดังนี้

1. องค์ประกอบ

1.1 รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ	ประธาน
1.2 ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนางานทาง	รองประธาน
1.3 ผู้อำนวยการสำนักสำรวจและออกแบบ หรือผู้แทน	กรรมการ
1.4 ผู้อำนวยการสำนักวางแผน หรือผู้แทน	กรรมการ
1.5 ผู้อำนวยการสำนักอำนวยความปลอดภัย หรือผู้แทน	กรรมการ
1.6 ผู้อำนวยการสำนักบริหารบำรุงทาง หรือผู้แทน	กรรมการ
1.7 ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างสะพาน หรือผู้แทน	กรรมการ
1.8 ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างทางที่ 1 หรือผู้แทน	กรรมการ
1.9 ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างทางที่ 2 หรือผู้แทน	กรรมการ
1.10 ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างทางที่ 3 หรือผู้แทน	กรรมการ
1.11 ผู้อำนวยการสำนักงานมาตรฐานงานทาง หรือผู้แทน	กรรมการ
1.12 ผู้อำนวยการสำนักงานทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง หรือผู้แทน	กรรมการ
1.13 ผู้อำนวยการสำนักงานบริหารงานศูนย์สร้างทาง หรือผู้แทน	กรรมการ
1.14 ผู้อำนวยการสำนักทางหลวงที่ 2	กรรมการ
1.15 ผู้อำนวยการสำนักทางหลวงที่ 11	กรรมการ

1.16 นายชัยพร บุญศิริ วิศวกรวิชาชีพ 9 วช กรรมการ

1.17 นายสมบัติ เจริญพัฒน์ วิศวกรวิชาชีพ 9 วช กรรมการ

1.18 นายสุจินต์ เรืองพรวิสุทธิ์ วิศวกรวิชาชีพ 9 วช กรรมการ

1.19 ดร.พิชิต จำนงพิพัฒน์กุล วิศวกรวิชาชีพ 9 วช กรรมการ

1.20 ดร.ยงยุทธ แต้ศิริ วิศวกรโยธา 8 วช กรรมการ

1.21 ดร.มนตรี เดชาสกุลสม วิศวกรโยธา 8 วช กรรมการ

1.22 ผู้อำนวยการสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรรมการและเลขานุการ

1.23 นายเหม โง้วศิริ วิศวกรโยธา 8 วช กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

1.24 นายณัฐพงษ์ ตรีวัชรานนท์ วิศวกรโยธา 8 วช กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

2. อำนาจหน้าที่

2.1 ดำเนินการพัฒนาปรับปรุงทางด้านวิชาการในงานทาง

2.2 แนะนำการแก้ไข ประเด็นปัญหาต่างๆ ทางด้านวิชาการในการปฏิบัติงานของกรมทางหลวง

2.3 ประธานกรรมการมีอำนาจแต่งตั้งคณะอนุกรรมการหรือคณะทำงานเพื่อพิจารณาในส่วนที่เห็นว่าเหมาะสม

2.4 ดำเนินงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2549

(นายชัยสวัสดิ์ กิตติพรไพบูลย์)

อธิบดีกรมทางหลวง

คำสั่งกรมทางหลวง

ที่ บ.1/ 49 /2549

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานโครงการจัดทำคู่มือวิธีการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวง

.....

ตามคำสั่งกรมทางหลวง ที่ บ.1/4/2549 ลงวันที่ 10 มกราคม 2549 แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาวิชาการในงานทาง โดยมีหน้าที่พัฒนาปรับปรุง และแนะนำแก้ไขประเด็นปัญหาต่างๆ ทางด้านวิชาการในงานทาง รวมไปถึงแต่งตั้งคณะทำงานในส่วนที่เห็นว่าเหมาะสมนั้น

เนื่องจากปัจจุบันงานซ่อมบำรุงรักษาทางหลวง มีการพัฒนาไปอย่างมาก ประกอบกับเอกสารที่มีอยู่เดิมได้มีการจัดทำมาเป็นเวลานาน และไม่คลอบคลุมงานที่ดำเนินการอยู่ ดังนั้นเพื่อให้การพัฒนางานด้านบำรุงรักษาทางหลวงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เห็นสมควรแต่งตั้งคณะทำงานโครงการจัดทำคู่มือวิธีการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวง ดังนี้

1. **องค์ประกอบ**

1.1	นายเหม	โง้วศิริ	วิศวกรโยธา 8 วช.	ประธานคณะทำงาน
1.2	นายเถกิงศักดิ์	พรหมมี	วิศวกรโยธา 8 วช.	คณะทำงาน
1.3	นายปกรณ์	มิลินทะเลข	วิศวกรโยธา 8 วช.	คณะทำงาน
1.4	นายสิทธิโชค	ลี้มิ่งสวัสดิ์	วิศวกรโยธา 7 วช.	คณะทำงาน
1.5	นายพัลลภ	จันทร์งาม	วิศวกรโยธา 7 วช.	คณะทำงาน
1.6	นายสิทธิชัย	วนานุเวชพงศ์	วิศวกรโยธา 7 วช.	คณะทำงานและเลขานุการ
1.7	ดร.ธนศักดิ์	วงศ์ธนกิจเจริญ	วิศวกรโยธา 5	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
1.8	นายกฤตยพงศ์	ศิริพลอย	วิศวกรโยธา 4	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

2. **อำนาจหน้าที่**

2.1 ดำเนินการจัดทำคู่มือวิธีการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงทั้งผิวแอสฟัลต์ และผิวคอนกรีต

2.2 ดำเนินการจัดทำวิธีการประเมินค่าใช้จ่ายตามวิธีการซ่อมบำรุงที่ได้กำหนดไว้

2.3 วางแผนและดำเนินการจัดอบรมเจ้าหน้าที่ในส่วนภูมิภาคในเรื่องวิธีการซ่อมบำรุงทางและการประมาณราคา

2/2.4 ดำเนิน...

2.4 ดำเนินการอื่นๆ ตามที่ประธานคณะกรรมการพัฒนาวิชาการในงานทางมอบหมาย

ทั้งนี้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2549

(นายนิกร บุญศรี)

ประธานคณะกรรมการพัฒนาวิชาการในงานทาง

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 ขอบเขต	2
บทที่ 2 วิธีการซ่อมแซมถนนแอสฟัลต์	**3**
2.1 วิธีการอุดรอยแตก (Crack Filling)	4
2.2 วิธีการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal)	7
2.3 วิธีการฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal)	10
2.4 วิธีการฉาบผิวทางแบบสเลอรีซีล (Slurry Seal)	15
2.5 วิธีการปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)	21
2.6 วิธีการขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)	28
2.7 วิธีการเสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)	35
บทที่ 3 วิธีการซ่อมแซมถนนคอนกรีต	**41**
3.1 วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน (Joint Resealing)	42
3.2 วิธีการอุดซ่อมรอยแตก (Crack Filling)	46
3.3 วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Grinding and Grooving)	49
3.4 วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)	53
3.5 วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair)	58
3.6 วิธีการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)	64
3.7 วิธีการซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair)	70
บรรณานุกรม	**78**
ภาคผนวก ก วัสดุ เครื่องจักร&เครื่องมือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และวิธีประเมินค่าใช้จ่ายของงานซ่อมแซมถนนแอสฟัลต์	**ก - 1**
วัสดุและมาตรฐาน	ก – 2
เครื่องจักรและเครื่องมือ	ก - 6
วิธีประเมินค่าใช้จ่าย	ก - 20

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ข วัสดุ เครื่องจักร&เครื่องมือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และวิธีประเมินค่าใช้จ่าย ของงานซ่อมแซมถนนคอนกรีต **ข - 1**

วัสดุและมาตรฐาน ข – 2

เครื่องจักรและเครื่องมือ ข - 18

วิธีประเมินค่าใช้จ่าย ข - 29

ภาคผนวก ค วิธีการป้องกันน้ำท่วมขังใต้ผิวทางโดยติดตั้งระบบระบายน้ำ (Subdrainage) **ค - 1**

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ความหมายของการบำรุงทาง เป็นการยากที่จะให้คำจำกัดความหรือความหมาย แม้ว่ามีองค์การที่เกี่ยวกับทางหลวงหลายหน่วยได้เห็นพ้องต้องกันในหลักใหญ่ ๆ แล้วว่าควรจะหมายถึงอะไร แต่ก็ยังคงมีในรายละเอียดปลีกย่อยที่เป็นข้อขัดแย้งอยู่บ้างเล็ก ๆ น้อย ๆ ส่วนใหญ่เกี่ยวกับขอบเขตของการบำรุงทาง แต่พอสรุปความหมายที่ดูเหมือนจะใกล้เคียงที่สุด ดังนี้

> "การบำรุงทาง คือ งานที่ต้องทำเป็นกิจวัตร เพื่อรักษาทางภายใต้ภาวะปกติของจราจร และภาวะสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ โดยให้คงมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพเมื่อแรกสร้างหรือสภาพหลังการบูรณะให้มากที่สุดที่จะทำได้"

การบำรุงทางจำเป็นอย่างไร โครงสร้างชั้นทางของถนนตั้งแต่ผิวทางและทุกชั้นทางที่รองรับทุกส่วนย่อมต้องการดูแลบำรุงรักษา เหตุผลที่สำคัญเนื่องจากว่าโครงสร้างชั้นทางทุกชั้นทางจะเกิดความเสื่อมเสียหายทีละเล็ก ๆ น้อย ๆ อยู่ตลอดเวลา ตามเหตุปัจจัย เช่น อาจเกิดจากการจราจร สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุ อุบัติภัยต่าง ๆ ทำให้เกิดรอยแตกร้าว หลุดร่อน หลุมบ่อ การเสียรูปร่าง และความเสียหายอื่น ๆ ซึ่งจะปรากฏให้เห็นถึงการเสื่อมเสียหายของทางได้ จึงจำเป็นต้องมีวิธีการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงให้คงสภาพการใช้งาน

การบำรุงทางเพื่อป้องกัน แนวคิดที่สำคัญในการบำรุงทางจะต้องเป็นการทำงานในเชิงรุก คือ ป้องกันมากกว่าแก้ไข ฉะนั้นการสำรวจและการซ่อมแซมข้อบกพร่องเล็กน้อยเสียแต่เนิ่น ๆ เป็นงานสำคัญที่สุดที่หน่วยบำรุงจะต้องดำเนินการ เนื่องจากการแตกร้าวและการชำรุดเสียหายในขั้นแรกเกือบจะไม่สังเกตเห็นได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงจำเป็นต้องให้เจ้าหน้าที่ที่มีความชำนาญ มีความเอาใจใส่และรับผิดชอบคอยทำการตรวจทางโดยใกล้ชิดอยู่เสมอ หากการบำรุงทำได้เช่นนี้แล้ว งบประมาณที่ใช้จะได้รับประโยชน์มากที่สุด

การตรวจสภาพทางโดยนั่งบนรถ แม้จะเป็นการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ก็ตาม จะไม่สามารถตรวจสอบพบจุดเสียหายที่เริ่มจะเกิดขึ้นได้เลย ปกติรอยแตกร้าว หรือรอยชำรุดบนผิวทาง จะเล็กมากจนกระทั่งคนเดินถนนเท่านั้นที่จะชี้ให้เห็นได้ นอกจากนี้ โคลน , น้ำบนผิวทางหรือไหล่ทาง ยังเป็นเครื่องแสดงเล็ก ๆ น้อย ๆ ซึ่งผู้ตรวจตราที่มีประสบการณ์เท่านั้นจะเล็งเห็นสัญญาณของความเสียหายที่

จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดคือการเดินตรวจตราอย่างใกล้ชิด ถ้าหากมีคนไม่เพียงพอที่จะทำโดยวิธีนี้ได้ ให้ใช้วิธีเลือกตรวจเฉพาะบางจุด

ในกรณีที่ตรวจพบจุดที่แสดงว่ามีการชำรุดเกิดขึ้น จำเป็นต้องเก็บรายละเอียดของการชำรุดนั้นทุกประการ รวมทั้งอาจจะต้องขุดพื้นทาง เพื่อตรวจสอบด้วยหากจำเป็นทั้งนี้เพื่อกำหนดวิธีการบำรุงทางได้เหมาะสม

การบำรุงทางจะต้องกระทำทันทีที่ตรวจพบว่ามีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้น อันนี้เป็นสิ่งสำคัญมากเนื่องจากการปล่อยทิ้งไว้จะเป็นอันตรายแก่การจราจรเป็นอย่างมาก

มีอยู่บ่อยครั้ง ที่สภาพดินฟ้าอากาศทำให้เราจำเป็นต้องทำการซ่อมแซมชั่วคราวไว้ก่อนเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อไปจนกว่าการซ่อมแซมถาวรจะสามารถกระทำได้ การอุดรอยแตก (Crack Filling) ทำได้ดีในระยะเวลาที่อากาศแห้งและเย็น สำหรับการปะหลุมบ่อทำได้ดีที่สุดเมื่อผิวทางอุ่น และแห้ง Seal Coats หรือ Surface Treatment อื่น ๆ ต้องการอากาศที่อบอุ่นและแห้งจึงจะได้ผลดี ดังนั้นการเลือกระยะเวลาในการซ่อมแซมจึงเกี่ยวข้องกับเหตุอื่น ๆ อีกหลายอย่าง และต้องการทั้งประสบการณ์และการตัดสินใจ

ในทุกกรณีที่เกิดชำรุดเสียหายในสายทาง จะเป็นการดีที่สุด หากได้ค้นพบสาเหตุเหล่านั้นเป็นอันดับแรก และในการซ่อมบำรุงจะไม่เพียงแต่แก้ไขส่วนที่เสียหายแล้วเท่านั้นยังจะต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายเช่นนั้นได้อีก หรือเกิดช้าออกไป การบำรุงตามวิธีการนี้ก็จะเป็นการใช้เงินในทางที่ถูก ไม่ใช่ทำซ้ำแล้วซ้ำอีก ปัจจัยสำคัญในการบำรุงทาง คือ ความเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดและเหมาะสมเจ้าหน้าที่ผู้มีความชำนาญและการประสานงานที่ดีระหว่างผู้ปฏิบัติงาน

นอกจากนี้ในแต่ละภูมิภาคจะมีตัวแปรที่แตกต่างกัน เช่น สภาพของดินฟ้าอากาศ ชนิดของดิน ภูมิประเทศ ปริมาณจราจร รวมถึงเศรษฐกิจสังคมและนโยบายรัฐบาล ซึ่งเป็นเหตุให้การบำรุงทางต้องผันแปรตามความจำเป็น

ถึงอย่างไรก็ดี แม้จะมีปัจจัยที่แตกต่างกันตามที่กล่าวมาแล้ว เราก็ต้องตระหนักอยู่เสมอว่าการบำรุงทาง เป็นงานที่สำคัญของงานทาง โดยปกติแล้วงบประมาณของการบำรุงทาง จะเป็นวงเงินจำกัด จึงจำเป็นต้องใช้งบประมาณให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

1.2 ขอบเขต

คู่มือวิธีการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงที่จัดทำขึ้น จะเป็นงานด้านเทคนิคและวิชาการ ในการปฏิบัติงานด้านการซ่อมแซมเสียส่วนใหญ่ ส่วนงานอื่น ๆ เช่น การสำรวจ การออกแบบ การวางแผนการจัดงบประมาณ และการกำหนดวิธีการดำเนินการว่าจะดำเนินการเองหรือจ้างเหมานั้นจะไม่กล่าวถึงเพราะเหตุปัจจัยยังมีตัวแปรเปลี่ยนตามแต่สถานการณ์และนโยบายด้วย

บทที่ 2

วิธีการซ่อมแซมถนนแอสฟัลต์

จากการศึกษาถึงวิธีการซ่อมแซมทางหลวงชนิดผิวแอสฟัลต์ที่ได้ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และจากมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ สามารถสรุปวิธีดำเนินการได้ทั้งหมด 7 วิธี ดังนี้

1.วิธีการอุดรอยแตก (Crack Filling)

2.วิธีการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal)

3.วิธีการฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal)

4.วิธีการฉาบผิวทางแบบสเลอรีซีล (Slurry Seal)

5.วิธีการปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)

6.วิธีการขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)

7.วิธีการเสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)

โดยรายละเอียดของการดำเนินงานมีดังนี้

2.1 วิธีการอุดรอยแตก (Crack Filling)

2.1.1 ความหมาย

การอุดรอยแตก (Crack Filling) คือ การซ่อมแซมถนนที่เกิดความเสียหายในลักษณะการเกิดรอยแตก (Crack) ที่ไม่ต่อเนื่องกัน โดยการใช้แอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ผสมวัสดุละเอียดอุดรอยแตกนั้น

2.1.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านรอยแตก ที่เกิดขึ้นในชั้นผิวทาง ลงไปสร้างความเสียหายแก่ชั้นโครงสร้างทางด้านล่าง

ข) เพื่ออุดช่องว่างระหว่างรอยแตกที่เกิดลึกลงไปถึงชั้นโครงสร้างทาง

ค) เพื่อใช้ในรูปแบบของการซ่อมชั่วคราว (Temporary Repair) ของถนนที่น้ำซึมผ่านชั้นผิวทางลงไปทำลายความแข็งแรงของวัสดุโครงสร้างทางไปบ้างแล้ว แต่ยังไม่สามารถดำเนินการซ่อมอย่างเต็มรูปแบบในขณะนั้นได้ เป็นการป้องกันไม่ให้ความเสียหายเพิ่มมากขึ้น

2.1.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการอุดรอยแตกประกอบด้วย

2.1.3.1 วัสดุแอสฟัลต์

แอสฟัลต์สำหรับงานอุดรอยแตกสามารถใช้แอสฟัลต์ชนิดใดก็ได้ ที่สามารถทำให้เหลวพอที่จะไหลลงรอยแตกได้ นอกจากนี้ ยังต้องคงความเป็นของเหลวได้นานพอที่จะไหลลงไปถึงส่วนที่ลึกที่สุดของรอยแตก

แอสฟัลต์ที่แนะนำสำหรับงานอุดรอยแตกคือ

- คัตแบกแอสฟัลต์ ประเภทระเหยเร็วหรือปานกลาง (RC หรือ MC)
- แอสฟัลต์อิมัลชัน ประเภทเซ็ตตัวช้า (CSS)

2.1.3.2 แอสฟัลต์ผสมวัสดุละเอียด

ในกรณีที่รอยแตกมีความกว้างมากกว่า 3 มิลลิเมตร ให้ใช้แอสฟัลต์ตาม ข้อ 2.1.3.1 ผสมกับวัสดุละเอียด เช่น ทราย เป็นต้น ทั้งนี้ให้คัดเลือกขนาดเม็ดวัสดุละเอียดให้เหมาะสมกับความกว้างของรอยแตกด้วย โดยพิจารณาว่าวัสดุละเอียดสามารถอุดแทรกรอยแตกนั้นได้

2.1.3.3 หินฝุ่นหรือทราย

ในกรณีที่รอยแตกมีความลึกมาก ให้ใช้หินฝุ่นหรือทราย ผสมปูนซีเมนต์หรือปูนขาว กรอกลงรอยแตก ก่อนอุดด้วยแอสฟัลต์

2.1.4 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับการเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่ เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom), เครื่องเป่าลม (Blower), ไม้กวาด, อุปกรณ์สำหรับแคะเศษวัสดุที่อุดอยู่ในรอยแตก เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเทแอสฟัลต์ลงรอยแตก ได้แก่ เครื่องพ่นแอสฟัลต์, กา เป็นต้น

ค) เครื่องมือประกอบได้แก่ แปรง ไม้กวาด กรวยยาง เชือก ฯลฯ

2.1.5 วิธีการอุดรอยแตก

2.1.5.1 การเตรียมพื้นที่

ก่อนดำเนินการอุดรอยแตกต้องใช้อุปกรณ์แคะหรือพ่นลม เพื่อไล่เศษวัสดุที่อุดอยู่ในรอยแตกให้หมด เพื่อให้แอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ผสมวัสดุละเอียดสามารถแทรกลงไปที่ช่องว่างระหว่างรอยแตกที่เกิดขึ้นได้สะดวกและเต็มช่องว่างระหว่างรอยแตกนั้น

รูปที่ 2.1.1 เตรียมพื้นที่ ที่จะทำการอุดซ่อม

2.1.5.2 การอุดรอยแตก

ก) กรณีรอยแตกที่เกิดขึ้น มีความกว้างน้อยกว่า 3 มิลลิเมตรให้ใช้แอสฟัลต์ชนิดเหลวตามข้อ 2.1.3.1 อุดหรือปิดรอยแตกนั้น

ข) กรณีรอยแตกที่เกิดขึ้นมีความกว้างมากกว่า 3 มิลลิเมตรให้ใช้แอสฟัลต์ผสมวัสดุละเอียดอุดจนเต็มรอยแตก

หมายเหตุ ในกรณีรอยแตกลึกมากเกินชั้นพื้นทาง ให้ใช้ทรายหรือหินฝุ่น ผสมปูนซีเมนต์หรือปูนขาว กรอกลงไปในรอยแตกนั้นจนถึงชั้นพื้นทางก่อน แล้วจึงดำเนินการตามข้อ ข)

รูปที่ 2.1.2 อุดรอยแตกด้วยแอสฟัลต์เหลว

2.1.5.3 การสาดทรายหรือหินฝุ่นปิดทับ

เมื่อดำเนินการอุดรอยแตกตามข้อ 2.1.5.2 เรียบร้อยแล้ว ให้สาดทรายหรือหินฝุ่นปิดทับทันที เพื่อป้องกันแอสฟัลต์ไหลเยิ้มออกมานอกรอยแตก และป้องกันมิให้ยวดยานที่ใช้ถนนวิ่งทับแอสฟัลต์ที่ใช้อุดจนเกิดเลอะเทอะไม่สวยงาม

รูปที่ 2.1.3.สาดทรายปิดทับรอยแตกที่อุดด้วยด้วยแอสฟัลต์แล้ว

2.1.6 ข้อแนะนำ

รอยแตกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเสื่อมสภาพของแอสฟัลต์ หากดำเนินการอุดรอยแตกได้ทันก่อนที่น้ำซึมผ่านรอยแตกนั้น จะช่วยยืดอายุการใช้งานของถนนและประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงไปได้มาก

2.2 วิธีการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal)

2.2.1 ความหมาย

การฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal) คือ การซ่อมแซมถนนที่เกิดความเสียหายเฉพาะผิวหน้าของชั้นผิวทางในลักษณะที่ปรากฏให้เห็นรอยร้าวเล็กๆ เป็นบริเวณกว้างและต่อเนื่องแต่ไม่มีความกว้างและความลึกของรอยร้าว โดยการพ่นแอสฟัลต์ชนิดเหลวปิดทับรอยร้าวนั้น

2.2.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้าในรอยร้าวที่เกิดขึ้น และไปสร้างความเสียหายแก่ชั้นผิวทาง

ข) เพื่อเติมแอสฟัลต์ใหม่ลงไปทดแทนแอสฟัลต์เดิมที่เสื่อมสภาพจากการใช้งานเป็นเวลานาน และให้ผิวทางแอสฟัลต์ที่ใช้งานมานานดูใหม่ขึ้น

ค) เพื่อเสริมการยึดเกาะเม็ดวัสดุเข้าด้วยกัน ช่วยป้องกันการหลุดร่อนบนผิวทางที่อาจเกิดขึ้นได้ในภายหลัง เป็นการเพิ่มอายุการใช้งานให้ผิวทาง

2.2.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล คือแอสฟัลต์อิมัลชันประเภทเซ็ตตัวช้า (CSS) ผสมน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:1

2.2.4 เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom),เครื่องเป่าลม (Blower), รถบรรทุกน้ำ (Water Truck) ไม้กวาดเป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับพ่นแอสฟัลต์ ได้แก่ เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor), เตาต้มยางพร้อม Hand Spray เป็นต้น

ค) เครื่องมือประกอบได้แก่ แปรง ไม้กวาด กรวยยาง เชือก ฯลฯ

2.2.5 วิธีการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล

2.2.5.1 การเตรียมพื้นที่

ก) กำหนดพื้นที่ ที่ทำการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล โดยการขีดเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือ สี่เหลี่ยมจัตุรัสให้ครอบคลุมรอยแตกที่เกิดบนผิวทั้งหมดโดยให้ล้ำเข้าไปในส่วนที่ยังดีอยู่อย่างน้อย 30 เซนติเมตร เพื่อให้การฉาบครอบคลุมพื้นที่ ที่ต้องการฉาบทั้งหมด

รูปที่ 2.2.1 กำหนดพื้นที่ ที่ทำการฉาบผิว

ข) ทำความสะอาดพื้นที่ โดยใช้ไม้กวาด และ/หรือ เครื่องเป่าลม กวาดเศษวัสดุ บนผิวทางออกให้หมด หากจำเป็นอาจใช้น้ำล้างทำความสะอาด

2.2.5.2 การฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล

ก) ทำการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีลด้วยวัสดุในข้อ 2.2.3 บนพื้นที่ ที่กำหนด ด้วยอัตรา 0.5-1.0 ลิตร/ตารางเมตร โดยพยายามไม่ให้แอสฟัลต์หกเลอะออกนอกกรอบที่กำหนด

รูปที่ 2.2.2 ทำการฉาบผิวทางด้วยวัสดุที่เตรียมไว้

ข) ปิดการจราจรจนกว่าแอสฟัลต์จะแห้งสนิท โดยสังเกตจากฟิล์มแอสฟัลต์ไม่ติดล้อรถ

รูปที่ 2.2.3 ผิวทางเมื่อทำการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีลเสร็จ รอเปิดจราจร

2.2.6 **ข้อแนะนำ**

การฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล ต้องให้ความระมัดระวังในขั้นตอนการฉาบแอสฟัลต์ เพื่อไม่ให้แอสฟัลต์หกเลอะ ผิวทางเดิม

2.3 วิธีการฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal)

2.3.1. ความหมาย

การฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal) เป็นการซ่อมแซมความเสียหายของผิวทางโดยการฉาบผิวหน้าบนผิวทางเดิมด้วยการพ่นแอสฟัลต์ลงบนผิวทางก่อน แล้วโรยและเกลี่ยวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยปิดทับ หลังจากนั้นบดทับให้เรียบ เป็นการซ่อมแซมเพื่อป้องกันความเสียหายของผิวทางแอสฟัลต์ที่อาจจะเกิดขึ้น ได้แก่ ผิวทางมีรอยแตกแบบต่อเนื่อง ผิวลื่น ผิวหลุดร่อน หรือเสื่อมสภาพเฉพาะผิวหน้าโดยที่ ความลาด ระดับ ของผิวทางเดิมยังไม่มีการทรุดตัวเป็นแอ่งหรือร่องล้อ

2.3.2. วัตถุประสงค์

ก) เพื่ออุดรอยแตกหรือผิวที่หลุดร่อน ป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านความเสียหายนั้น ลงไปสู่ชั้นโครงสร้างทางด้านล่างอันจะทำให้ความเสียหายลุกลามเพิ่มมากขึ้น

ข) เพื่อเพิ่มความฝืด (Skid Resistance) ของผิวทาง

2.3.3. วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal) ประกอบด้วย

2.3.3.1 วัสดุแอสฟัลต์

สามารถเลือกใช้ประเภทและเกรด (Grade) อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้ คัตแบกแอสฟัลต์ RC–3000, RC-800 หรือ แคทอิออนิคแอสฟัลต์อิมัลชัน CRS-2 หรือ แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70, AC 70-80, AC 80-100

2.3.3.2 วัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อย

วัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยให้ใช้ Single Size ขนาด 1/2 นิ้ว

2.3.3.3 สารผสมเพิ่ม (Additive)

สารผสมเพิ่มใช้ในกรณีต้องการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการจับยึดของแอสฟัลต์กับมวลรวม

2.3.4. เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่ เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom), เครื่องเป่าลม (Blower), รถบรรทุกน้ำ, ไม้กวาด เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับพ่นแอสฟัลต์ ได้แก่ เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor), เตาต้มยางพร้อม Hand Spray เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเคลือบผิวหรือล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย

ง) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับการโรยและเกลี่ยหินย่อยหรือกรวดย่อย ได้แก่ เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader), รถบรรทุกกระบะเทท้าย (Dump Truck), เครื่องเกลี่ยหินชนิดลาก (Drag Broom), พลั่ว, ไม้กวาด เป็นต้น

จ) เครื่องจักร และ เครื่องมือ สำหรับบดทับ ได้แก่ รถบดล้อยาง (Pneumatic Tired Roller) เป็นต้น

ฉ) เครื่องจักร เครื่องมือประกอบ ได้แก่ รถตัก (Loader) สำหรับตักหินย่อยหรือกรวดย่อย, กรวยยาง, การาดยาง, พลั่ว, ไม้รีดยาง, คราด, อีเตอร์, เชือก เป็นต้น

2.3.5. **วิธีการฉาบผิวทางแบบชิพซีล** (Chip Seal)

2.3.5.1 การเตรียมพื้นที่และวัสดุ

ก่อนจะทำการฉาบให้ดำเนินการดังนี้

ก) กำหนดพื้นที่ที่จะทำการฉาบ โดยการขีดเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสลงบนผิวทางที่จะฉาบ ให้ครอบคลุมความเสียหายทั้งหมดที่ต้องการฉาบและล้ำเข้าไปในส่วนที่ดีอยู่อย่างน้อย 30 เซ็นติเมตร. เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นอีกหลังการฉาบ เนื่องจากวัสดุที่บริเวณขอบของความเสียหายนั้น ความจริงเริ่มเสียหายแล้วแต่ยังไม่ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน

รูปที่ 2.3.1 กำหนดพื้นที่ ที่ทำการฉาบผิว

ข) ทำความสะอาดผิวทางในพื้นที่ที่จะซ่อมให้สะอาดโดยใช้ ไม้กวาด เครื่องกวาดฝุ่น หรือเครื่องเป่าลม เพื่อ กวาด เป่า เศษวัสดุที่ไม่จับแน่น หรือคราบดิน ออกให้หมด ในกรณีที่คราบดินฝังแน่นอาจใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาด แล้วใช้เครื่องเป่าลม เป่าให้แห้ง

ค) ทำการเคลือบผิวหรือล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย

- กรณีที่เป็นแอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัตแบกแอสฟัลต์ ต้องเคลือบผิวหินย่อยหรือกรวดย่อยก่อนใช้งาน สารที่ใช้เคลือบอาจเป็น น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด
- กรณีที่เป็นแอสฟัลต์อิมัลชัน ไม่ต้องทำการเคลือบผิว แต่ต้องใช้น้ำล้างหินย่อยหรือกรวดย่อยให้สะอาดก่อนใช้งาน

2.3.5.2 การฉาบ

เมื่อทำการเตรียมพื้นที่ ตามข้อ 2.3.5.1 เรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการฉาบ Chip Seal ปิดทับ ดังนี้

ก) พ่นหรือราดแอสฟัลต์ลงบนพื้นที่ที่ได้ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว ตามอัตราและอุณหภูมิที่กำหนด

รูปที่ 2.3.2 ราดแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้

ข) ทันทีที่พ่นหรือราดแอสฟัลต์แล้วเสร็จ ให้โรยหินย่อยหรือกรวดย่อยที่ได้เตรียมไว้ตาม ข้อ 2.3.5.1 ปิดทับหน้าแอสฟัลต์จนหินเรียงเม็ดติดกันแน่น ถ้าในพื้นที่บางส่วนไม่มีหินปิดทับหน้า ให้ใช้คนสาดหรือเกลี่ยช่วย ในกรณีพื้นที่ขนาดเล็กอาจใช้แรงงานคน ใช้พลั่วตักวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยโรยแทน

รูปที่ 2.3.3 โรยหินย่อยหรือกรวดย่อยปิดทับหน้าแอสฟัลต์

ค) ขณะกำลังโรยหินย่อยหรือกรวดย่อย ให้นำรถบดล้อยางหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม บดทับเต็มหน้าผิวที่โรยหินย่อยหรือกรวดย่อยแล้วทันที ทั้งนี้ระหว่างการบดทับต้องระวังไม่ให้เม็ดหินย่อยหรือกรวดย่อยแตก

รูปที่ 2.3.4 บดทับจนหินเรียงเม็ดและติดแน่น

ง) ภายหลังที่ทำการบดทับเต็มผิวหน้าประมาณ 2 เที่ยวแล้ว ให้ใช้เครื่องเกลี่ยหินชนิดลาก (Drag Broom) ลากเกลี่ยให้หินย่อยหรือกรวดย่อยที่เหลือค้างซ้อนกันอยู่ กระจายลงบนส่วนที่ยังขาด จนหินย่อยหรือกรวดย่อยปิดทับหน้าผิวแอสฟัลต์อย่างสม่ำเสมอและต้องไม่ให้หินที่ติดแอสฟัลต์อยู่แล้วหลุดออกมา การเกลี่ยให้เกลี่ยเต็มหน้าประมาณ 2 เที่ยว ในกรณีพื้นที่มีขนาดเล็กอาจให้คนใช้คราดเกลี่ยแทน

จ) บดทับต่อไปจนแน่ใจว่าหินจมลงไปในแอสฟัลต์มากพอและเรียงเม็ดติดแน่น

รูปที่ 2.3.5 เกลี่ยหินย่อยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอ

ฉ) ปิดการจราจรไว้ให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ เป็นการบ่มตัวเพื่อให้สารผสมในแอสฟัลต์ระเหยก่อน สำหรับอากาศปกติใช้เวลาดังนี้

- แอสฟัลต์ซีเมนต์ อย่างน้อย 1/2 ชั่วโมง
- แอสฟัลต์อิมัลชัน อย่างน้อย 5 ชั่วโมง
- คัตแบกแอสฟัลต์ อย่างน้อย 7 ชั่วโมง

หลังจากแอสฟัลต์จับหินแน่นและแข็งตัวดีแล้ว ให้กวาดเก็บหินที่อาจจะเหลืออยู่อีกบนผิวออกทิ้งเสีย

รูปที่ 2.3.6 การเลือกเครื่องมือที่ไม่เหมาะสม จะทำให้แอสฟัลต์เซ็ทตัวก่อนที่จะทำการบดทับแล้วเสร็จ

2.3.6 **ข้อแนะนำ**

เนื่องจากคัตแบกแอสฟัลต์ติดไฟได้ง่าย จะต้องระมัดระวังมิให้เปลวไฟหรือแก๊สจากภายนอกมาถูกได้ ทั้งในขณะต้มหรือขณะพ่นคัตแบกแอสฟัลต์

2.4 วิธีการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

2.4.1. ความหมาย

การฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal คือการซ่อมแซมความเสียหายของถนนที่เกิดความเสียหายเฉพาะชั้นผิวทาง ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่น รอยแตก (Cracks) ในแบบที่โครงสร้างทางยังไม่เสียหายหรือทรุดตัว, ผิวทางมียางเยิ้ม (Bleeding or Flushing), ผิวทางถูกขัดจนมัน (Polished Aggregate), ผิวทางเดิมหลุด (Raveling) โดยนำส่วนผสมของมวลรวม, แอสฟัลต์อิมัลชัน, น้ำ, Mineral Filler รวมทั้งอาจใช้สารผสมเพิ่มสำหรับลดหรือเร่งการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชัน มาฉาบปิดทับผิวทางเดิมที่เสียหายนั้น

ชนิดของการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal แบ่งเป็น

ก) ชนิดที่ 1 เป็นชนิดที่มีส่วนละเอียดมาก สามารถซึมแทรกในรอยแตกได้ดี มีความยืดหยุ่นเหมาะที่จะใช้งาน ยารอยแตก, ฉาบเป็นผิวทางชั่วคราวเพื่อรอการบูรณะ

ข) ชนิดที่ 2 เป็นชนิดที่มีส่วนละเอียดปานกลางที่ยังคงซึมลงไปในรอยแตกได้ เหมาะที่จะใช้งานฉาบผิวทางเดิมที่ขรุขระปานกลางให้เรียบและยารอยแตก เพื่อป้องกันน้ำซึมลงในพื้นทาง

ค) ชนิดที่ 3 เป็นชนิดที่มีผิวค่อนข้างหยาบ สามารถอุดรอยที่หินผิวเดิมหลุดได้ดี ปรับระดับผิวเดิมได้เล็กน้อย เหมาะสำหรับใช้งาน ฉาบผิวเดิมที่มีความขรุขระมาก, ฉาบเป็นชั้นแรกหรือชั้นที่สอง ในการฉาบผิวแบบ Slurry Seal หลายชั้น, ฉาบผิวทางที่ผิวทางเดิมหลุด (Raveling)

การเลือกชนิดของการฉาบผิวแบบ Slurry Seal ให้มีความเหมาะสม ควรพิจารณาจากสภาพผิวหน้าของผิวทางเดิม, สิ่งแวดล้อม และวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

2.4.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านรอยแตก ลงไปทำลายความแข็งแรงชั้นโครงสร้างทางด้านล่าง

ข) เพื่อเพิ่มความฝืด (Skid Resistance) ให้กับผิวทางเดิม ในกรณีผิวทางเดิมลื่น (Skid Hazard)

ค) เพื่อเพิ่มความเรียบให้กับผิวทางเดิม ในกรณีผิวทางเดิมหลุด (Raveling)

ง) ใช้ในรูปแบบของการซ่อมชั่วคราว (Temporary Repair) ของถนนที่เกิดความเสียหายลึกลงไปถึงชั้นโครงสร้างทาง แต่ยังไม่สามารถดำเนินการซ่อมอย่างเต็มรูปแบบในขณะนั้นได้ เพื่อยืดอายุการใช้งานของถนนระหว่างรอการบูรณะ

2.4.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal เป็นวัสดุผสมซึ่งประกอบด้วย

2.4.3.1 วัสดุแอสฟัลต์อิมัลชัน

แอสฟัลต์อิมัลชันที่ใช้ในการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal คือ CSS-1 หรือ CSS-1h

2.4.3.2 วัสดุสารผสมเพิ่ม

วัสดุสารผสมเพิ่มใช้สำหรับทำให้แอสฟัลต์อิมัลชัน แตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์เคลือบมวลรวมได้ดียิ่งขึ้น

2.4.3.3 น้ำ

น้ำที่ใช้จะต้อง ใส สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน

2.4.3.4 มวลรวม (Aggregate)

มวลรวมที่ใช้ในการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal คือ หินโม่ ถ้าจำเป็น อาจใช้หินโม่ผสมทรายที่มีค่าดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 1.25 ในอัตราส่วนที่มีทรายไม่เกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับการออกแบบส่วนผสม

2.4.3.5 Mineral Filler

Mineral Filler เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว ใช้เป็นส่วนหนึ่งของมวลรวมเมื่อต้องการปรับปรุง Workability หรือ Gradation และต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น

2.4.4. เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่ เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom), เครื่องเป่าลม (Blower), รถบรรทุกน้ำ (Water Truck), ไม้กวาด เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับผสมวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับฉาบ ส่วนผสม Slurry Seal ได้แก่ เครื่องฉาบด้วยมือ, กระสอบ, พลั่วและคราด เป็นต้น

ง) เครื่องมือประกอบ ได้แก่ แปรง ไม้กวาด พลั่ว กระสอบป่าน กรวยยาง เชือก ฯลฯ

หมายเหตุ เครื่องจักร Slurry Seal ทำหน้าที่ทั้ง ข้อ ข) และ ค)

2.4.5 วิธีการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal

2.4.5.1 การเตรียมพื้นที่

ก่อนทำการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ก) กรณีไม่ได้ฉาบผิวทางเต็มความกว้างของถนน ให้กำหนดพื้นที่ ที่จะทำการฉาบผิว โดยการขีดเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้ครอบคลุมความเสียหาย ที่ต้องการฉาบผิวและให้ล้ำเข้าไปในส่วนที่ยังดีอยู่อย่างน้อย 30 เซนติเมตร เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นอีกหลังการฉาบ

ข) ทำความสะอาดพื้นที่ โดยใช้ไม้กวาด และ/หรือ เครื่องเป่าลม กวาดเศษวัสดุหรือวัสดุที่ไม่จับยึดแน่นออกให้หมด เพื่อให้ส่วนผสมใหม่ที่ใช้ฉาบเกาะยึดกับผิวทางเดิมได้ดี

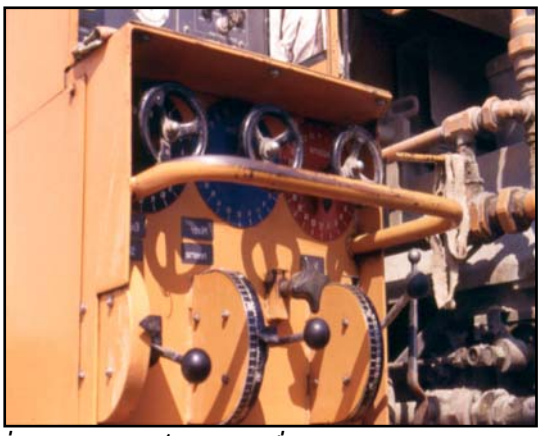
หมายเหตุ ในกรณีที่ผิวเดิมมีรอยแตกขนาดกว้างพอที่น้ำจะแทรกได้ ห้ามทำความสะอาดโดยใช้น้ำล้าง

รูปที่ 2.4.1 เตรียมพื้นที่สำหรับการฉาบผิวทาง

ค) กรณีใช้ เครื่องจักร Slurry Seal Machine ให้ดำเนินการตรวจสอบก่อนใช้งานดังนี้

- ตรวจสอบเครื่องวัดปริมาณวัสดุต่างๆ (Calibrate) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวัสดุที่เปิดลงในถังผสมที่อ่านจากเครื่องกับปริมาณวัสดุที่ปล่อยลงไปจริง
- ตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

ง) กรณีใช้ คนผสมโดยใช้เครื่องมือผสมแบบง่ายๆ เช่น กระบะผสมหรือเครื่องผสมคอนกรีต ให้ตรวจสอบความสะอาดของเครื่องมือ และความเที่ยงตรงของเครื่องชั่งตวง รวมไปถึงสภาพความพร้อมของการใช้งานด้วย



รูปที่ 2.4.2 อุปกรณ์วัดของเครื่องจักร Slurry Seal Machine

ง) หากผิวทางเดิมเป็นผิวแห้งมีหินโผล่โดยไม่มีแอสฟัลต์เหลืออยู่ ต้องฉีดน้ำเป็นฝอยให้ผิวทางเปียกอย่างสม่ำเสมอก่อนฉาบผิว

2.4.5.2 การผสม

ในการผสม ส่วนผสม Slurry Seal ต้องผสมวัสดุต่างๆ ตามข้อ 2.4.3 ให้ตรงตามแบบส่วนผสม (Mix Design) ที่ออกแบบไว้และต้องกวนส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะทำการฉาบ โดยขั้นตอนการผสมวัสดุต่างๆ มีดังนี้

ก) ผสมมวลรวมกับซีเมนต์ให้เข้ากันในลักษณะผสมแห้ง

ข) ผสมวัสดุสารผสมเพิ่มกับน้ำสะอาด

ค) เทส่วนผสม ข) ลงผสมกับส่วนผสม ก) และกวนให้เข้ากัน

ง) เติมแอสฟัลต์อิมัลชันลงไปผสม

หมายเหตุ ปริมาณน้ำที่ใช้อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากแบบส่วนผสม (Mix Design) ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของมวลรวมขณะที่ทำการผสม ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่ใช้ จะต้องไม่ทำให้ส่วนผสม Slurry Seal ไม่แห้งหรือเหลวเกินไปจนทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการฉาบ

2.4.5.3 การฉาบ

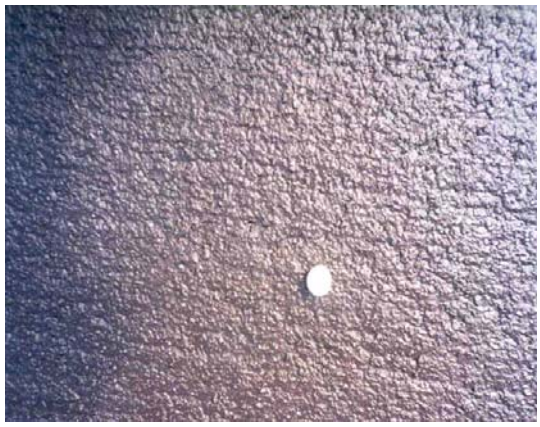
ก) ทำการฉาบส่วนผสมด้วยเครื่องจักร Slurry Seal Machine หรือฉาบด้วยมือ โดยพยายามให้ส่วนผสมของ Slurry Seal เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว จะต้อง

- มีส่วนผสมคงที่ตามต้องการ
- ไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน ไม่มีหินที่ไม่ถูกผสมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน ไม่มีการแยกตัวระหว่างแอสฟัลต์อิมัลชันและส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม
- ต้องไม่มีรอยขีด รอยแยก ปรากฏให้เห็นบนผิวที่ฉาบเรียบร้อยแล้ว

ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้จะต้อง ตักวัสดุผสมนี้ออก ทำการตกแต่ง และแก้ไขเรียบร้อย

รูปที่ 2.4.3 การฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal

ข) หากรอยต่อตามยาวหรือตามขวางเกิดเป็นสันนูนสูงเกินไปดูไม่เรียบร้อย ให้ใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น



รูปที่ 2.4.4 ผิวทางแบบ Slurry Seal ที่เพิ่งฉาบเสร็จ

2.4.5.4 การบ่ม

ก) ให้บ่ม Slurry Seal ทิ้งไว้ จนสีของส่วนผสมเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และใช้กระดาษซับน้ำบนผิว Slurry Seal แล้วไม่มีน้ำเหลืออยู่ จึงเปิดให้การจราจรผ่าน ซึ่งโดยปกติใช้เวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง

รูปที่ 2.4.5 ผิวทางแบบ Slurry Seal ที่บ่มและแห้งแล้ว

ข) ในกรณี ทางแยก ทางเชื่อม ให้สาดทรายหรือหินฝุ่น เพื่อให้รถยนต์ผ่านได้

รูปที่ 2.4.6 การสาดทรายบริเวณทางเชื่อม

หมายเหตุ การก่อสร้าง Slurry Seal ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 ไม่จำเป็นต้องบดทับ

2.4.6. **ข้อแนะนำ**

ก) การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชัน ในกรณีเป็นถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นและลงต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรงมาก เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

ข) ก่อนใช้แอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถังตั้งเก็บรอไว้นานๆ ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสม Slurry Seal ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน

ค) ทุกครั้งที่ทำการผสม Slurry Seal เสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดแน่นในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานวันต่อไป

ง) เมื่อเปิดถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นน้ำในถังจะระเหยได้ ซึ่งจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันหมดสภาพเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้

2.5 วิธีการปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)

2.5.1 ความหมาย

การปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching) คือการซ่อมแซมความเสียหายของถนนที่เกิดความเสียหายเฉพาะชั้นผิวทาง โดยนำผิวทางเดิมที่เสียหายออกและนำส่วนผสมใหม่มาปรับให้เรียบ ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่น รอยแตก (Cracks) ผิวหลุดร่อน (Disintegration) ผิวชำรุดเป็นหลุมบ่อ (Pot Hole) ผิวทางเกิดการเคลื่อนตัว (Slippage Cracks)

2.5.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านความเสียหายนั้น ลงไปสู่ชั้นโครงสร้างทางด้านล่างอันจะทำให้ความเสียหายลุกลามเพิ่มมากขึ้น

ข) เพื่อคืนสภาพชั้นผิวทางของถนนให้กลับมาใช้งานได้ตามปกติ

ค) ใช้ในรูปแบบของการซ่อมชั่วคราว (Temporary Repair) ของถนนที่เกิดความเสียหายลึกลงไปถึงชั้นโครงสร้างทาง แต่ยังไม่สามารถดำเนินการซ่อมอย่างเต็มรูปแบบของโครงสร้างชั้นทางในขณะนั้นได้ จึงจำเป็นต้องซ่อมแซมชั้นผิวทางไว้ก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ความเสียหายเพิ่มมากขึ้น

2.5.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการปะซ่อม ประกอบด้วย

2.5.3.1 วัสดุแอสฟัลต์สำหรับ Tack Coat

วัสดุแอสฟัลต์ที่ใช้สำหรับ Tack Coat ทำหน้าที่เชื่อมประสานผิวทางเดิมกับวัสดุปะซ่อม โดยจะใช้แอสฟัลต์ชนิดเหลวประเภทเซ็ตตัวเร็ว สามารถใช้ได้ทั้ง คัตแบกแอสฟัลต์ (RC) หรือแอสฟัลต์อิมัลชัน (CRS)

2.5.3.2 วัสดุแอสฟัลต์สำหรับ Prime Coat

วัสดุแอสฟัลต์ที่ใช้สำหรับ Prime Coat ทำหน้าที่เชื่อมประสานชั้นพื้นทางกับวัสดุปะซ่อม โดยจะใช้แอสฟัลต์ชนิดเหลวประเภทเซ็ตตัวปานกลาง สามารถใช้ได้ทั้ง คัตแบกแอสฟัลต์ (MC) หรือแอสฟัลต์อิมัลชัน (CSS)

2.5.3.3 วัสดุสำหรับปะซ่อมผิวทาง

การปะซ่อมผิวทางแอสฟัลต์จะใช้วัสดุผสมเสร็จ (Premix) ที่ได้จากการนำเอาวัสดุมวลรวม (Aggregate) มาผสมกับแอสฟัลต์ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ 3 ชนิด คือ

ก) Premix ชนิดผสมร้อน (Hot Mix) ที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์

ข) Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) ที่ได้จากการผสมระหว่างวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน

ค) Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) ที่ได้จากการผสมระหว่างวัสดุมวลรวมกับคัตแบกแอสฟัลต์

2.5.4 **เครื่องจักรและเครื่องมือ**

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับตัดรอยต่อ ได้แก่ เครื่องมือตัดรอยต่อ, เครื่องเจาะขุดผิวทางและชั้นทาง เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่ เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom), เครื่องเป่าลม (Blower), รถบรรทุกน้ำ (Water Truck), ไม้กวาด เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับผสมวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์

ง) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับพ่นแอสฟัลต์ ได้แก่ เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor), เตาต้มยางพร้อม Hand Spray เป็นต้น

จ) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับปูส่วนผสม ได้แก่ เครื่องปู (Paver or Finisher), รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader), พลั่วและคราด เป็นต้น

ฉ) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับบดทับ ได้แก่ รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (Static Steel–Wheeled Tandem Roller), รถบดล้อยาง (Pneumatic–Tired Roller), รถบดสั่นสะเทือน (Vibratory Roller), รถบดล้อเหล็กขนาดเบา หรือรถบดสั่นสะเทือนขนาดเบา หรือ Frog Jump, เครื่องมือกระทุ้ง (Hand Tamper) เป็นต้น

ช) เครื่องมือประกอบ ได้แก่ ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straightedge) ไม้กวาด พลั่ว อีเตอร์ การาดยาง ไม้รีดยาง เท้าช้าง กรวยยาง เชือก แปรง เป็นต้น

2.5.5 **วิธีการปะซ่อมผิวทาง**

2.5.5.1 การเตรียมพื้นที่

ก่อนจะทำปะซ่อมให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ก) กำหนดพื้นที่ ที่จะทำการปะซ่อม โดยการขีดเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้ครอบคลุมความเสียหาย ที่ต้องการปะซ่อมและให้ล้ำเข้าไปในส่วนที่ยังดีอยู่อย่าง

น้อย 30 เซนติเมตร เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นอีกหลังการปะซ่อม เนื่องจากวัสดุที่บริเวณขอบของความเสียหายนั้น ความจริงเริ่มเสียหายแล้วแต่ยังไม่ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน

ข) ตัด–ขุด รอบบริเวณที่จะทำการปะซ่อม ที่ได้ทำการขีดกรอบไว้แล้ว ให้มีความลึกถึงชั้นผิวทางที่เสียหาย และนำวัสดุเก่าทิ้งให้หมด โดยขอบรอยตัดต้องเรียบและตั้งฉาก เพื่อป้องกันการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันและการเคลื่อนตัว (Slip) บริเวณรอยต่อ

รูปที่ 2.5.1 ตัดขอบตามพื้นที่ๆ จะทำการปะซ่อม

รูปที่ 2.5.2 รอยตัดต้องเรียบและตั้งฉาก

รูปที่ 2.5.3 รอยตัดที่ไม่ได้มาตรฐาน

ค) ทำความสะอาดพื้นที่ โดยใช้ไม้กวาด หรือ เครื่องเป่าลม กวาดเศษวัสดุหรือวัสดุที่ไม่จับยึดแน่นออกให้หมด เพื่อให้ส่วนผสมใหม่ที่ใช้ปะซ่อมเกาะยึดกับพื้นทางเดิมได้ดี

ง) ทำ Prime Coat หรือ Tack Coat เพื่อให้วัสดุผสมที่ใช้ปะซ่อม ติดกับผิวทางและชั้นทางเดิมเป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งนี้ การ Prime Coat หรือ Tack Coat จะต้องระวังไม่ให้แอสฟัลต์หกเลอะบนผิวทางเดิม ซึ่งจะทำให้วัสดุอื่นเกาะติดผิวทางเดิมทำให้เกิดความสกปรกหรืออาจเกิดการเยิ้ม (Bleeding) ที่ผิวทางเดิมได้

รูปที่ 2.5.4 Tack Coat พื้นที่ ที่จะปะซ่อม

การ Prime Coat หรือ Tack Coat ให้พิจารณาตามแต่ละกรณีดังนี้

- กรณีขุดรื้อผิวทางที่เสียหายออกแล้ว พื้นล่างยังเป็นชั้นผิวแอสฟัลต์ ให้ทำการ Tack Coat บนพื้นล่างและขอบหลุมทุกด้าน

- กรณีขุดรื้อผิวทางที่เสียหายออกแล้ว พื้นล่างเป็นชั้นพื้นทาง ให้ทำการ Prime Coat บนพื้นล่าง และ Tack Coat ขอบ หลุมทุกด้าน

หมายเหตุ การจะเลือกทำ Prime Coat หรือ Tack Coat หากมิได้ระบุไว้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

2.5.5.2 การปะซ่อม

เมื่อทำการเตรียมพื้นที่ ตามข้อ 2.5.5.1 เรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการปะซ่อมดังนี้

ก) ปู Premix ด้วยเครื่องปู หรือรถเกลี่ยปรับระดับ หรือเกลี่ยปรับด้วยแรงคน โดยให้พิจารณาถึงขนาดและความเหมาะสมของพื้นที่ที่จะทำการปะซ่อม แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ Premix ที่ปูจะต้องมีความสม่ำเสมอทั้งปริมาณและขนาดคละตลอดทั้งหลุม

รูปที่ 2.5.5 ปูวัสดุ Premix

ข) เกลี่ยแต่ง Premix โดยพยายามเกลี่ยแต่งให้เรียบและต้องเผื่อความสูงไว้เล็กน้อยเพื่อว่าเมื่อทำการบดทับจนได้ความแน่นตามต้องการแล้วส่วนผสมใหม่ที่ปะซ่อมและผิวทางเดิมจะเรียบเสมอกันพอดี

ค) บดทับผิวทาง โดยเลือกใช้เครื่องจักรบดทับชนิดต่างๆ ตามขนาดและความเหมาะสมของพื้นที่ ที่จะทำการปะซ่อม การบดทับแบ่งเป็น 3 กรณี และมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- กรณีที่ 1 การบดทับ Premix ชนิดผสมร้อน

- บดทับขั้นต้น (Initial Breakdown Rolling) ด้วยรถบดล้อเหล็กหรือรถบดสั่นสะเทือน 1 เที่ยว

- ตรวจสอบระดับและความเรียบของผิวทางด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ให้ดำเนินการต่อเนื่องทันที แล้วบดทับขั้นต้นใหม่

- บดทับต่อด้วยการบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) ด้วยรถบดล้อยางประมาณ 6-10 เที่ยว
- บดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ด้วยรถบดล้อเหล็กโดยไม่สั่นสะเทือน จนได้ผิวทางที่เรียบและแน่นได้ระดับที่ต้องการ

• กรณีที่ 2 สำหรับ Premix ชนิดผสมเย็น

- ดำเนินการบดทับขั้นต้น ด้วยรถบดล้อเหล็กหรือรถบดสั่นสะเทือน
- ตรวจสอบระดับและความเรียบของผิวทางด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ให้ดำเนินการต่อเนื่องทันที แล้วบดทับขั้นต้นจนครบ 2-4 เที่ยว
- ใช้หินฝุ่นแห้งสาดเกลี่ยให้สม่ำเสมอทับหน้าในอัตรา 2-4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- บดทับขั้นกลางด้วยรถบดล้อยางประมาณ 6-10 เที่ยว
- บดทับขั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็กโดยไม่สั่นสะเทือน จนได้ผิวทางที่เรียบและแน่นได้ระดับที่ต้องการ

• กรณีที่ 3 การบดทับสำหรับงานปะซ่อมขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรบดทับขนาดใหญ่ได้

- ให้พิจารณาการใช้เครื่องจักรและรูปแบบการบดทับ ตามดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ต้องพยายามให้เป็นไปตามรูปแบบการบดทับ ตามกรณีที่ 1 หรือ 2 ให้ได้มากที่สุด และ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ วัสดุ Premix ที่บดทับแล้วจะต้องเรียบ ได้ระดับและมีความแน่นตามข้อกำหนด

รูปที่ 2.5.6 บดทับด้วยรถบดล้อเหล็ก

รูปที่ 2.5.7 กรณีปูทับด้วย Cold Mix ต้องสาดหินฝุ่นปิดทับตลอด

2.5.6 ข้อแนะนำ

ก) การปูทับด้วย Cold Mix ต้องสาดหินฝุ่นปิดทับหน้าตลอด

ข) เนื่องจากคัตแบกแอสฟัลต์ติดไฟได้ง่าย จึงต้องระมัดระวังมิให้เปลวไฟ หรือแก๊สจากภายนอกมาถูกได้ ทั้งในขณะต้มหรือขณะพ่นคัตแบกแอสฟัลต์

2.6 วิธีการขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)

2.6.1 ความหมาย

การขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching) คือ การซ่อมแซมความเสียหายของถนนที่ความเสียหายเกิดขึ้นในระดับที่ลึกกว่าชั้นผิวทาง ดังนั้นจึงต้องขุดลงไปซ่อมแซมชั้นทางที่เสียหายนั้นก่อน แล้วจึงจะทำการปูและปิดทับด้วยผิวทางแอสฟัลต์ เพื่อคืนสภาพโครงสร้างชั้นทาง ใช้กับลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่น รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Cracks) การบวมแตก (Upheaval) ผิวหลุดร่อน (Disintegration) เป็นต้น

2.6.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันความเสียหายของชั้นโครงสร้างทาง ไม่ให้เกิดความเสียหายลุกลามเพิ่มมากขึ้น

ข) เป็นการซ่อมแบบถาวรเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้โครงสร้างถนนกลับมามีความแข็งแรงดังเดิม

2.6.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการขุดซ่อม ประกอบด้วย

2.6.3.1 วัสดุแอสฟัลต์สำหรับ Tack Coat

วัสดุแอสฟัลต์ที่ใช้สำหรับ Tack Coat ทำหน้าที่เชื่อมประสานขอบผิวทางเดิมกับวัสดุผิวทางแอสฟัลต์ (Premix) โดยจะใช้แอสฟัลต์ชนิดเหลวประเภทเซ็ตตัวเร็ว สามารถใช้ได้ทั้ง คัตแบกแอสฟัลต์ (RC) หรือแอสฟัลต์อิมัลชัน (CRS)

2.6.3.2 วัสดุแอสฟัลต์สำหรับ Prime Coat

วัสดุแอสฟัลต์ที่ใช้สำหรับ Prime Coat ทำหน้าที่เชื่อมประสานพื้นทางกับวัสดุผิวทางแอสฟัลต์ (Premix) โดยจะใช้แอสฟัลต์ชนิดเหลวประเภทเซ็ตตัวปานกลาง สามารถใช้ได้ทั้ง คัตแบกแอสฟัลต์ (MC) หรือแอสฟัลต์อิมัลชัน (CSS)

2.6.3.3 วัสดุสำหรับก่อสร้างชั้นผิวทางแอสฟัลต์

การปูผิวทางแอสฟัลต์จะใช้วัสดุผสมเสร็จ (Premix) ที่ได้จากการนำเอาวัสดุมวลรวม (Aggregate) มาผสมกับแอสฟัลต์ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ 3 ชนิด คือ

ก) Premix ชนิดผสมร้อน (Hot Mix) ที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์

ข) Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) ที่ได้จากการผสมระหว่างวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน

ค) Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) ที่ได้จากการผสมระหว่างวัสดุมวลรวมกับคัตแบกแอสฟัลต์

2.6.3.4 วัสดุสำหรับก่อสร้างชั้นทาง

วัสดุก่อสร้างชั้นทางใดให้เป็นไปตามมาตรฐานของชั้นทางนั้น ทั้งนี้การเลือกใช้วัสดุให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน ซึ่งอาจใช้วัสดุที่มีคุณภาพดีกว่านำมาทดแทนวัสดุของชั้นทางนั้นๆ ได้

2.6.4 เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับตัดรอยต่อ ได้แก่ เครื่องมือตัดรอยต่อ, เครื่องเจาะขุดผิวทางและชั้นทาง เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่ เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom), เครื่องเป่าลม (Blower), รถบรรทุกน้ำ (Water Truck), ไม้กวาด เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับผสมวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์

ง) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับพ่นแอสฟัลต์ ได้แก่ เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor), เตาต้มยางพร้อม Hand Spray เป็นต้น

จ) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับปูส่วนผสม ได้แก่ เครื่องปู (Paver or Finisher), รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader), พลั่วและคราด เป็นต้น

ฉ) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับบดทับ ได้แก่ รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (Static Steel–Wheeled Tandem Roller), รถบดล้อยาง (Pneumatic–Tired Roller), รถบดสั่นสะเทือน (Vibratory Roller), รถบดล้อเหล็กขนาดเบา หรือรถบดสั่นสะเทือนขนาดเบา หรือ Frog Jump, เครื่องมือกระทุ้ง (Hand Tamper) เป็นต้น

ช) เครื่องมือประกอบ ได้แก่ ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straightedge) ไม้กวาด พลั่ว อีเตอร์ การาดยาง ไม้รีดยาง เท้าช้าง กรวยยาง เชือก แปรง เป็นต้น

2.6.5 วิธีการขุดซ่อมผิวทาง

2.6.5.1 การเตรียมพื้นที่

ก่อนที่จะทำการขุดซ่อม ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ก) กำหนดพื้นที่ ที่จะทำการขุดซ่อม โดยการขีดเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจตุรัสให้ครอบคลุมความเสียหายที่ต้องการขุดซ่อมและให้ล้ำเข้าไปในส่วนที่ยังดีอยู่อย่างน้อย 30 เซนติเมตร เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นอีกหลังการขุดซ่อม เนื่องจาก

วัสดุที่บริเวณขอบของความเสียหายนั้น ความจริงเริ่มเสียหายแล้วแต่ยังไม่ปรากฏความเสียหายให้เห็นอย่างชัดเจน

ข) เลื่อยตัดผิวทางตามรอยเส้นกรอบ ให้ผิวทางแยกขาดจากกัน

รูปที่ 2.6.1 ขุดตามพื้นที่ที่จะทำการซ่อม

2.6.5.2 การขุดรื้อ

ก) ขุด สกัด รื้อเอาผิวทาง และวัสดุชั้นทางที่ชำรุดเสียหายในบริเวณที่ขุดซ่อมออกให้ลึกมากที่สุดเท่าที่จำเป็นจนถึงชั้นแน่นแข็ง ตัดแต่งขอบผิวทางและหลุมให้เรียบโดยตั้งฉากกับผิวทางและชั้นทางเดิม ทำความสะอาดก้นหลุมและนำเศษวัสดุที่หลุดร่วนออกให้หมด

รูปที่ 2.6.2 ขุดรื้อชั้นผิวทางและชั้นที่ชำรุดเสียหายออก

ข) บดทับก้นหลุมให้แน่นและเรียบเสมอกัน

รูปที่ 2.6.3 บดทับก้นหลุมให้มีความเรียบ

2.6.5.3 การก่อสร้างชั้นทางกลับคืน

ก) นำวัสดุชั้นทางที่ได้มาตรฐานและมีความชื้นพอเหมาะมาดำเนินการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ กลับคืนตามโครงสร้างชั้นทางเดิม ตามมาตรฐานวิธีการก่อสร้างของวัสดุชั้นทางนั้นๆ ทำการก่อสร้างจนถึงระดับชั้นพื้นทางจนเรียบร้อย ทั้งนี้ อาจจะเลือกใช้วัสดุชั้นทางที่มีคุณภาพดีกว่าวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้แทนก็ได้

รูปที่ 2.6.4 นำวัสดุชั้นทางที่เหมาะสมมาก่อสร้างตามข้อกำหนด

ข) ทำการ Prime Coat บนพื้นทางที่เติมลงไปใหม่ และ Tack Coat ขอบหลุมทุกด้าน

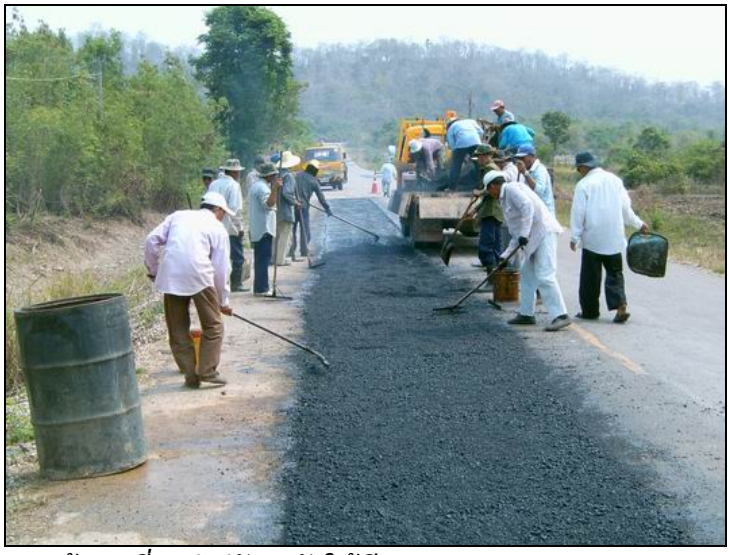
หมายเหตุ การจะเลือกทำ Prime Coat หรือ Tack Coat บนพื้นทาง หากมิได้ระบุไว้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

รูปที่ 2.6.5 ทำการ Prime Coat

2.6.5.4 การก่อสร้างชั้นผิวทางกลับคืน

ก) ปู Premix ด้วยเครื่องปู หรือรถเกลี่ยปรับระดับ หรือเกลี่ยปรับด้วยแรงคน บนพื้นทางที่ได้ทำการ Prime Coat หรือ Tack Coat ไว้แล้วนั้น โดยให้พิจารณาถึงขนาดและความเหมาะสมของพื้นที่ที่จะทำการขุดซ่อม แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ Premix ที่ปูจะต้องมีความสม่ำเสมอทั้งปริมาณและขนาดคละตลอดทั้งหลุม

ข) การเกลี่ยแต่งวัสดุ Premix ต้องพยายามเกลี่ยแต่งให้เรียบและต้องเผื่อความสูงไว้เล็กน้อย เพื่อว่าเมื่อบดทับจนได้ความแน่นตามต้องการแล้ว ส่วนผสม Premix ใหม่และผิวทางเดิมจะเรียบเสมอกันพอดี



รูปที่ 2.6.6 ปูวัสดุ Premix พร้อมเกลี่ยแต่งปรับระดับให้เรียบ

ค) การบดทับผิวทาง โดยเลือกใช้เครื่องจักรบดทับชนิดต่างๆ ตามขนาดและความเหมาะสมของพื้นที่ ที่จะทำการขุดซ่อม การบดทับแบ่งเป็น 3 กรณี และมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

• กรณีที่ 1 การบดทับ Premix ชนิดผสมร้อน

- บดทับขั้นต้น (Initial Breakdown Rolling) ด้วยรถบดล้อเหล็กหรือรถบดสั่นสะเทือน 1 เที่ยว
- ตรวจสอบระดับและความเรียบของผิวทางด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ให้ดำเนินการต่อเนื่องทันที แล้วบดทับขั้นต้นใหม่
- บดทับต่อด้วยการบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) ด้วยรถบดล้อยางประมาณ 6-10 เที่ยว
- บดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ด้วยรถบดล้อเหล็กโดยไม่สั่นสะเทือน จนได้ผิวทางที่เรียบและแน่นได้ระดับที่ต้องการ

• กรณีที่ 2 การบดทับสำหรับ Premix ชนิดผสมเย็น

- ดำเนินการบดทับขั้นต้น ด้วยรถบดล้อเหล็กหรือรถบดสั่นสะเทือน
- ตรวจสอบระดับและความเรียบของผิวทางด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ให้ดำเนินการต่อเนื่องทันที แล้วบดทับขั้นต้นจนครบ 2-4 เที่ยว
- ใช้หินฝุ่นแห้ง สาดเกลี่ยให้สม่ำเสมอทับหน้าในอัตรา 2 - 4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- บดทับขั้นกลางด้วยรถบดล้อยางประมาณ 6 - 10 เที่ยว
- บดทับขั้นสุดท้าย ด้วยรถบดล้อเหล็กโดยไม่สั่นสะเทือน จนได้ผิวทางที่เรียบและแน่นได้ระดับที่ต้องการ

กรณีที่ 3 การบดทับสำหรับงานขุดซ่อมขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรบดทับขนาดใหญ่ได้

- ให้พิจารณาใช้เครื่องจักรและรูปแบบการบดทับ ตามดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ต้องพยายามให้เป็นไปตามรูปแบบการบดทับตาม กรณีที่ 1 หรือ กรณีที่ 2 ให้ได้มากที่สุด และสิ่งสำคัญที่สุด คือ วัสดุ Premix ที่บดทับแล้วต้องเรียบ ได้ระดับและมีความแน่นตามข้อกำหนด

รูปที่ 2.6.7 บดทับ

2.6.6.ข้อแนะนำ

ก) การปูทับด้วย Cold Mix ให้สาดหินฝุ่นปิดทับหน้าตลอด

ข) เนื่องจาก คัตแบกแอสฟัลต์ติดไฟได้ง่าย จะต้องระมัดระวังมิให้เปลวไฟหรือแก๊สจากภายนอกมาถูกได้ ทั้งในขณะต้มหรือขณะพ่นแอสฟัลต์

2.7 วิธีการเสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)

2.7.1 ความหมาย

การเสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlays) คือ การซ่อมแซมถนนเดิมโดยการเสริมวัสดุผิวทางแอสฟัลต์บนผิวทางเดิม เพื่อแก้ไขความเสียหายของผิวทางและเสริมความแข็งแรงให้แก่โครงสร้างถนน

2.7.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อแก้ไขผิวทางเดิม ได้แก่

- ปรับแก้รูปทรงทางเรขาคณิตให้ได้มาตรฐาน เช่น ความลาดเอียงตามขวางและตามยาว (Crown Slope & Profile Grade) และ รูปตัด (Cross Section) ของถนน
- ปรับปรุงความราบเรียบของการขับขี่ (Ride Smoothness)
- ปรับระดับผิวทางที่ทรุดตัวเป็น แอ่ง (Depression), ร่องล้อ (Rutting) หรือ ผิวหลุดร่อน
- ปรับปรุงเพิ่มความฝืด (Skid Resistance) ของผิวทาง

ข) เพื่อเสริมเพิ่มความแข็งแรงให้แก่โครงสร้างถนนเดิม เป็นการยืดอายุการใช้งานของถนน

2.7.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการเสริมผิวแอสฟัลต์ ประกอบด้วย

2.7.3.1 วัสดุแอสฟัลต์สำหรับ Tack Coat

วัสดุแอสฟัลต์ที่ใช้สำหรับ Tack Coat ทำหน้าที่เชื่อมประสานผิวทางเดิมกับวัสดุผิวทางแอสฟัลต์ (Premix) ที่จะปูเสริมทับลงไป สามารถใช้ได้ทั้ง คัตแบกแอสฟัลต์ (RC) หรือ แอสฟัลต์อิมัลชัน (CRS)

2.7.3.2 วัสดุผิวทางแอสฟัลต์ (Premix) สำหรับการเสริมผิวแอสฟัลต์

การเสริมผิวทางแอสฟัลต์ จะใช้วัสดุผสมเสร็จ (Premix) ที่ได้จากการนำเอาวัสดุมวลรวม (Aggregate) มาผสมกับแอสฟัลต์ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ 2 ชนิด คือ

ก) Premix ชนิดผสมร้อน (Hot Mix) ที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์

ข) Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) ที่ได้จากการผสมระหว่างวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน

หมายเหตุ-โดยทั่วไปควรใช้ Premix ชนิดผสมร้อน (Hot Mix) ในการเสริมผิว

-ในกรณีเสริมผิวเป็นจุดๆและมีพื้นที่น้อย อาจใช้ Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) และปรับรูปแบบการซ่อมเป็นการปะซ่อม (Skin Patching) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

2.7.4 **เครื่องจักรและเครื่องมือ**

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับตัดรอยต่อ ได้แก่ เครื่องมือตัดรอยต่อ เครื่องเจาะขุดผิวทางและชั้นทาง เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่ เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom), เครื่องเป่าลม (Blower), รถบรรทุกน้ำ (Water Truck), ไม้กวาด เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับผสมวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์ (Premix)

ง) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับพ่นแอสฟัลต์ ได้แก่ เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor), เตาต้มยางพร้อม Hand Spray เป็นต้น

จ) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับปูส่วนผสม ได้แก่ เครื่องปู (Paver or finisher) รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader) พลั่ว และคราด เป็นต้น

ฉ) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับบดทับ ได้แก่ รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (Steel – Tired Tandem Roller), รถบดล้อยาง (Pneumatic - Tired Roller), รถบดสั่นสะเทือน (Vibratory Roller), รถบดล้อเหล็กขนาดเบา หรือ รถบดสั่นสะเทือนขนาดเบา หรือ Frog Jump, เครื่องมือกระทุ้ง (Hand Tamper) เป็นต้น

ช) เครื่องมือประกอบ ได้แก่ ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straightedge) แปรง ไม้กวาด ไม้รีดยาง อีเตอร์ การราดยาง กรวยยาง เชือก เป็นต้น

2.7.5 **วิธีการเสริมผิวทางแอสฟัลต์**

2.7.5.1 การแก้ไขข้อบกพร่องของผิวทางเดิม

ก) สำรวจและกำหนดตำแหน่งพื้นที่ความเสียหายบนถนนเดิมที่อยู่ในขอบเขตของการดำเนินงานเสริมผิว

ข) แก้ไขความเสียหาย ก่อนที่จะทำการปูเสริมด้วยผิวทางแอสฟัลต์ (Premix) โดยพิจารณาตามลักษณะความเสียหาย ดังนี้

กรณีที่ 1 ผิวทางเดิมมีพื้นที่ที่อ่อนตัว ให้ทำการซ่อมพื้นที่นั้นก่อน โดยวิธีการขุดซ่อม (Deep Patching)

กรณีที่ 2 ผิวทางเดิมเป็นแอ่ง (Depression) หรือ ร่องล้อ (Rutting) ให้ทำการปูผิวเพื่อปรับระดับเฉพาะแอ่งหรือร่องล้อนั้นก่อน โดยก่อนทำการปรับระดับต้องทำความสะอาดและ Tack Coat บนผิวทางเดิมส่วนที่เป็นแอ่งหรือร่องล้อ แล้วจึงทำการปูผิวปรับระดับ ซึ่งอาจจะต้องทำการปูผิวปรับระดับหลายชั้น ทั้งนี้

ขึ้นกับความลึกของแอ่งหรือร่องล้อนั้น โดยให้ปูผิวปรับระดับเป็นชั้นๆ หนาไม่เกินชั้นละ 5.0 เซนติเมตร และบดทับแต่ละชั้นนั้นด้วยรถบดล้อยางหรือรถบดล้อเหล็กจนได้ความแน่นตามต้องการ

กรณีที่ 3 ผิวทางเดิมปูดนูน ให้ขูดไสผิวส่วนที่ปูดนูนนั้นออกทิ้งเสีย

2.7.5.2 การเตรียมพื้นที่

หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขความเสียหายของผิวทางเดิม (ถ้ามี) เรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการต่อดังนี้

ก) ทำความสะอาดพื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขตของการเสริมผิวทางให้สะอาด โดยเครื่องกวาดฝุ่น, ไม้กวาด หรือเครื่องเป่าลม เพื่อกวาด เป่า เศษวัสดุที่ไม่จับแน่น หรือคราบดินออกให้หมด ในกรณีที่คราบดินฝังแน่น อาจใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาด แล้วใช้เครื่องเป่าลม เป่าให้แห้ง

ข) ทำการ Tack Coat บนผิวทางเดิมในขอบเขตพื้นที่ทั้งหมดที่กำหนด หลังจากที่ได้ทำความสะอาดพื้นที่นั้นเรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 2.7.1 Tack Coat บนผิวทางเดิมที่ได้กำหนดขอบเขตพื้นที่และทำความสะอาดแล้ว

2.7.5.2 การปูเสริมทับผิวทางเดิมด้วยผิวทางแอสฟัลต์ (Premix)

ก) ปู Premix ด้วย เครื่องปู หรือ รถเกลี่ยปรับระดับ หรือ เกลี่ยปรับด้วยแรงคน โดยให้พิจารณาถึงขนาดและความเหมาะสมของพื้นที่ที่ทำการปูเสริมทับด้วยผิวแอสฟัลต์ แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ Premix ที่ปูแล้ว จะต้องมีความเรียบ สม่ำเสมอ ได้ระดับ ตามต้องการ

หมายเหตุ ในกรณีเป็นการเสริมเพิ่มความแข็งแรงให้แก่โครงสร้างถนนเดิม ให้ทำการปูเสริมทับโดยใช้ Premix ชนิดผสมร้อน (Hot Mix) หรือ แอสฟัลต์คอนกรีต เท่านั้น

รูปที่ 2.7.2 ปูเสริมทับด้วย Premix

ข) บดทับผิวทาง โดยเลือกใช้เครื่องจักรบดทับชนิดต่างๆ ตามขนาดและความเหมาะสมของพื้นที่ ที่จะทำการปูเสริมผิวทางแอสฟัลต์ การบดทับแบ่งเป็น 3 กรณี และมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

• กรณีที่ 1 การบดทับ Premix ชนิดผสมร้อน (Hot Mix)

- บดทับขั้นต้น (Initial or Breakdown Rolling) ด้วยรถบดล้อเหล็กหรือรถบดสั่นสะเทือน 1 เที่ยว
- ตรวจสอบระดับและความเรียบของผิวทางด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากต้องการเสริมแต่งปรับระดับใหม่ให้ดำเนินการต่อเนื่องโดยทันที แล้วบดทับขั้นต้นใหม่
- บดทับต่อด้วยการบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) ด้วยรถบดล้อยางประมาณ 6-10 เที่ยว
- บดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ด้วยรถบดล้อเหล็กโดยไม่สั่นสะเทือน จนได้ผิวทางที่เรียบและแน่นได้ระดับที่ต้องการ

• กรณีที่ 2 การบดทับ Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix)

- บดทับขั้นต้น ด้วยรถบดล้อเหล็กหรือรถบดสั่นสะเทือน
- ตรวจสอบระดับและความเรียบของผิวทางด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ให้ดำเนินการต่อเนื่องโดยทันที แล้วบดทับขั้นต้นจนครบ 2-4 เที่ยว
- ใช้หินฝุ่นแห้ง สาดเกลี่ยให้สม่ำเสมอทับหน้าในอัตรา 2-4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- บดทับขั้นกลางด้วยรถบดล้อยางประมาณ 6-10 เที่ยว

- บดทับชั้นสุดท้าย ด้วยรถล้อเหล็กโดยไม่สั่นสะเทือน จนได้ผิวทางที่เรียบและแน่นได้ระดับที่ต้องการ

รูปที่ 2.7.3 กรณีปูด้วย Cold Mix อาจราดแอสฟัลต์เพื่ออุดช่องว่าง

รูปที่ 2.7.4 สาดหินฝุ่นปิดทับก่อนเปิดการจราจร

•กรณีที่ 3 การบดทับสำหรับการปูเสริมทับด้วยผิวทางแอสฟัลต์ในพื้นที่ ที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถใช้เครื่องจักรบดทับขนาดใหญ่ได้

- ให้พิจารณาใช้เครื่องจักรและรูปแบบการบดทับ ตามดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องพยายามให้เป็นไปตามรูปแบบการบดทับ ตามกรณีที่ 1 และ 2 ให้ได้มากที่สุด และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ วัสดุ Premix ที่บดทับแล้วต้องเรียบ ได้ระดับ และมีความแน่นตามข้อกำหนด

2.7.6 **ข้อแนะนำ**

ก) การปูเสริมทับด้วย Cold Mix ต้องสาดหินฝุ่นปิดทับหน้าตลอด

ข) เปิดการจราจรหลังจากวัสดุก่อตัวรับกำลังได้ตามข้อกำหนดแล้ว

บทที่ 3

วิธีการซ่อมแซมถนนคอนกรีต

จากการศึกษาถึงวิธีการซ่อมแซมทางหลวงชนิดผิวคอนกรีตที่ได้ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และจากมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ สามารถสรุปวิธีดำเนินการได้ทั้งหมด 8 วิธี ดังนี้

1.วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน (Joint Resealing)

2.วิธีการอุดซ่อมรอยแตก (Crack Filling)

3.วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Grinding and Grooving)

4.วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)

5.วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair)

6.วิธีการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)

7.วิธีการซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair)

โดยรายละเอียดของการดำเนินงานมีดังนี้

3.1 วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน (Joint Resealing)

3.1.1 ความหมาย

การเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน หมายถึง การขุดเอาวัสดุยารอยต่อเดิมที่หมดสภาพ ตามแนวรอยต่อในผิวทางคอนกรีตออกทิ้ง พร้อมกับดำเนินการยาแนวรอยต่อด้วยวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อนใหม่

3.1.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันการแทรกซึมของน้ำในบริเวณรอยต่อ

ข) เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุไม่พึงประสงค์ไปแทรกในรอยต่อ ซึ่งจะเป็นเหตุให้เกิดความเสียหาย เช่น การแตกกระเทาะที่รอยต่อ (Joint spalling) และการแตกหักของพื้นถนนคอนกรีตเนื่องจากการโก่งตัว (Blow up)

3.1.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อประกอบด้วย

3.1.3.1 วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer)

วัสดุทารอยต่อ ต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการไหลแทรกซึมเข้าไปในรูพรุนของคอนกรีตได้สูง และมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบยืดหยุ่นชนิดเทร้อน” มาตรฐานเลขที่ มอก.479

3.1.3.2 วัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน (Concrete Joint Sealer, Hot Poured Elastic Type)

วัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน ต้องมีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันเครื่องและเมื่อหยอดลงไปในรอยต่อจะต้องไม่เกิดช่องอากาศระหว่างคอนกรีตกับตัวJoint Sealer และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบยืดหยุ่นชนิดเทร้อน” มาตรฐานเลขที่ มอก.479

3.1.4. เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องมือสำหรับขุดและทำความสะอาดรอยต่อ ได้แก่ เครื่องขุดรอยต่อ (Joint Sealant Remover), เครื่องขัดรอยต่อ (Joint Grinder), เครื่องเป่าลม (Air Compressor), เครื่องทำความสะอาดผิวด้วยทราย (Sandblast), เครื่องกวาด (Sweeper), แปรงลวด (Wire Brush), เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง (High Pressure Water Jet), เครื่องเป่าแห้ง (Dryer), เครื่องเผาแบบเปลวเพลิง (Flame Burner) เป็นต้น

ข) เครื่องมือสำหรับหยอดวัสดุใหม่ ได้แก่ ถังต้มวัสดุยารอยต่อ (Melting Kettle), เครื่องหยอดวัสดุยารอยต่อ (Joint Filling Machine), ถังหยอดวัสดุยารอยต่อแบบมือถือ (Hand Pouring Bucket), เครื่องพ่นวัสดุทารอยต่อ (Primer Spray), แปรง (Brush) เป็นต้น

3.1.5 วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อ

3.1.5.1 การเตรียมรอยต่อ

ก) ใช้เครื่องขุดรอยต่อขุดวัสดุยารอยต่อที่อุดอยู่ในรอยต่อจนหมด หากที่ก้นของร่องรอยต่อมีแถบกาวหรือวัสดุอื่นใดปิดทับอยู่ ให้เอาออกให้หมดเช่นเดียวกัน

รูปที่ 3.1.1 ขุดวัสดุยารอยต่อออก

ข) ทำความสะอาดรอยต่อ ให้ผิวเก่าของรอยต่อหลุดออกจนกระทั่งปรากฏผิวใหม่

ค) ใช้เครื่องเป่าลม และเครื่องเป่าแห้ง เป่าไล่ฝุ่นและความชื้นที่ยังหลงเหลืออยู่ตามแนวรอยต่อให้หมด ฝุ่นและความชื้นที่มีอยู่ตามแนวรอยต่อจะทำให้การเกาะยึดระหว่างวัสดุยารอยต่อกับคอนกรีตไม่แข็งแรงเท่าที่ควร

รูปที่ 3.1.2 ทำความสะอาดรอยต่อ

3.1.5.2 การเตรียมวัสดุยารอยต่อ

ก) ตัดวัสดุยารอยต่อที่อยู่ในสภาพแข็งให้เป็นชิ้นเล็กๆก่อน

ข) นำวัสดุยารอยต่อที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ บางส่วนใส่ลงไปหลอมละลายในถังต้ม พร้อมทั้งกวนอยู่ตลอดเวลา และในขณะเดียวกันก็ค่อยๆ ใส่วัสดุยารอยต่อส่วนที่เหลือที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ลงไปในถังต้มทีละน้อยๆ พร้อมกับกวนไปเรื่อยๆ จนวัสดุยารอยต่อหลอมละลายทั้งหมด และมีอุณหภูมิสูงจนถึงอุณหภูมิที่จะหยอดได้ (ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ) ต้องระมัดระวังอย่าให้อุณหภูมิของวัสดุยารอยต่อสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ เพราะจะทำให้วัสดุยารอยต่อเสื่อมคุณภาพ

หมายเหตุ วัสดุยารอยต่อที่นำไปหลอมละลายแล้วให้นำไปใช้งานทันที ถ้าใช้งานไม่หมดและปล่อยให้เย็นจนแข็งตัว ห้ามนำเอามาหลอมละลายใหม่เพื่อใช้งานอีก

3.1.5.3 การยาแนวรอยต่อ

ก) ให้ทาหรือพ่นวัสดุทารอยต่อลงบนผิวหน้ารอยต่อที่สะอาดและแห้ง ปริมาณของวัสดุทารอยต่อต้องไม่มากเกินไป จากนั้นทิ้งวัสดุทารอยต่อให้แห้ง

ข) หยอดวัสดุยารอยต่อไปในรอยต่อ โดยให้ระดับของวัสดุยารอยต่อต่ำกว่าขอบของรอยต่อประมาณ 3 มิลลิเมตร

ค) ภายหลังจากหยอดวัสดุยารอยต่อเสร็จเรียบร้อย ให้ป้องกันไม่ให้รถวิ่งผ่านจนกว่าวัสดุยารอยต่อแข็งตัวไม่ติดล้อรถในขณะแล่นผ่าน ทั้งนี้ระยะเวลาที่ป้องกันให้เป็นไปตามที่ระบุในคุณสมบัติของวัสดุยารอยต่อชนิดนั้นๆ

หมายเหตุ สำหรับวัสดุยารอยต่อชนิดที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับวัสดุทารอยต่อ ไม่ต้องดำเนินการในข้อ ก) ทั้งนี้ให้เป็นไปตามคุณสมบัติของวัสดุยารอยต่อชนิดนั้นๆ

รูปที่ 3.1.3 การยาแนวรอยต่อ

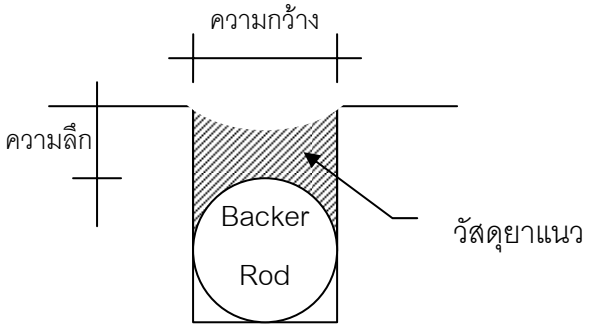
3.1.6 ข้อแนะนำ

ก) ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องเผาแบบเปลวเพลิงเผาวัสดุยารอยต่อให้อ่อนตัวลง ห้ามเผาถูกเนื้อคอนกรีตนานจนเป็นเหตุให้คุณภาพคอนกรีตเสื่อม

ข) การหยอดวัสดุจะต้องระวังไม่ให้ล้นรอยต่อ ควรหยอดแล้วเว้นช่วงเวลา

ค) กรณีที่รอยต่อมีความลึก ควรใช้ Backer Rod (เชือกป่านหรือวัสดุที่มีความยืดหยุ่น) อุดรอยต่อก่อนที่จะยาแนวรอยต่อ เพื่อประหยัดวัสดุยาแนวและให้ขนาดของการยาแนว (Shape factor – ความกว้าง:ความลึก) มีความเหมาะสมตามคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ตามตาราง นี้

วัสดุ	ความกว้าง:ความลึก
แอสฟัลต์	1 : 1
ซิลิโคน	2 : 1



รูปที่ 3.1.4 รูปแบบการยาแนวรอยต่อ

3.2 วิธีการอุดซ่อมรอยแตก (Crack Sealing)

3.2.1 ความหมาย

การอุดซ่อมรอยแตกบนผิวคอนกรีตด้วยวัสดุยารอยแตกชนิดเทร้อน หมายถึง วิธีการซ่อมบำรุงเพื่อป้องกันความเสียหายของโครงสร้างถนนคอนกรีต โดยวิธีการอุดซ่อมรอยแตกบนผิวทางคอนกรีตด้วยวัสดุยารอยแตกชนิดเทร้อน

3.2.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านความเสียหายนั้น ลงไปสู่ชั้นโครงสร้างด้านล่างอันจะทำให้ความเสียหายลุกลามเพิ่มมากขึ้น

ข) เพื่อใช้ในรูปแบบของการซ่อมชั่วคราว (Temporary Repair) ของถนนที่น้ำซึมผ่านชั้นผิวทางลงไปทำลายความแข็งแรงของวัสดุโครงสร้างทางไปบ้างแล้ว แต่ยังไม่สามารถดำเนินการซ่อมอย่างเต็มรูปแบบในขณะนั้นได้ เป็นการป้องกันไม่ให้ความเสียหายเพิ่มมากขึ้น

3.2.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการอุดรอยแตกประกอบด้วย

3.2.3.1 วัสดุทารอยแตก (Joint Primer)

วัสดุทารอยแตก ต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการไหลแทรกซึมเข้าไปในรูพรุนของคอนกรีตได้สูง และมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบยืดหยุ่นชนิดเทร้อน” มาตรฐานเลขที่ มอก.479

3.2.3.2 วัสดุยารอยแตกชนิดเทร้อน (Concrete Joint Sealer, Hot Poured Elastic Type)

วัสดุยารอยแตกชนิดเทร้อน ต้องมีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันเครื่องและเมื่อหยอดลงไปในรอยแตกจะต้องไม่เกิดช่องอากาศระหว่างคอนกรีตกับตัวJoint Sealer และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบยืดหยุ่นชนิดเทร้อน” มาตรฐานเลขที่ มอก.479

3.2.3.3 วัสดุแอสฟัลต์ (ยางAC)

วัสดุแอสฟัลต์ สามารถใช้ทดแทนวัสดุยารอยแตกชนิดเทร้อนเป็นการชั่วคราวได้หากมีความจำเป็น กรณีหาวัสดุยารอยแตกไม่ได้และหากทิ้งไว้อาจเกิดความเสียหายลุกลาม แต่ทั้งนี้ต้องอยู่ในดุลยพินิจของช่างผู้ควบคุมงาน

3.2.4 เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ ได้แก่ เครื่องฉีดน้ำ (Pressure Water Pump), แปรงลวด (Wire Brush), เครื่องเป่าลม (Air Compressor), เครื่องเป่าแห้ง (Dryer) เป็นต้น

ข) เครื่องตัดรอยแตก (Sawing Machine) ได้แก่ เครื่องที่ใช้ตัดรอยแตกที่มีกำลังสูง สามารถตัดให้ได้ความกว้างและความลึกตามต้องการอย่างรวดเร็ว อาจใช้ใบตัดหัวเพชรหรือใบตัดกลมชนิดแข็งและมีน้ำหล่อเลี้ยงขณะตัด

ค) เครื่องมือสำหรับหยอดวัสดุใหม่ ได้แก่ เครื่องพ่นวัสดุทารอยแตก (Primer Spray Machine), ถังต้มวัสดุยารอยแตก (Melting Kettle), เครื่องหยอดวัสดุยารอยแตก (Joint Filling Machine), ถังหยอดวัสดุยารอยแตกแบบมือถือ (Hand Pouring Bucket), แปรง (Brush) เป็นต้น

3.2.5 วิธีการอุดรอยแตก

3.2.5.1 การเตรียมรอยแตก

ก) ใช้เครื่องตัดรอยแตกตัดตามรอยแตก ให้ได้ความกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร และลึกไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (ในกรณีที่ใช้วัสดุชั่วคราวไม่ต้องใช้เครื่องตัด)

ข) ใช้เครื่องฉีดน้ำ เครื่องเป่าลม และแปรงลวดทำความสะอาดรอยแตกเพื่อไม่ให้เศษวัสดุฝุ่นผงตกค้างตรงบริเวณรอยแตกและในรอยแตก

ค) ใช้เครื่องเป่าลม และเครื่องเป่าแห้ง เป่าไล่ฝุ่นและความชื้นที่ยังหลงเหลืออยู่ตามแนวรอยแตกให้หมด ฝุ่นและความชื้นที่มีอยู่ตามแนวรอยแตกจะทำให้การเกาะยึดระหว่างวัสดุยารอยแตกกับคอนกรีตไม่แข็งแรงเท่าที่ควร

3.2.5.2 การเตรียมวัสดุยารอยแตก

ก) ตัดวัสดุยารอยต่อที่อยู่ในสภาพแข็งให้เป็นชิ้นเล็กๆก่อน

ข) นำวัสดุยารอยต่อที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ บางส่วนใส่ลงไปหลอมละลายในถังต้ม พร้อมทั้งกวนอยู่ตลอดเวลา และในขณะเดียวกันก็ค่อยๆ ใส่วัสดุยารอยต่อส่วนที่เหลือที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ลงไปในถังต้มทีละน้อยๆ พร้อมกับกวนไปเรื่อยๆ จนวัสดุยารอยต่อหลอมละลายทั้งหมดและมีอุณหภูมิสูงจนถึงอุณหภูมิที่จะหยอดได้ (ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ) ต้องระมัดระวัง

อย่าให้อุณหภูมิของวัสดุยารอยต่อสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ เพราะจะทำให้วัสดุยารอยต่อเสื่อมคุณภาพ

หมายเหตุ วัสดุยารอยต่อที่นำไปหลอมละลายแล้วให้นำไปใช้งานทันที ถ้าใช้งานไม่หมดและปล่อยให้เย็นจนแข็งตัว ห้ามนำเอามาหลอมละลายใหม่เพื่อใช้งานอีก

3.2.5.3 การยาแนวรอยแตก

ก) ให้ทาหรือพ่นวัสดุทารอยต่อลงบนผิวหน้ารอยต่อที่สะอาดและแห้ง ปริมาณของวัสดุทารอยต่อต้องไม่มากเกินไป จากนั้นทิ้งวัสดุทารอยต่อให้แห้ง

ข) หยอดวัสดุยารอยต่อไปในรอยต่อ โดยให้ระดับของวัสดุยารอยต่อต่ำกว่าขอบของรอยต่อประมาณ 3 มิลลิเมตร

ค) ภายหลังจากหยอดวัสดุยารอยต่อเสร็จเรียบร้อย ให้ป้องกันไม่ให้รถวิ่งผ่านจนกว่าวัสดุยารอยต่อแข็งตัวไม่ติดล้อรถในขณะแล่นผ่าน ทั้งนี้ระยะเวลาที่ป้องกันให้เป็นไปตามที่ระบุในคุณสมบัติของวัสดุยารอยต่อชนิดนั้นๆ

หมายเหตุ สำหรับวัสดุยารอยต่อชนิดที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับวัสดุทารอยต่อ ไม่ต้องดำเนินการในข้อ ก) ทั้งนี้ให้เป็นไปตามคุณสมบัติของวัสดุยารอยต่อชนิดนั้นๆ

3.2.6 **ข้อแนะนำ**

ก) การหยอดวัสดุจะต้องระวังไม่ให้ล้นรอยแตก ควรหยอดแล้วเว้นช่วงเวลา

ข) วิธีการอุดซ่อมรอยแตกนี้ อนุโลมให้สามารถนำไปใช้กับความเสียหายที่เกิดจากการแยกตัวระหว่างแผ่นพื้นคอนกรีตกับไหล่ทางแอสฟัลต์ได้ ทั้งนี้ขนาดของรอยแยกต้องไม่มากกว่า 3 มิลลิเมตร และไหล่ทางยังไม่เกิดร่องรอยความเสียหายของโครงสร้าง กรณีที่รอยแยกมากกว่า 3 มิลลิเมตร ให้พิจารณาใช้ ***2.1 วิธีการอุดรอยแตก*** *(Crack Filling)* ดำเนินการแทน

3.3 วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Grinding and Grooving)

3.3.1 ความหมาย

วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Grinding and Grooving) หมายถึง การปรับปรุงผิวหน้าคอนกรีตเดิมให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น โดยขูดผิวหน้าของคอนกรีตออกให้เป็นร่องขนานกับทิศทางการจราจรที่ความลึกและระยะห่างของร่องสม่ำเสมอกัน สามารถใช้แก้ไขปัญหาของถนนคอนกรีตที่ก่อสร้างผิวหน้าได้ไม่ดี หรือปรับปรุงผิวหน้าของถนนคอนกรีต หรือแก้ไขผิวหน้าคอนกรีตที่เกิดปัญหาสะดุดบริเวณรอยต่อหลังจากเปิดใช้งานแล้ว

รูปที่ 3.3.1 การขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีตสามารถใช้ปรับปรุงผิวหน้าบริเวณรอยต่อที่ไม่เรียบ

3.3.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อประหยัดงบประมาณในการบำรุงรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับการเสริมผิวหน้าถนนคอนกรีตด้วยแอสฟัลต์ หรือการทำผิวหน้าใหม่ (Resurfacing)

ข) เพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวหน้าถนนคอนกรีตในสภาพเปียก ทำให้ผู้ขับขี่มีความปลอดภัยในการใช้ทางหลวง

3.3.3 วัสดุ

-

3.3.4. เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรสำหรับปรับปรุงผิวหน้าคอนกรีตแบบขูด Grinding and Grooving

ข) เครื่องจักรสำหรับดูดกากคอนกรีต ได้แก่ รถน้ำที่มีระบบดูดของเหลว เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือประกอบ ได้แก่ รถ 6 ล้อ , เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง , ไม้กวาด และอุปกรณ์สำหรับอำนวยความปลอดภัยขณะทำงาน เป็นต้น

3.3.5 วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต

3.3.5.1 การขูดผิวหน้าคอนกรีต

ก) ทำการปรับปรุงผิวหน้าคอนกรีตด้วยเครื่องจักรสำหรับปรับปรุงผิวหน้าคอนกรีตแบบขูด Grinding and Grooving โดยให้เครื่องจักรทำงานขนานกับทิศทางการจราจร และใช้รถน้ำที่มีระบบดูดของเหลว ตามท้ายเพื่อดูดกากคอนกรีตที่ถูกขูดออกซึ่งอยู่ในสภาพเปียก (Slurry) ทิ้งไว้ข้างทาง ก่อนรอขนทิ้งต่อไป

รูปที่ 3.3.2 เครื่องจักร Grinding and grooving และเครื่องดูดกากคอนกรีต

รูปที่ 3.3.3 การจัดใบมีดสำหรับขูดผิว

3.3.5.2 การทำความสะอาด

ก) หลังจากดำเนินการตามข้อ 3.3.5.1 แล้ว ใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงหรือ รถน้ำฉีดทำความสะอาดผิวหน้าคอนกรีต เพื่อล้างฝุ่นและเศษวัสดุที่ยังตกค้างอยู่ออกให้หมด

ข) ขนกากคอนกรีตที่ดูดทิ้งไว้ข้างทางออก

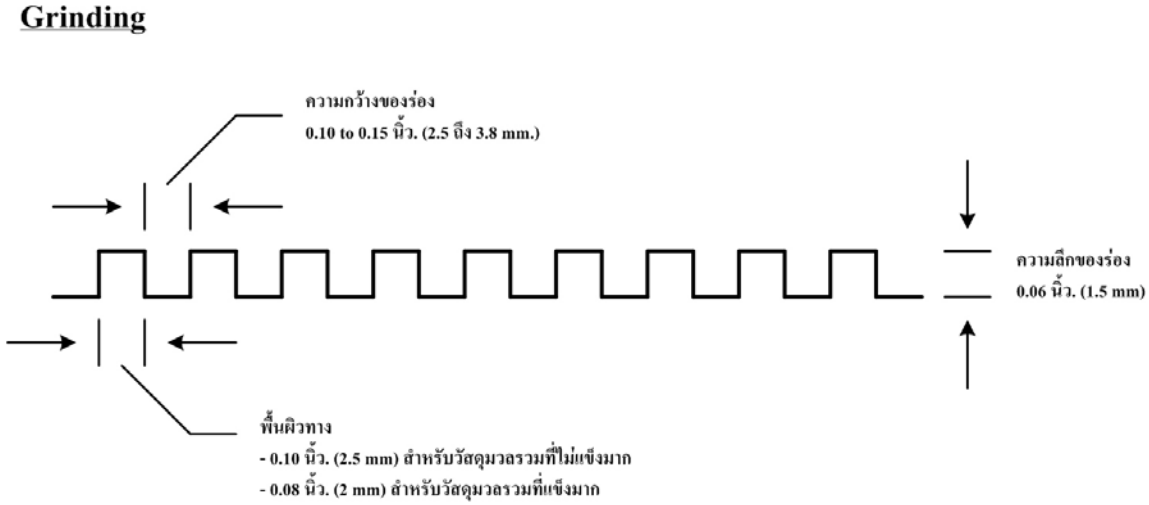
รูปที่ 3.3.4 ลักษณะของผิวหลังจากทำ Grinding แล้ว

3.3.6 ข้อแนะนำ

ก) เพื่อให้ได้ผลดี ควรเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อผิวคอนกรีต (Joint Sealant) ใหม่ หลังจากทำการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีตแล้ว

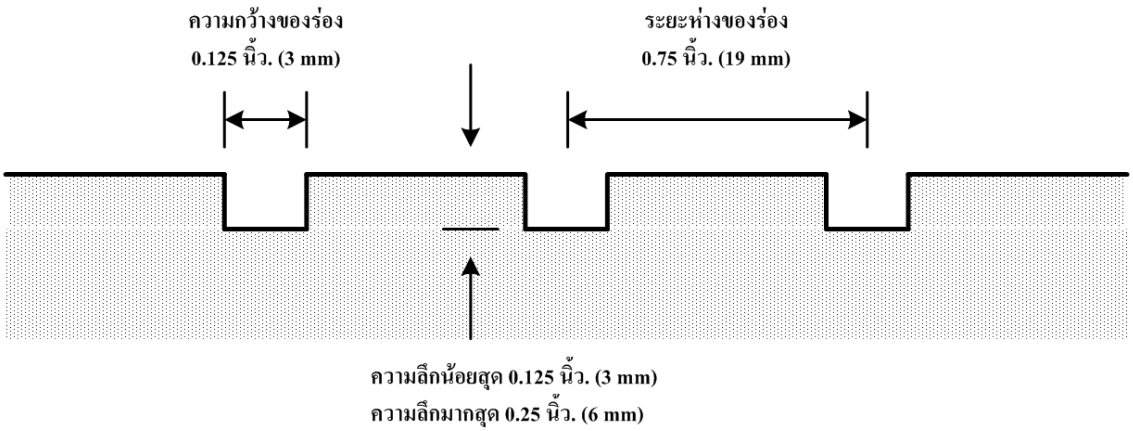
ข) รูปแบบ Grinding ใช้ในการเพิ่มสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็นหลัก และ รูปแบบ Grooving ใช้ในการระบายน้ำเป็นหลัก

ค) รูปแบบของร่องลึกที่แนะนำ



รูปที่ 3.3.5 ขนาดของร่องสำหรับงาน Grinding

Grooving



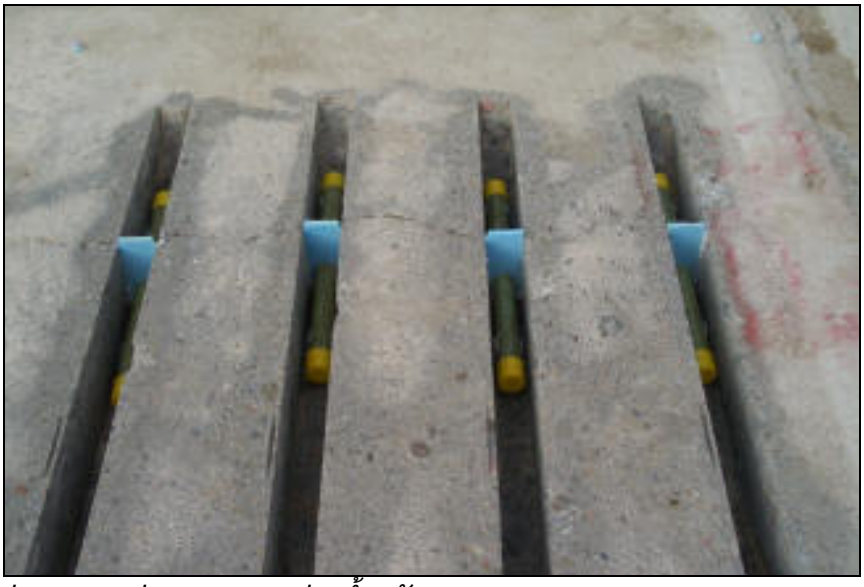
รูปที่ 3.3.6 ขนาดของร่องสำหรับงาน Grooving

3.4 วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)

3.4.1 ความหมาย

การซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration) หมายถึง การเปลี่ยน/ติดตั้งเหล็กเดือยที่ช่วยในการถ่ายน้ำหนักตามแนวรอยต่อตามขวาง หรือ รอยแตกตามขวางในถนนคอนกรีตชนิดมีรอยต่อ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการถ่ายเทน้ำหนักตามรอยต่อของถนนคอนกรีต ทำให้รอยต่อถนนคอนกรีตแอ่นตัวน้อยลง ซึ่งทำให้ผลของการ Pumping ลดลง ลดการเสียระดับบริเวณรอยต่อ/รอยแตก (Faulting) และลดความเสียหายจากการแตกที่มุมของถนนคอนกรีต โดยส่วนใหญ่การซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนักมักใช้กับถนนคอนกรีตที่ไม่มีการใส่เหล็กเดือยในรอยต่อตามขวาง หรืออาจใช้วิธีนี้กับรอยแตกตามขวางที่เกิดขึ้นในถนนคอนกรีตชนิดมีรอยต่อ

ทั้งนี้การซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนักจะใช้ได้ผลดีกับถนนคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทน้ำหนักผ่านรอยต่อตามขวาง หรือรอยแตกตามขวาง ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์แต่ยังคงมีอายุการใช้งานทางด้านโครงสร้างที่ดีอยู่ เวลาที่เหมาะสมสำหรับการซ่อมแซมด้วยวิธีนี้คือ เวลาที่ถนนคอนกรีตเริ่มมีสัญญาณของความเสียหาย เช่นเกิด Pumping และเริ่มเกิดการเสียระดับของรอยต่อ ทั้งนี้ถนนที่เหมาะสำหรับการซ่อมแซมด้วยวิธีนี้คือ ถนนที่เกิดการเสียระดับของรอยต่อประมาณ 2.5 - 3.8 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.4.1 ตัวอย่างของการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)

3.4.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนักให้แก่ถนนคอนกรีตตรงบริเวณรอยต่อ/รอยแตกตามขวาง

ข) เพื่อลดความเสียหายเนื่องจากการแอ่นตัวของถนนคอนกรีต อันได้แก่ การ Pumping, การเสียระดับของรอยต่อ (Faulting), การแตกที่มุมของถนนคอนกรีต เป็นต้น

3.4.3 วัสดุ

3.4.3.1 วัสดุสำหรับเทกลบร่อง

วัสดุสำหรับเทกลบร่องทำหน้าที่หุ้มเหล็กเดือยที่ใช้ในการถ่ายเทน้ำหนักในถนนคอนกรีตเดิม โดยวัสดุที่ใช้อาจเป็นคอนกรีต หรืออีพ็อกซี่มอร์ต้า ที่ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ต้องมีการหดตัวน้อย มีคุณสมบัติทางอุณหภูมิเหมือนกับคอนกรีตเดิม มีแรงยึดเหนี่ยวที่ดีกับคอนกรีตเดิม และมีความสามารถในการพัฒนากำลังรับน้ำหนักเพื่อสามารถรับน้ำหนักที่ต้องการได้

3.4.3.2 เหล็กเดือย

เหล็กเดือยที่ใช้ในการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนักที่ทำให้มีผลดีที่สุดในระยะยาว คือ เหล็กกลมที่เคลือบด้วยอีพ็อกซี่ ซึ่งจะช่วยเพิ่มการถ่ายเทน้ำหนัก ทั้งยังช่วยเชื่อมรอยต่อหรือรอยแตกตามขวาง ตลอดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และความชื้นในระหว่างวัน โดยเหล็กเดือยที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “เหล็กเส้นกลม” มาตรฐานเลขที่ มอก.20

เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของเหล็กเสริมที่เหมาะสมเพื่อให้การซ่อมแซมให้มีประสิทธิภาพดี คือเหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 38 มิลลิเมตร และยาว 450 มิลลิเมตร

3.4.3.3 ปลอกเหล็กเดือย

ปลอกเหล็กเดือยจะต้องออกแบบให้สวมเดือยเหล็กเข้าไปได้ลึกไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ปลายข้างหนึ่งปิดและยึดปลอกให้มีช่องว่างภายในจากปลายเหล็กเดือยที่สวมไว้ถึงปลายปลอกเหล็กเดือยข้างที่ปิดเป็นระยะเท่ากับความกว้างของรอยต่อหรืออย่างน้อย 25 มิลลิเมตร

3.4.3.4 วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer)

วัสดุทารอยต่อต้องมีคุณสมบัติไหลแทรกซึมเข้าไปในรูพรุนของคอนกรีตได้สูง ดังข้อกำหนดของวัดสดุทารอยต่อในมาตรฐานที่ ทล.-ม. 309/2544

3.4.3.5 วัสดุยารอยต่อ (Concrete Joint Sealer)

วัสดุยารอยต่อ ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบหยืดหยุ่นชนิดเทร้อน” มาตรฐานเลขที่ มอก. 479 และได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

3.4.4 เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับการเจาะแผ่นพื้นคอนกรีตเดิมออก ได้แก่ เครื่องตัดแผ่นพื้นคอนกรีต (Concrete Sawing Machine), เครื่องจักรสกัดคอนกรีตขนาดเล็ก (Jackhammer) เป็นต้น

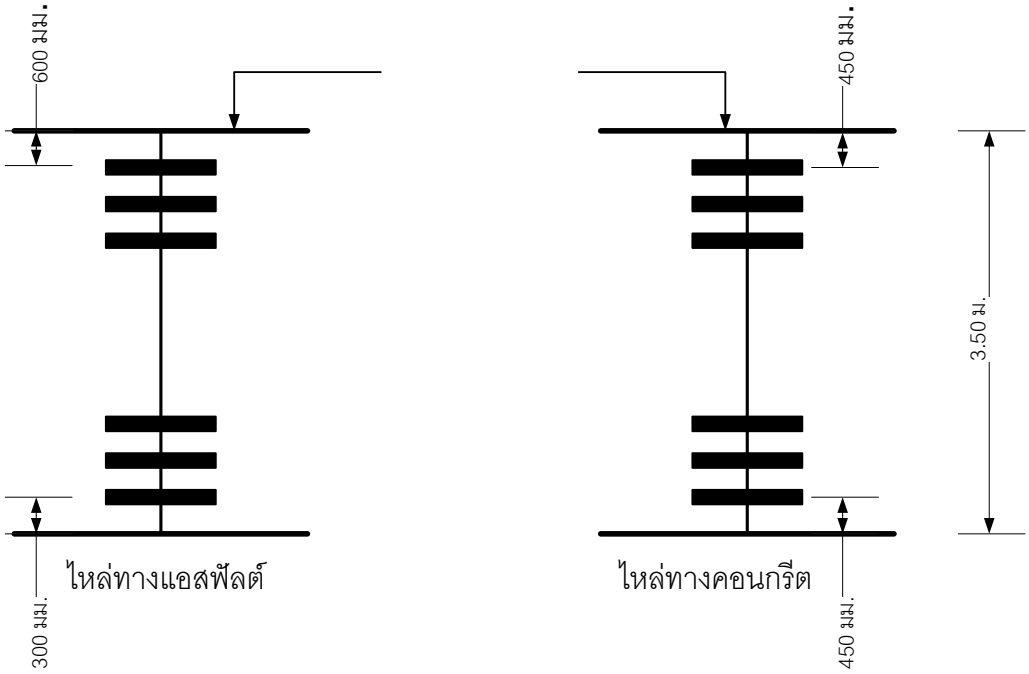
ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับการเทคอนกรีต ได้แก่ เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer), แบบหล่อคอนกรีต, เครื่องเขย่าคอนกรีต (Vibrator), เครื่องมือปรับแต่งความเรียบผิวหน้า (Finishing Devices) เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือในการทำรอยต่อ ได้แก่ เครื่องสกัดขยายรอยแตก, ใบมีดขุดรอยต่อ, เครื่องเป่าลม, เครื่องทำความสะอาดผิวด้วยทราย, เครื่องทำความสะอาดด้วยแรงดันน้ำ, เครื่องเผารอยต่อเดิมแบบเปลวเพลิงและเตาฟู่, ถังต้มวัสดุยาแนวรอยต่อ, เครื่องหยอดวัสดุยาแนวรอยต่อ เป็นต้น

3.4.5 **วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก** (Load Transfer Restoration)

3.4.5.1 การเตรียมพื้นที่ในการซ่อมแซม

ก) กำหนดตำแหน่งที่จะใส่เหล็กเดือย โดยทั่วไปมักใช้เหล็กเสริมถ่ายแรง 3 อันวางอยู่ด้านล่างของรอยร่องล้อ (Wheel path) โดยตำแหน่งที่แนะนำสำหรับการวางเหล็กเดือยแสดงไว้ในรูปที่ 3.4.2 ทั้งนี้ตำแหน่งการวางเหล็กเดือยให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรผู้ออกแบบ



รูปที่ 3.4.2 ตำแหน่งแนะนำในการวางเหล็กเดือย

ข) เตรียมพื้นที่ด้วยการตัดให้คอนกรีตเป็นร่อง เพื่อสำหรับใส่เหล็กเดือยลงไป โดยร่องที่ตัดต้องขนานกับเส้นกึ่งกลางถนน และต้องตัดร่องให้มีขนาดตามที่ได้กำหนดไว้ โดยทั่วไปความลึกของร่องที่ทำการตัดมีความลึกกว่ากึ่งกลางความหนาของถนนเพียงเล็กน้อย เพื่อที่เมื่อทำการใส่เหล็กเดือย จะทำให้ตำแหน่งเหล็กเดือยอยู่ที่กึ่งกลางความหนาของถนนพอดี นอกจากนี้ร่องควรมีความยาว 0.9 เมตร โดยความยาวของร่องขึ้นอยู่กับความยาวของเหล็กเดือยที่ใช้ เพื่อที่จะทำให้เหล็กเดือยวางอยู่ในแนวราบ และร่องควรมีความกว้างอยู่ระหว่าง 65 ถึง 100 มิลลิเมตร โดยความกว้างของร่องต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับวัสดุเทกลบ และควรทำขาตั้งเหล็กเดือยให้มีขนาดที่เหมาะสมกับร่องที่ตัด

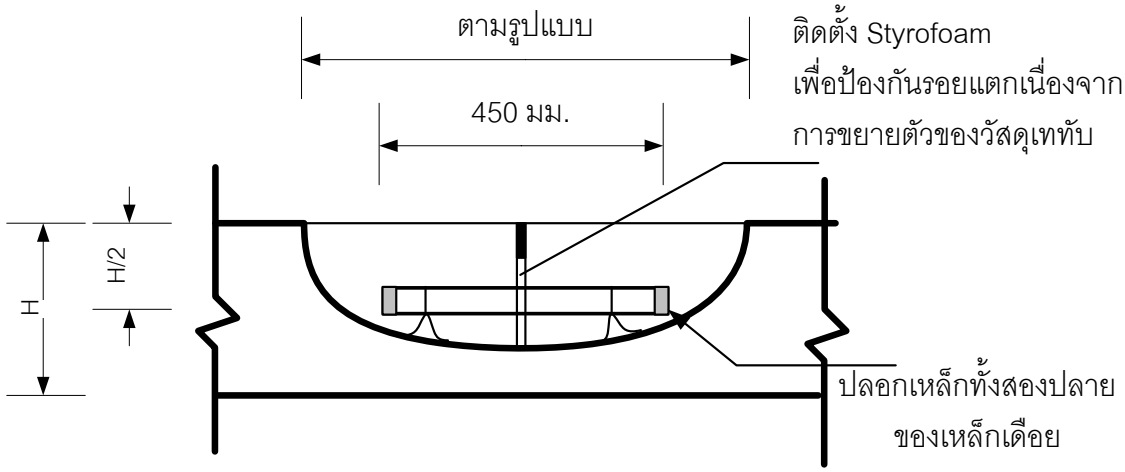
ค) เจาะร่องคอนกรีตโดยใช้เครื่องเจาะเพื่อทำการขุดรื้อคอนกรีตออก โดยที่ส่วนฐานต้องได้ระดับและเรียบ ทั้งนี้ต้องทำการตรวจสอบความลึกของการเจาะ เพื่อให้ได้ความลึกที่ออกแบบไว้ หลังจากที่ทำการเจาะคอนกรีต ต้องทำความสะอาดร่องที่เจาะด้วยการพ่นทราย หรือใช้แรงดันน้ำ ไม่ให้มีผงฝุ่นอยู่ที่ร่อง เพื่อทำให้คอนกรีตเก่าและวัสดุเทกลบสามารถจับยึดกันได้ดี ก่อนที่จะทำการเทคอนกรีตปิดทับต้องทำการป้องกันรอยต่อ เพื่อไม่ให้วัสดุเทกลบที่เทใหม่เข้าไปอุดตันรอยต่อ ทำให้รอยต่อไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 3.4.3 เจาะร่องคอนกรีตตามตำแหน่งที่กำหนดพร้อมทำความสะอาด

3.4.5.2 การวางเหล็กเดือยและเทวัสดุกลบร่อง

ก) ก่อนทำการวางเหล็กเดือย ต้องทำการเคลือบเหล็กเดือยด้วยสารป้องกันการจับยึด เพื่อทำให้เหล็กเดือยสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และต้องใส่ปลอกเหล็ก โดยเหล็กเสริมควรวางอยู่บนขาตั้งเพื่อให้ได้ระดับความลึกและตำแหน่งที่ต้องการ ทั้งนี้ควรติดตั้งแผ่น

พลาสติกที่กึ่งกลางของความยาวของเหล็กเดือยเพื่อเตรียมพร้อมในการทำรอยต่อของถนนคอนกรีต



รูปที่ 3.4.4 รูปแบบติดตั้งเหล็กเดือย เพื่อเพิ่มการถ่ายเทน้ำหนัก

ข) เทวัสดุกลบร่องลงไปในร่องที่เตรียมไว้ โดยต้องทำการตรวจสอบว่าการเทวัสดุกลบร่องไม่ทำให้เหล็กเดือยเกิดการเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งที่ต้องการ ควรทำการเขย่าวัสดุกลบร่องเพียงเล็กน้อย เพื่อทำให้คอนกรีตไหลเต็มพื้นที่ที่ซ่อมแซม หลังจากนั้นควรทำการบ่มวัสดุกลบร่องเพื่อป้องกันการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของวัสดุกลบร่อง จากนั้นสามารถเปิดใช้งานได้เมื่อวัสดุกลบร่องแข็งตัวรับกำลังได้ตามข้อกำหนด

3.4.6 ข้อแนะนำ

ก) ควรเปลี่ยนวัสดุยาแนวรอยต่อตลอดแนวรอยต่อตามขวางที่ทำการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก

ข) อาจดำเนินการขัดผิวหน้าบริเวณที่ทำการติดตั้งเหล็กเดือยเพื่อรักษาความเรียบ

รูปที่ 3.4.5 ขัดผิวหลังการติดตั้งเหล็กเดือย

3.5 วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair)

3.5.1 ความหมาย

วิธีการซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตแบบบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair) หมายถึง การซ่อมแซมความเสียหายของผิวทางคอนกรีต เนื่องจากเกิดการแตกกะเทาะของเนื้อคอนกรีต โดยจะซ่อมแซมคอนกรีตที่เสียหายลึกไม่เกิน 1 ใน 3 ของความหนาแผ่นคอนกรีต การแตกกะเทาะอาจเป็นบริเวณรอยต่อทั้งตามยาวและตามขวาง หรือบริเวณกลางแผ่นคอนกรีต ซึ่งจะมีวิธีการซ่อมที่แตกต่างกัน

3.5.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อปรับปรุงขอบรอยต่อแผ่นพื้นคอนกรีตให้เรียบ ไม่เกิดการสะดุดในขณะขับขี่

ข) เพื่อซ่อมแซมหลุมบ่อบริเวณแผ่นพื้นคอนกรีต

3.5.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตแบบ Partial-depth Repair ประกอบด้วย

3.5.3.1 วัสดุคอนกรีต

วัสดุคอนกรีต ได้แก่ คอนกรีตที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าคอนกรีตเดิม

3.5.3.2 วัสดุสำหรับประสานคอนกรีต

วัสดุสำหรับประสานคอนกรีต ได้แก่ วัสดุประเภทน้ำยาประสานคอนกรีตสำหรับเชื่อมคอนกรีตเดิมและคอนกรีตใหม่ให้ยึดติดกัน

3.5.3.3 วัสดุสำหรับบ่มคอนกรีต

วัสดุสำหรับบ่มคอนกรีต ได้แก่ กระสอบ และวัสดุประเภท Liquid-membrane-foaming Curing Compound

3.5.3.4 วัสดุยาแนวรอยต่อผิวคอนกรีต

วัสดุยาแนวรอยต่อผิวคอนกรีตใช้ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

3.5.4 เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องมือสำหรับตรวจสอบขอบเขตความเสียหายของคอนกรีต ได้แก่ แท่งเหล็ก, โซ่ และสีสเปรย์ เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับสกัดคอนกรีต ได้แก่ เครื่องตัดคอนกรีต, ค้อน (Ball-peen Hammer), Light Pneumatic Hammer, เครื่อง Carbide Milling เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับทำความสะอาดพื้นที่ซ่อมแซม ได้แก่ เครื่องพ่นทราย, เครื่องพ่นน้ำแรงดันสูง และเครื่องเป่าลม เป็นต้น

ง) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับผสมคอนกรีต ได้แก่ ถาดผสม, เครื่องผสมคอนกรีต เป็นต้น

จ) เครื่องมือประกอบ ได้แก่ เครื่องจี้คอนกรีต, จอบ, พลั่ว, บุ้งกี๋, ตลับเมตร, ไม้กวาด เป็นต้น

3.5.5 วิธีการซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตแบบ Partial-depth Repair

3.5.5.1 การเตรียมพื้นที่สำหรับซ่อมแซม

ก) ตรวจสอบหาความเสียหายของคอนกรีต โดยการใช้แท่งเหล็กเคาะที่ผิวหน้าคอนกรีต หรือใช้โซ่ลากไปตามผิวหน้าคอนกรีต หากเกิดเสียงกังวาน (Clear Sound) แสดงว่าคอนกรีตอยู่ในสภาพดี แต่หากเกิดเสียงทึบ (Dull Sound) แสดงว่าคอนกรีตเกิดความเสียหาย

รูปที่ 3.5.1 ตรวจสอบความเสียหายของคอนกรีต

ข) กำหนดขอบเขตของพื้นที่ซ่อมแซม โดยใช้สีสเปรย์ที่มองเห็นได้ชัดเจนกำหนดขอบเขตพื้นที่ซ่อมแซม เพื่อให้แน่ใจว่าได้กำหนดพื้นที่เสียหายได้ครอบคลุม โดยดำเนินการดังนี้

- กำหนดขอบเขตเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยความยาวน้อยสุด 12 นิ้ว หรือ 30 ซม. และ ความกว้างน้อยสุด 4 นิ้ว หรือ 10 ซม.
- เผื่อขอบเขตพื้นที่เสียหาย หรือจากขอบคอนกรีตแตกกะเทาะที่มองเห็น ออกไปอีก 3 - 4 นิ้ว หรือ 7.5 - 10 ซม.
- กรณีขอบเขตพื้นที่ที่กำหนดให้ซ่อมแซม มีระยะห่างจากกันน้อยกว่า 12 นิ้ว หรือ 30 ซม. ให้รวมพื้นที่เข้ากับส่วนที่ต่อเนื่องกัน

รูปที่ 3.5.2 กำหนดขอบเขตของความเสียหาย

ค) สกัดคอนกรีตที่เสียหาย โดยตัดคอนกรีตตามแนวที่กำหนดไว้ด้วยใบตัดเพชร ที่ความลึกประมาณ 1-2 นิ้ว หรือ 2.5 – 5.0 ซม. ตัดให้เป็นแนวตรงและตั้งฉากกับผิว จากนั้นทำให้คอนกรีตแตกด้วย Light Pneumatic Hammer ที่หนักไม่เกิน 13.5 กิโลกรัม (ค้อนหนัก 7 กิโลกรัม จะมีความเหมาะสมและง่ายในการควบคุมความลึกในการทุบคอนกรีต) ทุบทั้งพื้นที่จนเห็นเนื้อคอนกรีตที่ดีและสะอาด หากทุบแล้วคอนกรีตที่เสียหายลึกมากกว่า 1 ใน 3 หรือพบ Dowel Bar โผล่ขึ้นมาให้เปลี่ยนเป็นไปซ่อมด้วยวิธีการ Full-depth Repair

<u>หมายเหตุ</u> หากไม่มีเครื่องมือตามที่กำหนด ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ในการใช้เครื่องจักรและเครื่องมือชนิดอื่นๆ ในการสกัดคอนกรีต ต้องไม่กระทบกับโครงสร้างของแผ่นพื้นคอนกรีต

ง) หลังจากสกัดคอนกรีตออกแล้ว ตรวจสอบพื้นคอนกรีตบริเวณที่จะซ่อมแซมอีกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่านำคอนกรีตที่เสียหายออกหมดแล้ว จากนั้นให้ทำสะอาดก่อนที่จะปะซ่อมด้วยคอนกรีตใหม่ โดยใช้เครื่องพ่นทราย (Sand Blast) หรืออาจใช้เครื่องพ่นน้ำแรงดันสูงที่ความดัน 100 - 200 Mpa.หรือ 14,500 – 29,500 psi และใช้ลมเป่าฝุ่นและผงทรายออก

รูปที่ 3.5.3 ทำความสะอาดด้วยเครื่องพ่นทราย (Sand Blast) และเครื่องเป่าลม

จ) ติดตั้งแบบเพื่อเป็นฉากกั้นแนวรอยต่อผิวคอนกรีต

- กรณีพื้นที่ซ่อมแซมอยู่ติดกับรอยต่อ (Joint) ให้ติดตั้งแบบเพื่อเป็นฉากกั้นแนวรอยต่อผิวคอนกรีต และควรติดตั้งให้ลึกกว่าคอนกรีตที่ถูกเลาะออก 1 นิ้ว หรือ 2.5 ซม. และยาวออกไปจากขอบเขตที่กำหนดตามข้อ 3.5.5.1 ข้างละ 3 นิ้ว หรือ 7.5 ซม. เพื่อป้องกันคอนกรีตที่จะนำมาใช้ซ่อมแซมไหลเข้าไปในรอยต่อ
- กรณีพื้นที่ซ่อมแซมไม่อยู่ติดกับรอยต่อ (Joint) ไม่ต้องติดตั้งแบบเพื่อเป็นฉากกั้นแนวรอยต่อ (Joint)

รูปที่ 3.5.4 ติดตั้งแบบเพื่อเป็นฉากกั้นแนวรอยต่อผิวคอนกรีต

ฉ) ก่อนทาน้ำยาประสานคอนกรีต (Bonding Agent) ควรตรวจสอบผิวหน้าคอนกรีตให้สะอาดและแห้ง ไม่มีฝุ่นและผงทรายตกค้างอยู่ แล้วจึงทาน้ำยาประสานคอนกรีต จากนั้นนำคอนกรีตเทลงแทนคอนกรีตที่ถูกเลาะออกก่อนที่น้ำยาประสานคอนกรีตจะเซ็ตตัว โดยให้พิจารณาจากข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

รูปที่ 3.5.5 ทาน้ำยาประสานคอนกรีต

3.5.5.2 การผสม การเท การแต่งผิวหน้า และการบ่มคอนกรีต

ก) ผสมคอนกรีตที่หน้างานในถาดผสมเล็กๆหรือ เครื่องผสมคอนกรีต เทคอนกรีตลงในพื้นที่ที่ซ่อมแซม จี้หรือกระทุ้งคอนกรีตสดให้แน่นเพื่อป้องกันการเกิดโพรงโดยเฉพาะบริเวณผิวหน้าสัมผัสของคอนกรีตเดิม ในการจี้หรือกระทุ้งให้ระวังการแยกตัวของส่วนผสมคอนกรีต

ข) แต่งผิวหน้าคอนกรีตให้ได้ระดับเดียวกับผิวหน้าคอนกรีตเดิม โดยใช้เกรียงปาดหน้าจากตรงกลางออกไปที่ขอบ เพื่อดันให้คอนกรีตออกไปหาผนังของคอนกรีตเดิม วิธีนี้จะช่วยให้ผิวหน้าเรียบและเพิ่มกำลังในการยึดเกาะกับคอนกรีตเดิม ไม่ควรปาดผิวหน้าจากขอบเข้าหาตรงกลางเพราะจะเป็นการดึงวัสดุในเนื้อคอนกรีตให้ห่างจากผนังคอนกรีตเดิม

ค) ใช้ Liquid-membrane-foaming Curing Compound กำหนดแรงดันในการฉีดให้เหมาะสมที่อัตรา 5 ตร.ม./ลิตร การบ่มเป็นเรื่องสำคัญมาก ในการเพิ่มความแข็งแรงของคอนกรีตเนื่องจากพื้นที่ที่ซ่อมแซมมีผิวหน้ามากเมื่อเทียบกับปริมาณของคอนกรีตที่ใช้ การบ่มจึงช่วยป้องกันการสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็วในคอนกรีต และควรมีเวลาในการบ่มคอนกรีตไว้ก่อนจะเปิดการจราจร เพื่อให้ได้ผลที่ดีควรคลุมกระสอบไว้บนผิวหน้าคอนกรีตที่ซ่อมแซม จนกว่ากำลังของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นตามที่ต้องการ

3.5.5.3 การยาแนวรอยต่อ (Joint Sealing)

ก) กรณีพื้นที่ซ่อมแซมอยู่ติดรอยต่อ (Joint) หลังจากคอนกรีตได้กำลังตามที่ต้องการ ให้นำแบบที่เป็นฉากกั้นแนวรอยต่อออก แล้วยาแนวรอยต่อตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

ข) กรณีพื้นที่ซ่อมแซมไม่อยู่ติดรอยต่อ (Joint) หากพื้นที่ซ่อมแซมไม่อยู่ติดรอยต่อ ไม่ต้องยาแนวรอยต่อ

3.5.6 ข้อแนะนำ

ก) การเปิดให้การจราจรผ่านพื้นที่ที่ซ่อมแซม ต้องแน่ใจว่าคอนกรีตที่ซ่อมแซมมีกำลังรับน้ำหนักได้อย่างน้อยตามที่ต้องการ

ข) หลังจากทาน้ำยาประสานคอนกรีตแล้ว อย่าทิ้งระยะเวลาการเทคอนกรีต นานเกินกำหนด

ค) ต้องเริ่มบ่มคอนกรีตตามเวลาที่กำหนดจากผู้ผลิต

3.6 วิธีการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)

3.6.1 ความหมาย

การอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต หมายถึง การอุดซ่อมโพรงช่องว่างที่เกิดขึ้นใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต โดยวิธีการเจาะรูแผ่นพื้นถนนคอนกรีตบริเวณที่มีโพรงอยู่ข้างใต้จนทะลุแผ่นพื้น แล้วอัดฉีดด้วยวัสดุประเภท Slurry Cement Mortar หรือวัสดุอื่นใด ตามรูปแบบและข้อกำหนด โดยใช้แรงดันเพื่อเติมวัสดุดังกล่าวข้างต้นให้เต็มปริมาตรโพรงช่องว่างที่เกิดขึ้น

3.6.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่ออุดโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต ที่มีผลความเสียหายจากการกัดเซาะเนื่องจาก การ Pumping หรือการทรุดตัวของโครงสร้างถนน

ข) เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้แก่แผ่นพื้นคอนกรีต

3.6.3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติวัสดุไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้งานควรเป็นประเภท Slurry Cement Mortar ซึ่งเป็นวัสดุผสมประกอบขึ้นด้วยวัสดุที่จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

3.6.3.1 วัสดุมวลรวม

วัสดุมวลรวมต้องเป็นวัสดุมวลรวมละเอียด ได้แก่ ทรายละเอียดที่แข็ง คงทน สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอันไม่พึงประสงค์ใดๆปะปนอยู่ ซึ่งอาจทำให้คุณภาพส่วนผสมด้อยลงไป เป็นผลให้ไม่ได้คุณสมบัติตามข้อกำหนดของ Slurry Cement Mortar

3.6.3.2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือประเภท 3 หรืออาจเป็นปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

3.6.3.3 สารปอซโซลาน (Pozzolanic Material)

สารปอซโซลานที่ใช้อาจเป็นเถ้าลอยจากถ่านหิน (Coal Fly Ash) หรือแคลซายด์ปอซโซลานธรรมชาติ (Calcined Natural Pozzolan)

3.6.3.4 น้ำ

น้ำที่จะนำมาใช้ผสมจะต้องสะอาด ปราศจากสารต่างๆ เช่น เกลือ น้ำมัน กรด ด่าง และอินทรียวัตถุหรือสารอื่นใดในปริมาณที่ทำให้คุณภาพส่วนผสมด้อยลงไป

3.6.3.5 สารผสมเพิ่ม

ในกรณีที่ต้องการใช้สารผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงคุณภาพส่วนผสมนั้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

3.6.3.6 คุณสมบัติของ Slurry Cement Mortar จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ก) เมื่ออยู่ในสภาพข้นเหลว ต้องไม่เกิดการแยกตัวหรือตกตะกอน ไม่เกิดน้ำไหลเยิ้ม ต้องมีสภาพไหลลื่นได้ดี สามารถไหลเข้าอุดโพรงได้อย่างทั่วถึง

ข) เมื่อแข็งตัว ต้องไม่เกิดการหดตัว และมีค่าความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 5.19 เมกะพาสคัล (750 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 52.75 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อายุครบ 7 วัน หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

หมายเหตุ อัตราการใช้วัสดุผสมให้เป็นตามรายการแบบส่วนผสมที่ผ่านการพิจารณาทดสอบแล้ว โดยให้ผสมวัสดุแบบวิธีการผสมแห้งก่อน เพื่อให้วัสดุคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ก่อนจะเติมน้ำซึ่งเป็นการผสมเปียกต่อไป

3.6.4. **เครื่องจักร และ เครื่องมือ**

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องมือสำหรับอุดซ่อมโพรง ได้แก่ เครื่องเจาะรู (Coring Machine), เครื่องผสม (Mixer), เครื่องอัดฉีดส่วนผสม (Injection Machine), รถบรรทุกน้ำ (Water Truck) เป็นต้น

ข) เครื่องมือสำหรับทำความสะอาด ได้แก่ เครื่องเป่าลม (Air Compressor) เป็นต้น

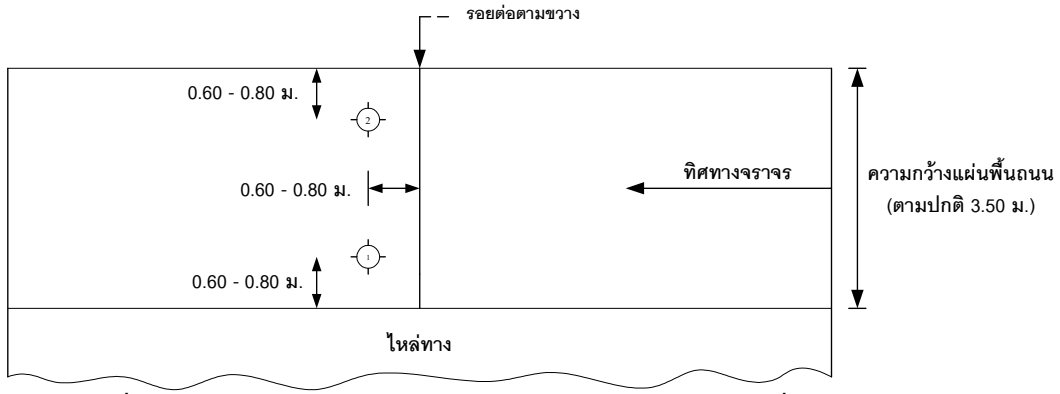
ค) เครื่องมือทดสอบการไหล (แบบ Flow Cone)

ง) เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ

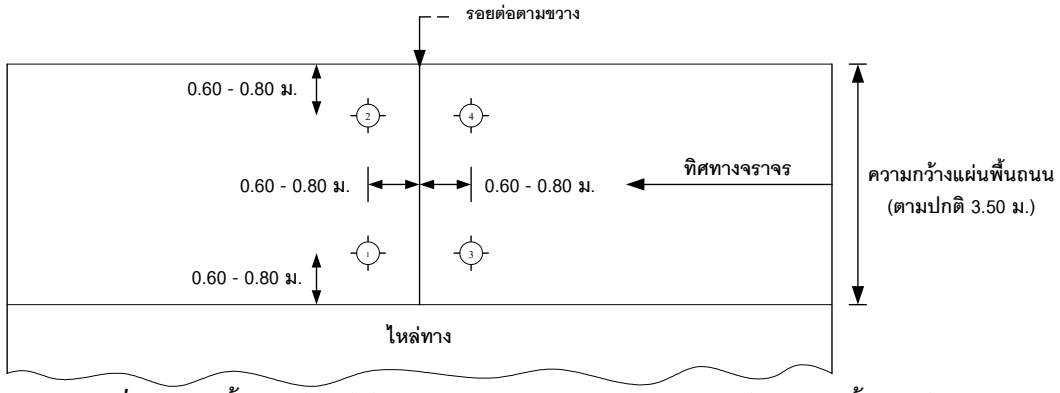
3.6.5. **วิธีการอุดซ่อมโพรง**

3.6.5.1 การเตรียมพื้นที่สำหรับซ่อมแซม

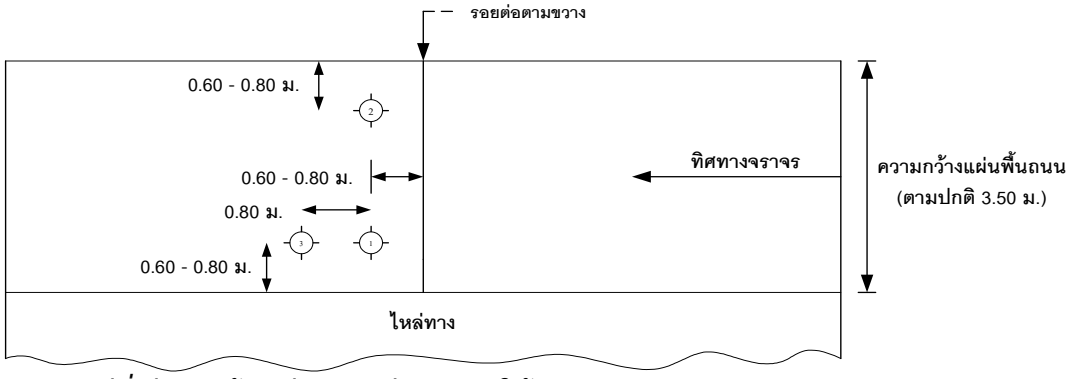
ก) กำหนดตำแหน่งรูเจาะ ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับสภาพในสนามเป็นเกณฑ์โดยพิจารณาบริเวณพื้นที่ที่เกิด Pumping action ส่วนการกำหนดระยะห่างของรูเจาะและจำนวนรูเจาะนั้น ให้พิจารณาถึงประสิทธิภาพในการอัดฉีดส่วนผสมเข้าไปได้เต็มช่องว่างของโพรงใต้แผ่นพื้น



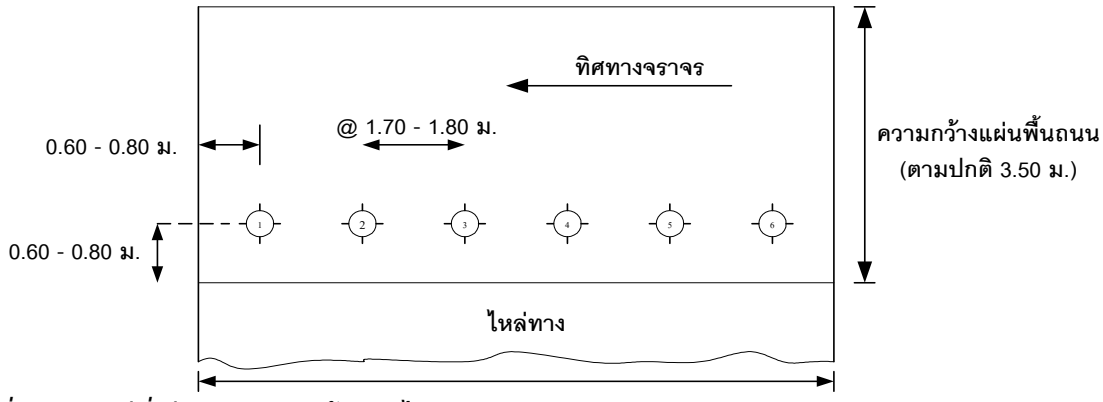
รูปที่ 3.6.1 กรณีที่เสียหายด้านเดียว ให้เจาะ 2 รู บริเวณรอยต่อตามขวางด้านที่เสียหาย



รูปที่ 3.6.2 กรณีที่เสียหายทั้งสองด้าน ให้เจาะ 4 รู บริเวณรอยต่อตามขวาง โดยเจาะทั้งสองข้าง ๆ ละ 2 รู



รูปที่ 3.6.3 กรณีที่เสียหายด้านเดียว และมีรอยแตก ให้เจาะ 3 รู บริเวณรอยต่อตามขวาง



รูปที่ 3.6.4 กรณีที่เสียหายบริเวณด้านติดไหล่ทางตามแนวยาว

หมายเหตุ รูปที่ 3.6.1 ถึง 3.6.4 เป็นรูปแนะนำเพื่อเป็นแนวทางในการเจาะรูแผ่นพื้นคอนกรีตเท่านั้น

ข) ในการเจาะรูจะต้องเจาะในแนวดิ่งหรือตั้งฉากกับแผ่นพื้นถนนคอนกรีต โดยทำการเจาะทะลุชั้นแผ่นพื้นคอนกรีต การเจาะรูต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ป้องกันมิให้เกิดการแตกร้าว การกะเทาะ หรือการหลุดออกของคอนกรีตบริเวณขอบรูเจาะ อีกทั้งจำนวนรูที่เจาะจะต้องสามารถทำการอุดซ่อมให้แล้วเสร็จในแต่ละวันได้โดยเร็ว

รูปที่ 3.6.5 เจาะรูแผ่นพื้นคอนกรีต

ค) ทำการผสมวัสดุอุดซ่อมตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ในรายการแบบส่วนผสม ต้องทำการผสมให้วัสดุทุกชนิดผสมเข้ากันได้ดี ระยะเวลาในการผสมและระยะเวลาในการใช้ส่วนผสมให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่จะระบุไว้ตามแต่ละกรณีตามข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์และเวลาดำเนินการ

รูปที่ 3.6.6 ผสมวัสดุอุดซ่อมตามสัดส่วนที่กำหนด

3.6.5.2 การอุดซ่อม

ก) ติดตั้งหัวอัดฉีดลงบนรูที่เจาะไว้ ในกรณีที่พบว่าชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีตแห้งให้ทำการอัดฉีดน้ำปริมาณเล็กน้อยลงไปก่อนเพื่อเพิ่มความสามารถในการไหลของส่วนผสม และทำให้ส่วนผสมเข้าอุดช่องว่างในโพรงได้ดียิ่งขึ้น

ข) ถ่ายส่วนผสมจากเครื่องผสมลงสู่ถังบรรจุส่วนผสมของเครื่องอัดฉีดส่วนผสมในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

ค) ติดตั้งหัวอัดฉีดลงบนรูที่เจาะไว้ให้แน่น โดยทำให้ปลอกยาง (Expanding Rubber Packer) ตรงบริเวณปลายหัวอัดฉีดขยายตัวอุดรูให้แน่น เพื่อป้องกันส่วนผสมไหลล้นย้อนคืนกลับบนรูเจาะในขณะที่กำลังทำการอัดฉีดอยู่

ง) ทำการอัดฉีดส่วนผสม โดยใช้แรงดันเริ่มต้นประมาณ 0.28–0.52 เมกะพาสคัล (40 –75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 2.81–5.27 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2.76–5.17 Bar.) เข้าไปในโพรงช่องว่างใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีตจนกว่าจะเต็ม หรือไหลล้นออกที่รูเจาะข้างเคียงหรือรอยต่อ ในกรณีที่ปรากฏว่าส่วนผสมไม่มีการไหลล้น ให้พิจารณาเพิ่มแรงดันขึ้นถึง 1.38 เมกะพาสคัล (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 14.07 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 13.79 Bar.) หรือพบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตมีการยกตัวอย่างเด่นชัดจนเสียระดับ ให้หยุดทำการอัดฉีดส่วนผสมในรูเจาะนั้นทันที แล้วทำการอัดฉีดรูเจาะถัดไปโดยวิธีเดียวกัน

รูปที่ 3.6.7 อัดฉีดส่วนผสม

จ) เมื่อทำการอัดฉีดในแต่ละรูจนเต็มแล้ว ให้เอาหัวอัดฉีดออกจากรูแล้วปิดด้วยจุกแทน ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ถอดจุกออกและตรวจสอบรู ถ้ายังปรากฏว่ามีโพรงช่องว่างอีกให้ทำ

การอัดฉีดซ้ำให้เต็ม แล้วปิดด้วยจุกทิ้งไว้ 3-6 ชั่วโมง ถอดจุกออกแล้วตกแต่งรูเจาะด้วยวัสดุ Cement Mortar ชนิด Fast Setting Cement แบบไม่หดตัว

ฉ) ภายหลังการอุดซ่อมรูเจาะด้วย Cement Mortar แล้ว ให้ปิดการจราจรอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

3.6.6 **ข้อแนะนำ**

ก) ในการซ่อม มีการกำหนดแผนงานอย่างชัดเจน สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง หากเกิดปัญหาอุปสรรคต้องมีแผนงานรองรับการแก้ไขปัญหา ทั้งนี้ให้คำนึงถึงการอำนวยการจราจรขณะทำงานและหลังการทำงานประจำวัน โดยไม่กระทบต่อคุณภาพของงานซ่อม

ข) ภายหลังการซ่อมอุดโพรงใต้แผ่นพื้น หากไม่ได้ทำการ Overlay ทับหน้าผิวคอนกรีต ควรทำการซ่อมอุดรอยต่อ รอยแตก และปรับซ่อมผิวไหล่ทางด้วย เพื่อป้องกันการเกิด Pumping Action อีกในภายหลัง

ค) เพื่อให้การบำรุงถนนคอนกรีตด้วยวิธีนี้มีผลดี ควรทำควบคู่ไปกับการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)

ง) การอัดฉีดน้ำตามข้อ 3.6.5.2 ก) ไม่ควรใช้ความดันน้ำมากจนวัสดุโครงสร้างทางหลุดออกเป็นโพรงใหญ่ขึ้น

จ) การอัดฉีดส่วนผสมควรมีการเฝ้าสังเกตการณ์และควบคุมอย่างใกล้ชิด รวมถึงให้มีการตรวจสอบผลการอัดฉีดเป็นระยะๆ เพื่อให้แน่ใจว่าส่วนผสมไหลเข้าไปตามโพรงที่ต้องการ

ฉ) การวัดปริมาณ Slurry Cement Mortar ที่ใช้ ควรวัดจากหน้างานจริง

3.7 วิธีการซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair)

3.7.1 ความหมาย

การซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตแบบตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair) หมายถึง การรื้อแผ่นพื้นคอนกรีตในส่วนที่ชำรุดออก โดยพื้นที่ของแผ่นพื้นคอนกรีตที่จะรื้อออกต้องให้เป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้หรือที่วิศวกรเป็นผู้กำหนดให้ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขชั้นทางใต้แผ่นพื้นให้มีความมั่นคงแข็งแรงก่อนที่จะเทแผ่นพื้นคอนกรีตใหม่ลงไปแทนที่ เนื่องจากการเปลี่ยนซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตแบบ Full-depth Repair นั้นได้ทำการรื้อคอนกรีตส่วนที่เสียหายออกและทำการเปลี่ยนแผ่นพื้นคอนกรีตใหม่ตลอดความลึกของแผ่นพื้นคอนกรีต ดังนั้นการซ่อมแซมด้วยวิธีนี้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับแผ่นพื้นคอนกรีตได้อย่างหลากหลาย ซึ่งครอบคลุมถึงงานซ่อมบำรุงถนนคอนกรีต โดยใช้ในการเปลี่ยนซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตที่มีความเสียหายที่เด่นชัดและมีปริมาณความเสียหายมากเกินกว่าจะใช้วิธีการซ่อมแบบอื่น ๆ ได้อีกต่อไป เช่น การเกิดรอยแตกร้าวแบบ Structural Crack หลายรอยในแผ่นเดียวกันและแผ่นพื้นคอนกรีตสูญเสียระดับและความลาดเนื่องจากการทรุดตัวหรือโก่งตัวของแผ่นพื้นคอนกรีต

3.7.2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อก่อสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตใหม่ให้สามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติ

ข) เพื่อป้องกันความเสียหายไม่ให้เกิดมากขึ้นกว่าเดิม

ค) เพื่อเป็นชั้นพื้นทางสำหรับการ Overlay

3.7.3 วัสดุ

3.7.3.1 วัสดุคอนกรีต

คอนกรีตทำหน้าที่เป็นวัสดุที่ใช้ในการเปลี่ยนซ่อมคอนกรีตแบบ Full-depth Repair โดยส่วนผสมคอนกรีตประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ น้ำ สารผสมเพิ่ม มวลรวมละเอียด และมวลรวมหยาบ ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนด มาตรฐาน ทล.-ม. 329/2544 “มาตรฐานการเปลี่ยนซ่อมแผ่นคอนกรีตแบบ Full-Depth Repair”

3.7.3.2 เหล็กเสริม

เหล็กเสริมซึ่งใช้ในการเปลี่ยนซ่อมคอนกรีตแบบ Full-depth Repair นั้น ประกอบด้วย ตะแกรงลวดเหล็ก เหล็กเดือย เหล็กยึด ซึ่งหน้าที่และคุณสมบัติของเหล็กเสริมแต่ละประเภท มีดังต่อไปนี้

ก) ตะแกรงลวดเหล็ก ทำหน้าที่ป้องกันการแตกตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของคอนกรีต โดยตะแกรงลวดเหล็ก อาจเป็นตะแกรงลวดเหล็กกล้า หรือตะแกรงเหล็กเส้นก็ได้

ข) เหล็กยึด ทำหน้าที่ป้องกันการขยับตัวทางด้านข้างของแผ่นพื้นคอนกรีตไม่ให้แยกตัวออกจากกัน โดยใส่ตามแนวรอยต่อตามยาว (Longitudinal Joint)

ค) เหล็กเดือย ทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนัก (Transfer Load) ระหว่างแผ่นพื้นคอนกรีตในแนวรอยต่อตามขวาง (Traverse Joint) และรับแรงกระแทก (Impact) โดยใส่ตามแนวรอยต่อตามขวาง (Traverse Joint) Expansion Joint และ Construction Joint

3.7.3.3 วัสดุสำหรับใส่รอยต่อ

วัสดุสำหรับใส่รอยต่อหน้าที่ป้องกันไม่ให้น้ำซึมลงไปตามรอยต่อเผื่อขยาย ลงไปสู่ชั้นโครงสร้างด้านล่างอันจะทำให้ความเสียหายเพิ่มมากขึ้น โดยวัสดุสำหรับใส่รอยต่อประกอบด้วย วัสดุอุดรอยต่อคอนกรีต (Joint Filler) วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer) และวัสดุยารอยต่อ (Joint Sealer)

3.7.3.4 วัสดุสำหรับการบ่มคอนกรีต

วัสดุที่ใช้ในการบ่มคอนกรีต ทำให้คอนกรีตปฏิกิริยา Hydration ที่สมบูรณ์ และยังช่วยป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกิดรอยแตก เนื่องจากสูญเสียน้ำเร็วเกินไป โดยวัสดุที่ใช้คลุมในการบ่มคอนกรีต ได้แก่ กระสอบ และสารเหลวบ่มคอนกรีต เป็นต้น

3.7.3.5 วัสดุจำเป็นอื่นๆ ได้แก่ ปลอกเหล็กเดือย สารยึดอีพ็อกซีเรซินสำหรับคอนกรีต เป็นต้น

3.7.4 **เครื่องจักร และ เครื่องมือ**

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับการรื้อแผ่นพื้นคอนกรีตเดิมออก ได้แก่ เครื่องตัดแผ่นพื้นคอนกรีต (Concrete Sawing Machine), เครื่องจักรขุดตัก (Excavator) เป็นต้น

ข) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับการเตรียมพื้นที่ในการเปลี่ยนแผ่นพื้นคอนกรีต ได้แก่ เครื่องจักรบดอัด, เครื่องเจาะรูคอนกรีตเพื่อติดตั้งเหล็กเดือยและเหล็กยึด เป็นต้น

ค) เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับการเทคอนกรีต ได้แก่ เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer), แบบหล่อคอนกรีต เครื่องเขย่าคอนกรีต (Vibrator), เครื่องมือปรับแต่งความเรียบผิวหน้า (Finishing Devices) เป็นต้น

ง) เครื่องจักรและเครื่องมือในการทำรอยต่อ ได้แก่ เครื่องสกัดขยายรอยแตก, ใบมีดขุดรอยต่อ, เครื่องเป่าลม, เครื่องทำความสะอาดผิวด้วยทราย, เครื่องทำความสะอาดด้วยแรงดันน้ำ, เครื่องเผารอยต่อเดิมแบบเปลวเพลิงและเตาฟู่, ถังต้มวัสดุยาแนวรอยต่อ, เครื่องหยอดวัสดุยาแนวรอยต่อ เป็นต้น

3.7.5 วิธีการซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตแบบ Full-depth Repair

3.7.5.1 การกำหนดพื้นที่ความเสียหายที่จะทำการซ่อม

การกำหนดพื้นที่ที่จะทำการซ่อม ให้นายช่างผู้ควบคุมงานทำเครื่องหมายแสดงขอบเขตไว้บนผิวคอนกรีตให้ชัดเจนก่อนลงมือทำการซ่อม โดยพื้นที่ที่ต้องรื้อออกนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเสียหายที่ปรากฏ โดยมีหลักเกณฑ์พิจารณาดังนี้

ก) พื้นที่ที่จะทำการซ่อม จะต้องเป็นดังนี้

-ต้องซ่อมเต็มความกว้างของแผ่นพื้นคอนกรีตเดิม

-ต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีความยาวเปลี่ยนแปลงตามความเสียหาย แต่ต้องยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร

-แนวของรอยตัดซ่อมตามขวางจะต้องขนานกับแนวรอยต่อตามขวาง

-แนวของรอยตัดซ่อมตามขวางจะต้องห่างจากรอยแตกที่เสียหายไม่น้อยกว่า 0.3 เมตร

ข.) กรณีที่แนวตัดซ่อมตามขวางของพื้นที่ที่จะทำการซ่อมที่อยู่ใกล้กัน มีระยะห่างกันน้อยกว่า 2 เมตร ให้รวมเป็นพื้นที่เดียวกัน

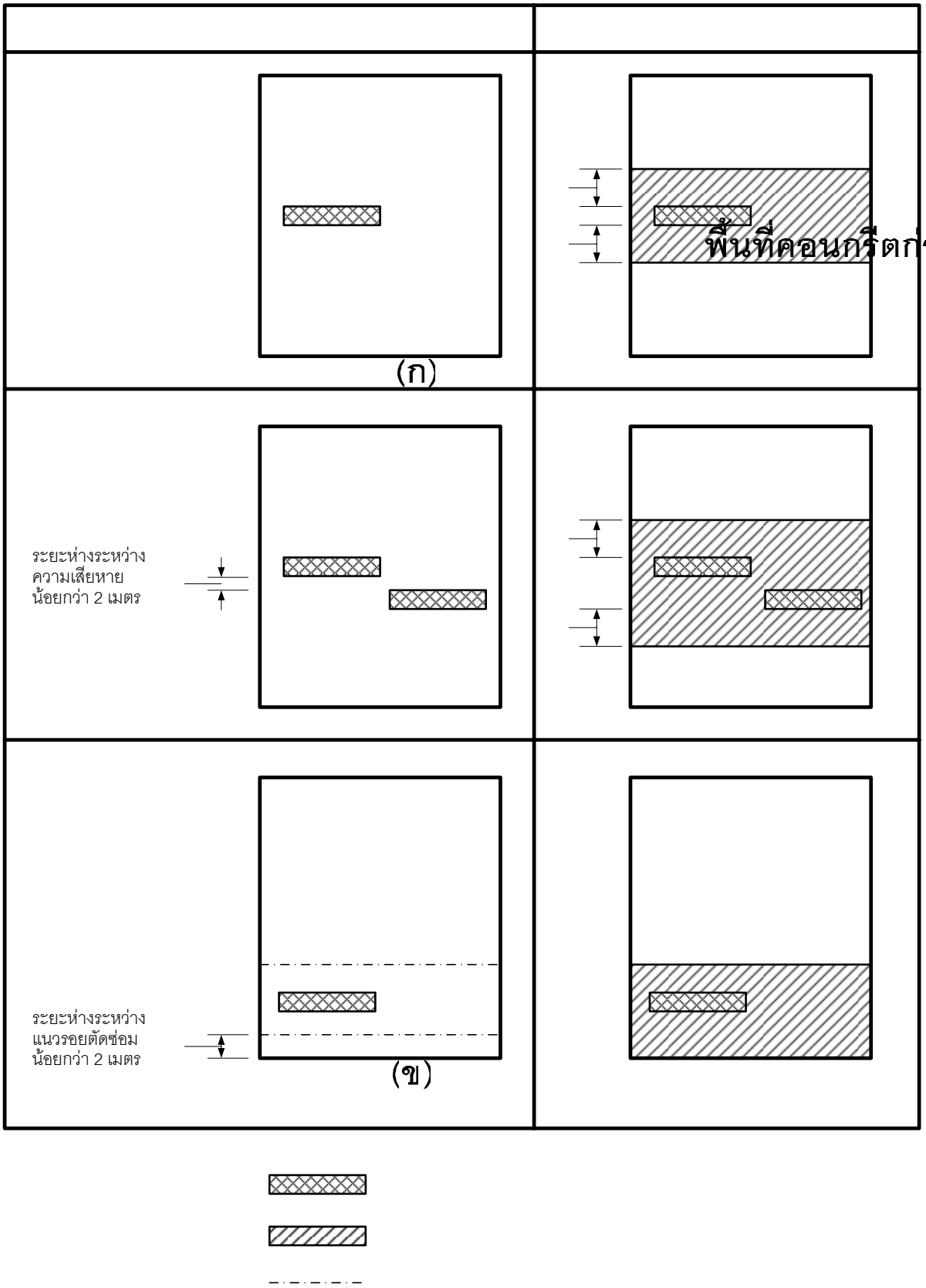
ค.) กรณีที่แนวตัดซ่อมตามขวางของพื้นที่ที่จะทำการซ่อม มีระยะห่างจากรอยต่อตามขวางน้อยกว่า 2 เมตร ให้ขยายความยาวโดยให้แนวตัดซ่อมตามขวางตรงกับรอยต่อตามขวางนั้นๆ

3.7.5.2 การรื้อคอนกรีตออก

ก) การแยกพื้นที่ที่จะซ่อม ให้ตัดคอนกรีตโดยรอบพื้นที่ที่จะทำการซ่อมโดยใช้เครื่องตัดแผ่นพื้นคอนกรีต ในการตัดคอนกรีตจะต้องตัดให้ขาดตลอดความหนาของแผ่นพื้นคอนกรีต รวมทั้งตัดเหล็กเดือยและเหล็กยึดให้ขาดจากกัน เพื่อให้เป็นอิสระจากแผ่นพื้นข้างเคียง ทั้งนี้ให้พิจารณาถึงเหตุประกอบดังนี้

- ถ้าแผ่นพื้นคอนกรีตข้างเคียงด้านรอยต่อตามยาวอยู่ในสภาพดี และสามารถใช้เป็นแบบข้างในการเทและปาดแต่งหน้าคอนกรีตได้ ให้ใช้แนวรอยต่อเป็นแนวการตัดได้
- สำหรับรอยต่อตามยาวให้ตรวจสอบทิศทาง Shear Key ก่อน ถ้าพบว่า Shear Key ของแผ่นพื้นคอนกรีตข้างเคียงยื่นเข้ามาในพื้นที่ที่จะทำการซ่อม ให้ร่นระยะแนวรอยตัดจากรอยต่อตามยาวเข้ามาในพื้นที่ที่จะทำการซ่อมประมาณ 50 มิลลิเมตร เพื่อรักษา Shear Key ไว้

ข.) ถ้าแผ่นคอนกรีตข้างเคียงด้านรอยต่อตามยาวมีสภาพความเสียหายมากจนไม่สามารถใช้เป็นแบบข้างในการเทคอนกรีตได้ ให้กำหนดแนวรอยตัดล้ำเข้าไปในแผ่นพื้นคอนกรีตข้างเคียงนั้นประมาณ 0.5 เมตร เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเข้าแบบข้าง



รูปที่ 3.7.1 การกำหนดพื้นที่ของคอนกรีตที่ต้องรื้อออก

รูปที่ 3.7.2 แยกพื้นที่ที่จะทำการซ่อมแซมด้วยวิธีการใช้เลื่อยตัดคอนกรีต

ค.) สำหรับด้านที่ติดกับไหล่ทาง ถ้าไหล่ทางยังคงสภาพดีให้กำหนดแนวการตัดตามรอยต่อระหว่างไหล่ทางกับผิวคอนกรีต ถ้าไหล่ทางเสียหายจนไม่สามารถใช้เป็นแบบข้างได้ ให้กำหนดแนวการตัดล้ำเข้าไปในไหล่ทางประมาณ 0.5 เมตร เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเข้าแบบข้าง

ง) การเอาคอนกรีตในพื้นที่ที่จะทำการซ่อมออกจากพื้นที่ อาจทำได้โดยวิธีการทุบให้แตกแล้วรื้อออก (Breakup and Clean-out Method) หรือวิธีการยกแผ่นพื้นคอนกรีตออก (Lift-out Method) ก็ได้ ทั้งนี้วิธีการดังกล่าวจะต้องไม่ทำให้กระทบกระเทือนเสียหายต่อแผ่นพื้นคอนกรีตข้างเคียง

รูปที่ 3.7.3 นำแผ่นพื้นคอนกรีตออกโดยวิธีทุบให้แตกหรือวิธียกออก

3.7.5.3 การปรับปรุงชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีต

ก) ภายหลังจากรื้อเอาคอนกรีตเดิมออกไปแล้ว ต้องทำการปรับปรุงชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีตให้มีสภาพดี โดยให้พิจารณาความเสียหายที่ปรากฏจริงในสนาม ให้ขุดรื้อวัสดุที่

ไม่เหมาะสมออกทิ้งไปและเติมวัสดุชั้นทางเข้าไปใหม่ พร้อมทั้งบดอัดแน่นเป็นชั้น ๆ ตามรูปแบบของโครงสร้างชั้นทางเดิม การบดอัดโครงสร้างชั้นทางเดิมได้

ข) ถ้ามีน้ำขังจะต้องสูบน้ำออกให้หมดก่อน หรือในกรณีที่มีความเร่งด่วนในการเปิดการจราจรสามารถกำหนดให้ใช้ Lean Concrete หรือคอนกรีตมวลเบา เป็นชั้นรองแผ่นพื้นคอนกรีตได้ อัตราส่วนผสมให้ใช้ปูนซีเมนต์ประเภท 1 ไม่น้อยกว่า 150 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยใช้สารเคมีผสมเพิ่มเพื่อให้แข็งตัวภายใน 2-3 ชั่วโมง ความหนาต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.7.4 บดอัดพื้นที่ก่อนที่จะทำการซ่อมแซม

3.7.5.4 การติดตั้ง เหล็กเดือย และเหล็กยึด

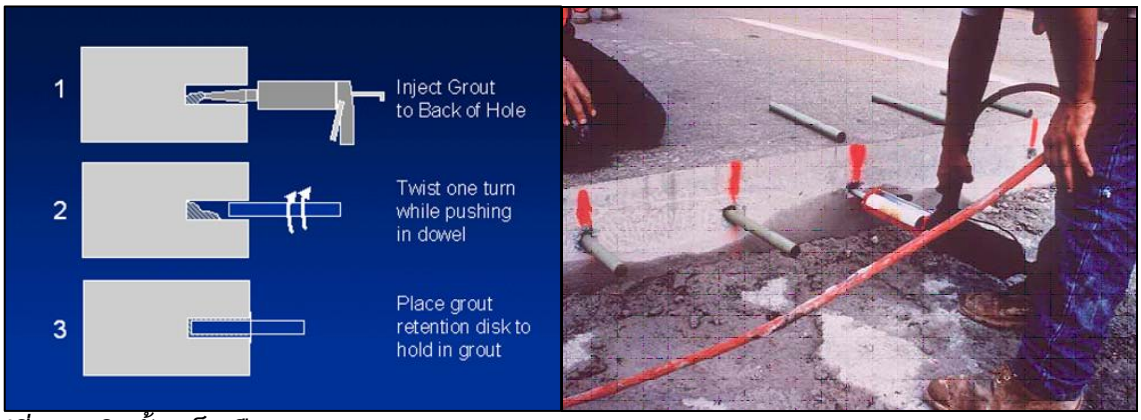
ก) ทำการเจาะรูสำหรับฝังเหล็กเดือยและเหล็กยึด กับแผ่นพื้นคอนกรีตเดิมที่อยู่ตรงตำแหน่งที่กำหนด ให้ฝังเหล็กเดือยและเหล็กยึดให้ได้ขนาดและแนวระดับตามรูปแบบกำหนดด้วยเครื่องเจาะรู

ข) ใช้เครื่องเป่าลม ทำความสะอาดรูเจาะ แล้วทำการฉีดสารยึดอีพ๊อกซีเรซินสำหรับคอนกรีตทุกรูสำหรับเหล็กยึดและเหล็กเดือย

ค) ในรอยต่อเผื่อขยาย (Expansion Joint) จะต้องติดตั้งปลอกเหล็กเดือย โดยต้องรักษาระยะห่างระหว่างปลอกเหล็กเดือยกับเหล็กเดือยให้ได้ตามแบบ และการป้องกันไม่ให้น้ำปูนไหลเข้าไปในปลอกเหล็กเดือย ให้ใช้แหวนยาง กระดาษกาว หรือวัสดุอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว พันหุ้มเหล็กเดือยตรงบริเวณปากปลอกเหล็กเดือยไว้

ง) วางเหล็กเดือย โดยก่อนนำเหล็กเดือยมาใช้งาน ต้องทาครึ่งหนึ่งของความยาวเหล็กเดือยด้วยยางแอสฟัลต์หนึ่งชั้น แล้วทาทับด้วยจารบีอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตยึด

หน่วงปลายเหล็กเดือยนั้น ซึ่งส่วนของเหล็กเดือยที่ไม่เกิดแรงยึดหน่วงกับคอนกรีตนี้เรียกว่า Free End ส่วนอีกครึ่งหนึ่งของเหล็กเดือยเรียกว่า Fixed End ในแผ่นพื้นคอนกรีตแผ่นเดียวกันให้วางเหล็กเดือยโดยให้ด้านหนึ่งของแผ่นพื้นเป็น Free End และปลายอีกด้านหนึ่งเป็น Fixed End เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นพื้นคอนกรีตเกิดรอยแตกเนื่องจากการขยายตัวของคอนกรีต



รูปที่ 3.7.5 ติดตั้งเหล็กเดือย

3.7.5.5 การเทคอนกรีต การตบแต่งผิวหน้า และการบ่มคอนกรีต

ก) เทคอนกรีตและตบแต่งผิวหน้า ให้แล้วเสร็จอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันความเสียหายและหลีกเลี่ยงปัญหาจากฝนตกและปัญหาการจราจร โดยจะต้องมีผู้ควบคุมงานควบคุมการปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด จนกว่าจะสิ้นสุดการเทคอนกรีต และการตบแต่งผิวหน้า

ข) ภายหลังจากการกวาดและแต่งผิวหน้าเสร็จแล้ว ให้รีบบ่มคอนกรีตทันที การบ่มจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและใช้เวลาบ่มอย่างน้อย 72 ชั่วโมง หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

ค) ในกรณีเทคอนกรีตที่มีแผ่นพื้นคอนกรีตมากกว่า 1 แผง ให้ตัดรอยต่อตามขวางตามรูปแบบภายใน 3-6 ชั่วโมง

รูปที่ 3.7.6 เทคอนกรีตลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้

3.7.5.6 การอุดวัสดุยารอยต่อ

ให้ดำเนินการตามขั้นตอนวิธีการอุดรอยแตก

3.7.6 ข้อแนะนำ

ก) ต้องทำการตัดขอบของพื้นที่ที่จะซ่อมแซมให้ขาดออกจากการต่อยึดกันโดยเนื้อคอนกรีต, เดือยเหล็ก, เหล็กยึด และเหล็กตะแกรง ก่อนทำการทุบคอนกรีตที่ต้องการเอาออก

ข) ในการทุบคอนกรีต ให้ระมัดระวังที่จะทำความเสียหายต่อแผ่นพื้นข้างเคียง

ค) การซ่อมปรับปรุงชั้นทางด้านล่าง ต้องแก้ไขให้ถึงชั้นทางที่อ่อนตัวด้วย

ง) การบดทับชั้นทางด้านล่าง ให้ทำการก่อสร้างขึ้นมาเป็นชั้นๆตามโครงสร้างชั้นทางเดิม และให้มีความหนาแน่นสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนด

บรรณานุกรม

กรมทางหลวง. 2544. **คู่มือการปฏิบัติงานบำรุงปกติ งานซ่อมทางผิวแอสฟัลท์**.

กรมทางหลวง. **มาตรฐาน ข้อกำหนดและวิธีการทดลอง เพิ่มเติมและปรับปรุงปี พ.ศ**. 2542-2546. สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ, กรมทางหลวง, กรุงเทพฯ.

กรมทางหลวง. **มาตรฐานงานทาง**. สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง, กรุงเทพฯ.

กรมทางหลวง. 2547. **The Implementation of Department of Highways' Human Resources Development Master Plan ชุดฝึกอบรมหมวดวิศวกรรมชุดที่2**. กองฝึกอบรม, กรมทางหลวง , กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2541. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วัสดุยารอยต่อคอนกรีตชนิดเทร้อน (Concrete Joint Sealer, Hot-Pored Elastic Type)**. มอก.479-2541.

เหม โง้วศิริ, กีรติ ขยันการนาวี และ จีรกุล บุณคำ. 2543. **คู่มือการซ่อมบำรุงคอนกรีต**. สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง, กรุงเทพฯ.

Federal Highway Administration. 2003. **DISTRESS IDENTIFICATION MANUAL for the Long-Term Pavement Performance Program**. Publication no. FHWA-RD-03-031(June 2003).

Federal Highway Administration. 2005. Concrete pavement rehabilitation and preservation treatments: **Pavements**. Available Source: www.fhwa.dot.gov/pavement/pccp/pubs/06005/, April 19, 2006.

Federal Highway Administration. 2006. Full-Depth Repairs: **Pavements**. Available Source: http://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/full.cfm, April 19, 2006.

Federal Highway Administration. 2006. Full-Depth Repairs: **Pavements**. Available Source: http://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/repair.cfm, April 19, 2006.

National Research Council. 1993. **DISTRESS IDENTIFICATION MANUAL for the Long-Term Pavement Performance Project**: Strategic Highway Research Program. SHRP-P-338 (May 1993).

The Asphalt Institute. 1977. **ASPHALT IN PAVEMENT MAINTENANCE**. Manual Series No.16 (MS-16).

The Asphalt Institute. 1969. **ASPHALT SURFACE TREATMENTS and Penetration Macadam 2nd Edition**. Manual Series No.13 (MS-13).

The Asphalt Institute. 1979. **ASPHALT PLANT MANUAL**. Manual Series No.3 (MS-3).

The Asphalt Institute. 1997. **ASPHALT COLD MIX MANUAL 3rd Edition**. Manual Series No.14 (MS-14).

ภาคผนวก ก

วัสดุ เครื่องจักร&เครื่องมือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และ วิธีประเมินค่าใช้จ่าย ของงานซ่อมแซมถนนแอสฟัลต์

ตารางที่ 1.1 ขนาดคละของมวลรวม

ประเภทงานซ่อม	TYPE	ขนาดตะแกรง										
		มิลลิเมตร										
		25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
		นิ้ว										
		(1")	(3/4")	(1/2")	(3/8")	เบอร์ 4	เบอร์ 8	เบอร์ 16	เบอร์ 30	เบอร์ 50	เบอร์ 100	เบอร์ 200
หยอดรอยแตก	-	แนะนำใช้ทรายละเอียด ในกรณีรอยแตกกว้างเกินกว่า 3 มิลลิเมตร							100	*	*	*
Fog Seal	-	ไม่ใช้วัสดุมวลรวม										
Chip Seal	12.5 มม.	-	100	90-100	0-30	0-4	0-2	0-0.5	-	-	-	-
Slurry Seal	1					100	90-100	65-90	40-60	25-42	15-30	10-20
	2				100	90-100	65-90	45-70	30-50	18-30	10-21	5-15
	3				100	70-90	45-70	28-50	19-34	12-25	7-18	5-15
Skin Patching & Deep Patching – Cold Mix CMS	1	100	90-100	-	60-80	35-65	20-50	-	-	3-20	-	0-2
	2		100	90-100	-	45-70	25-50	-	-	5-20	-	0-2
	3			100	90-100	60-80	35-65	-	-	6 - 25	-	0-2
	4			100	85-100	-	0-10	-	-	0-5	-	0-2
Skin Patching & Deep Patching – Cold Mix MC	1	100	90-100	-	60–80	35–65	20–50	-	-	3-20	-	2-8
	2		100	90–100	-	45–70	25–55	-	-	5-20	-	2-9
	3			100	90-100	60-80	35-65	-	-	6-25	-	2-10
Skin Patching & Deep Patching – Hot Mix		ใช้วัสดุแบบเดียวกับ Asphalt Concrete Overlay										
Asphalt Concrete Overlay	Binder course	100	90-100	-	56-80	35-65	23-49	-	-	5-19	-	2-8
	Wearing 3/4"		100	80-100	-	44-74	28-58	-	-	5-21	-	2-10
	Wearing 1/2"			100	90-100	55-85	32-67	-	-	7-23	-	2-10

หมายเหตุ 1) Skin Patching และ Deep Patching ใช้วัสดุผิวทางแบบเดียวกัน

2) Asphalt Concrete Overlay Binder Course ใช้ปูส่วนผสมที่มีความหนา 4 - 8 ซม.

3) Asphalt Concrete Overlay Wearing Course 3/4" ใช้ปูส่วนผสมที่มีความหนา 4 - 7 ซม.

4) Asphalt Concrete Overlay Wearing Course 1/2" ใช้ปูส่วนผสมที่มีความหนา 2.5 - 3.5 ซม.

ตารางที่ 1.2 คุณสมบัติของมวลรวม

ประเภทงานซ่อม	TYPE	(1) ความสึกหรอ	(2) ความคงทน	(3) ความสะอาด	(4) ดัชนีความแบน	(5),(6) การหลุดลอก	(7) ร้อยละการแตก
หยอดรอยแตก	-	ไม่ได้ระบุคุณสมบัติ					
Fog Seal	-	ไม่ใช้วัสดุมวลรวม					
Chip Seal	12.5 มม.	< 35	< 5	-	< 35	< 20 (5)	> 75
Slurry Seal	1 2 3	< 35	-	> 50	-	-	-
Skin Patching & Deep Patching – Cold Mix CMS	1 2 3 4	< 40	< 9	> 50	-	-	> 75
Skin Patching & Deep Patching – Cold Mix MC	1 2 3	< 40	< 9	> 50	-	-	> 75
Skin Patching & Deep Patching – Hot Mix		ใช้วัสดุแบบเดียวกับ Asphalt Concrete Overlay					
Asphalt Concrete Overlay	Binder course Wearing 3/4" Wearing 1/2"	< 40	< 9	> 50	-	> 95 (6)	-

(1) ทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 202 " วิธีการทดลองหาความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion "

(2) ทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 213 "วิธีการทดลองหาค่าทดลองหาความคงทน (Soundness) ของมวลรวมโดยการใช้โซเดียมซัลเฟต หรือ แมกนีเซียมซัลเฟต"

(3) ทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 203 "วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent "

(4) ทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 210 " วิธีการทดลองหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) "

(5) ทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 605 " วิธีการทดลองการหลุดลอก (Stripping) โดยวิธี Plate Test "

(6) วิธีการทดลอง AASHTO T 182-84 "Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate Mixtures"

(7) ทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 212 " วิธีหาปริมาณร้อยละที่แตกของกรวดโม่ "

ตารางที่ 1.3 ปริมาณมวลรวมและแอสฟัลต์

ประเภทงานซ่อม		TYPE	ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ					
			มวลรวม		แอสฟัลต์ ที่อุณหภูมิ 15 °c			หมายเหตุ
					ชนิดของแอสฟัลต์			
			กก./ม.^{2}	ม.^{3}/ม.^{2}	คัตแบกแอสฟัลต์	แอสฟัลต์อิมัลชัน	แอสฟัลต์ซีเมนต์	
หยอดรอยแตก		-	แนะนำใช้ทรายละเอียด ในกรณีรอยแตกกว้างเกินกว่า 3 มิลลิเมตร		เลือกใช้ให้เหมาะสมกับรอยแตกที่ต้องการหยอด		-	-
Fog Seal		-	ไม่ใช้วัสดุมวลรวม		-	0.5-1.0 (ลิตร/ม.^{2})	-	ผสมน้ำ อัตราส่วน 1:1
Chip Seal		12.5 มม.	หินย่อยหรือกรวดย่อย		0.9-1.5 (ลิตร/ม.^{2})	1.1-1.9 (ลิตร/ม.^{2})	0.8-1.3 (ลิตร/ม.^{2})	-
			12.0-18.0	0.008-0.013				
Slurry Seal		1	3.0-5.5	-	-	*10.0-16.0 (1)	-	*ใช้ CSS-1 หรือ CSS-1h
		2	5.5-10.0	-	-	*7.5-13.5(1)	-	
		3	10.0-16.0	-	-	*6.5-12.0(1)	-	
Skin Patching & Deep Patching	Cold Mix CMS	1	ประมาณ 1.75-1.95 ตัน/ม^3(แน่น)		-	6.0-8.0(1)	-	
		2	ประมาณ 1.75-1.95 ตัน/ม^3(แน่น)		-	7.0-9.0(1)		
		3	ประมาณ 1.70-1.90 ตัน/ม^3(แน่น)		-	9.0-10.0(1)		
		4	ประมาณ 1.70-1.90 ตัน/ม^3(แน่น)		-	9.0-10.0(1)		
	Cold Mix MC	1	ประมาณ 1.75-1.95 ตัน/ม^3(แน่น)		*6.0-8.0(1)	-		*MC-250 **MC-800
			ประมาณ 1.80-2.00 ตัน/ม^3(แน่น)		**5.5-7.5(1)			
		2	ประมาณ 1.75-1.95 ตัน/ม^3(แน่น)		*7.0-9.0(1)	-		
			ประมาณ 1.75-1.95 ตัน/ม^3(แน่น)		**6.0-8.0(1)			
		3	ประมาณ 1.70-1.90 ตัน/ม^3(แน่น)		*8.0-10.0(1)	-		
			ประมาณ 1.75-1.95 ตัน/ม^3(แน่น)		**7.0-9.0(1)			
	Hot Mix		ใช้วัสดุแบบเดียวกับ Asphalt Concrete Overlay					
Asphalt Concrete Overlay		Binder course	ประมาณ 2.20-2.40 ตัน/ม^3(แน่น)		-	-	3.0-6.5	-
		Wearing 3/4"	ประมาณ 2.20-2.40 ตัน/ม^3(แน่น)		-	-	3.0-7.0	-
		Wearing 1/2"	ประมาณ 2.15-2.35 ตัน/ม^3(แน่น)		-	-	4.0-8.0	-

(1) ปริมาณเนื้อยางจริง (Residue) คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง

ตารางที่ 1.4 อุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ราด

ชนิดของแอสฟัลต์	ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ราด	
	^{o}C	^{o}F
AC 60 - 70	145 - 175	295 - 345
AC 70 - 80	140 - 175	285 - 345
AC 80 - 100	140 - 175	285 - 345
RC - 70	50 - 110	120 - 225
RC - 250	75 - 130	165 - 270
RC - 800	100 - 120	210 – 250
RC - 3000	120 - 160	250 - 310
MC - 30	30 - 90	85-190
MC - 70	50-110	120-225
CRS - 1	50 - 85	125 - 185
CRS - 2	50 - 85	125 – 185
CSS - 1	20-70	70 - 160
CSS - 1h	20-70	70-160

ตารางที่ 1.5 มาตรฐานงานทาง

ประเภทงานซ่อม	มาตรฐานงานทาง
อุดรอยแตก	ไม่มีมาตรฐานควบคุม
Fog Seal	ไม่มีมาตรฐานควบคุมแต่อาจใช้ มาตรฐานที่ ทล.-ม. 403/2531 "มาตรฐานการลาดแอสฟัลต์ Tack Coat" ในการอ้างอิง
Chip Seal	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 406/2531 "มาตรฐาน ผิวแบบซิพซีล (Chip Seal)"
Slurry Seal	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 405/2542 "มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal"
Skin Patching	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 451/2544 "มาตรฐานงานปะซ่อมผิวทางแอสฟัลต์ (Skin Patching)"
Deep Patching	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 452/2544 "มาตรฐานงานขุดซ่อมผิวทางแอสฟัลต์ (Deep Patching)"
Asphalt Concrete Overlay	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 408/2532 "มาตรฐานแอสฟัลต์ (Asphalt Concrete or Hot-Mix Asphalt)"

ตารางที่ 1.6 สรุปชุดเครื่องจักรและเครื่องมือ

วิธีการซ่อมแซม / เครื่องจักรและเครื่องมือ	อุดรอยแตก (Crack Filling)	ฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal)	ฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal)	ฉาบผิวทางแบบสเลอรีซีล (Slurry Seal)	ปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)	ขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)	เสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับ ตัดรอยต่อ สกัด ขุดรื้อ - เครื่องมือตัดรอยต่อ - เครื่องเจาะขุดผิวทางและชั้นทาง - เครื่องจักรขุดรื้อผิวทางและวัสดุชั้นทาง - เครื่องจักรขูดไส (Milling Machine)					√	√	√
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่ - เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) - เครื่องเป่าลม (Blower) - รถบรรทุกน้ำ - ไม้กวาด	√	√	√	√	√	√	√
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับผสมวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์ (Premix) - โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plant) - เครื่องผสมคอนกรีต ใช้ผสม Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) - เครื่องจักรใช้ในการผสมและก่อสร้าง Premix ชนิด Mix-Paver Travel Plant - เครื่อง Asphalt Recycle Machine					√	√	√

วิธีการซ่อมแซม / เครื่องจักรและเครื่องมือ	อุดรอยแตก (Crack Filling)	ฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal)	ฉาบผิวทางแบบซีพซีล (Chip Seal)	ฉาบผิวทางแบบสเลอรีซีล (Slurry Seal)	ปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)	ขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)	เสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับพ่นแอสฟัลต์ - เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor) - เตาต้มยางพร้อม Hand Spray	√	√	√		√	√	√
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับเคลือบผิวหรือล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย - เครื่องจักรทำความสะอาด เคลือบผิว (Pre Coat) หรือ ล้างหิน (Pre Wet)			√				
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับการโรยและเกลี่ยหินย่อยหรือกรวดย่อย - เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) - รถบรรทุกกระบะเทท้าย (Dump Truck) - เครื่องเกลี่ยหินชนิดลาก (Drag Broom) - พลั่ว			√				
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับปูส่วนผสม - เครื่องปู (Paver or Finisher) - รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader) - พลั่ว และคราด					√	√	√

วิธีการซ่อมแซม / เครื่องจักรและเครื่องมือ	อุดรอยแตก (Crack Filling)	ฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal)	ฉาบผิวทางแบบซิพซีล (Chip Seal)	ฉาบผิวทางแบบสเลอรีซีล (Slurry Seal)	ปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)	ขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)	เสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับผสมพร้อมกับฉาบส่วนผสม Slurry Seal - Slurry Seal Machine				√			
เครื่องมือ สำหรับฉาบส่วนผสม Slurry Seal - เครื่องฉาบด้วยมือ, กระสอบ, พลั่ว และคราด				√			
เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับบดทับ - รถบดล้อเหล็กไม่สั่นสะเทือน (Static Steel-wheeled Tandem Roller) 2 ล้อ - รถบดล้อเหล็กสั่นสะเทือน (Vibratory Roller) 2 ล้อ - รถบดล้อเหล็กขนาดเบา - รถบดสั่นสะเทือนขนาดเบา (Vibratory Roller) - รถบดล้อยาง (Pneumatic-Tired Roller) - เครื่องบดอัดแบบแผ่นสั่นสะเทือน (Vibratory Plate Compactor) หรือ Frog Jump - เครื่องมือกระทุ้ง (Hand Tamper)			√		√	√	√
เครื่องจักรและเครื่องมือประกอบ - รถตักวัสดุ (Loader), กรวยยาง, ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straight edge), การาดยาง (Asphalt Pouring Pot), พลั่ว, ไม้รีดยาง (Squeegee), คราด, อิเตอร์, เชือก, เครื่องเจาะก้อนตัวอย่าง (Core-drilling Machine)	√	√	√	√	√	√	√

เครื่องจักร (Machine) และเครื่องมือ (Tool)

1 เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับ ตัดรอยต่อ สกัด ขุดรื้อ

เครื่องมือตัดรอยต่อ

เครื่องเจาะขุดผิวทางและชั้นทาง

เครื่องจักรขุดรื้อผิวทางและวัสดุชั้นทาง

เครื่องจักรขูดไส (Milling Machine) สำหรับขูดไสถนนเอาส่วนที่เสียหายออก

2. เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับเตรียมและทำความสะอาดพื้นที่

เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) สำหรับทำความสะอาด กวาดฝุ่นในพื้นที่ที่กำหนด อาจเป็นแบบลาก แบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง หรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล

เครื่องเป่าลม (Blower) สำหรับเป่าฝุ่นเพื่อทำความสะอาดพื้นที่

เครื่องอัดลม (Air Compressor) .ใช้ประกอบกับก้านเป่าลมเพื่อทำความสะอาดพื้นที่

รถบรรทุกน้ำ (Water Truck) ใช้สำหรับล้างทำความสะอาดพื้นที่ในกรณีที่อาจมีคราบดินติดฝังแน่นบนผิวทาง

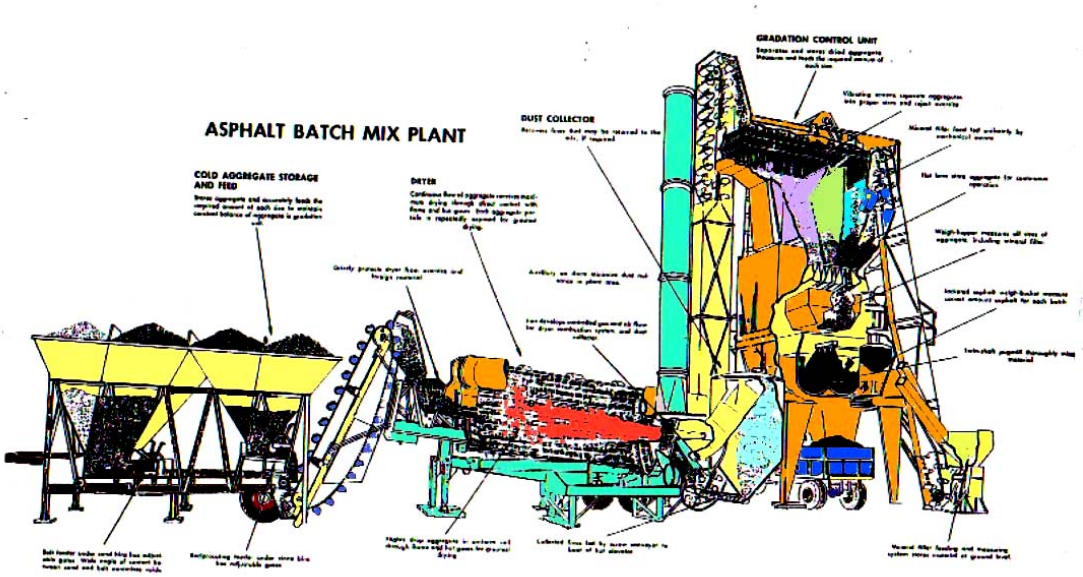
ไม้กวาด สำหรับใช้แรงงานคนกวาดทำความสะอาดพื้นที่

3.เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับผสมวัสดุมวลรวมกับแอสฟัลต์ (Premix)

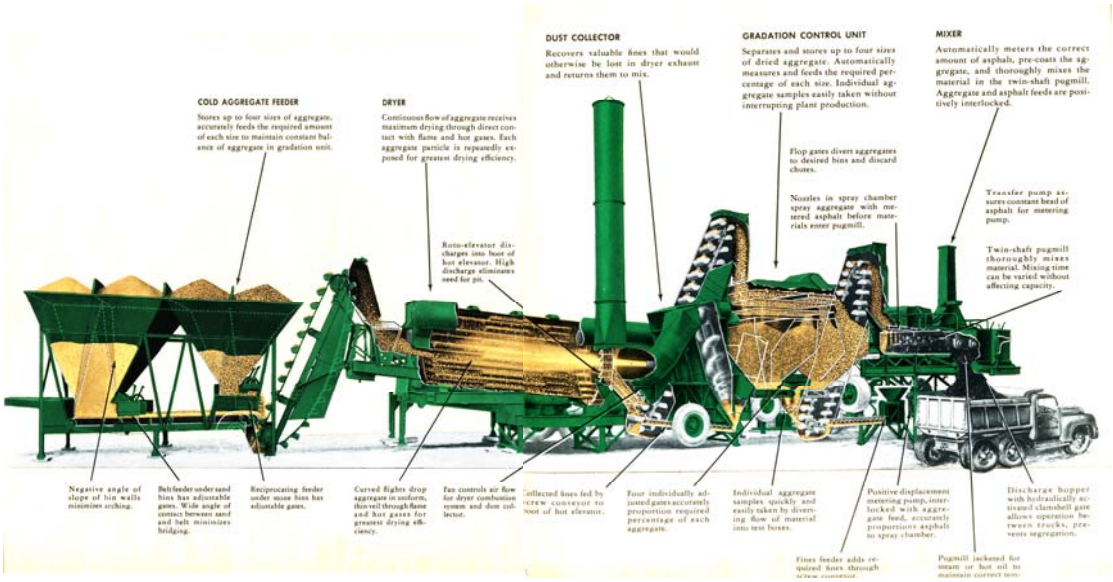
เครื่อง Mix-Paver Travel Plant สำหรับผสมและปู Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) ที่ขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง

โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plant) มี 2 แบบ

- ***โรงงานผสมแบบชุด (Batch Type)*** เป็นแบบที่นิยมใช้โดยทั่วไป สำหรับผลิตวัสดุผสมร้อน (Hot Mix) ซึ่งขั้นตอนการผสมมวลรวมกับแอสฟัลต์จะใช้การชั่งน้ำหนักแล้วผสมมวลรวมกับแอสฟัลต์นั้นแบบทีละชุด



- ***โรงงานผสมแบบต่อเนื่อง (Continuous Type)*** ใช้สำหรับผลิตวัสดุผสมร้อน (Hot Mix) ซึ่งขั้นตอนการผสมมวลรวมกับแอสฟัลต์ จะใช้การป้อนมวลรวมและแอสฟัลต์อย่างมีจังหวะสัมพันธ์กัน (Synchronization of Aggregate and Asphalt Feed) เข้าสู่ห้องผสมแล้วผสมกันอย่างต่อเนื่อง



เครื่อง Asphalt Recycle Machine เป็นเครื่องผสมที่ใช้แอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่รื้อออกไป ผสมซ้ำใหม่

เครื่องผสมคอนกรีต ใช้ผสม Premix ชนิดผสมเย็น (Cold Mix) ที่มีปริมาณไม่มาก

4.เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับพ่นแอสฟัลต์

เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor) มักใช้สำหรับการลาดแอสฟัลต์ที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่

เตาต้มยางพร้อม Hand Spray ใช้สำหรับการลาดแอสฟัลต์ที่มีพื้นที่ขนาดเล็ก

5.เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับเคลือบผิวหรือล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย

เครื่องจักรทำความสะอาด เคลือบผิว (Pre Coat) **หรือ ล้างหิน** (Pre Wet) สำหรับทำความสะอาดและเคลือบผิวหรือล้างหินย่อยหรือกรวดย่อย โดยนำหินย่อยหรือกรวดย่อยมาร่อนแยกคัดเอาขนาดที่ไม่ต้องการและฝุ่นออก แล้วนำหินย่อยหรือกรวดย่อยส่วนที่เหลือมาทำการเคลือบผิว (Pre Coat) หรือ ฉีดล้างด้วยน้ำ (Pre Wet) ขึ้นกับชนิดของยางที่ใช้ ในกรณียางที่ใช้เป็นแอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัตแบกแอสฟัลต์ให้นำหินย่อยหรือกรวดย่อยส่วนที่เหลือมาทำการเคลือบผิว (Pre Coat) ให้ทั่วถึงด้วยการใช้หัวฉีดพ่นวัสดุเคลือบผิวลงบนหินย่อยหรือกรวดย่อยนั้นบาง ๆ ก่อนนำไปใช้งาน ส่วนในกรณียางที่ใช้เป็น

แอสฟัลต์อิมัลชัน ไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องนำหินย่อยหรือกรวดย่อยส่วนที่เหลือนั้นมาทำให้เปียกชื้นโดยการฉีดล้างด้วยน้ำ (Pre Wet) ก่อนนำไปใช้งาน

6.เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับการโรยและเกลี่ยหินย่อยหรือกรวดย่อย

เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) มี 2 แบบ

•เครื่องโรยหินแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (Self Propelled Aggregate Spreader)

•เครื่องโรยหินแบบต่อท้ายรถบรรทุก (Box Aggregate Spreader)

รถบรรทุกกระบะเทท้าย (Dump Truck)

เครื่องเกลี่ยหินชนิดลาก (Drag Broom)

พลั่ว, ไม้กวาด

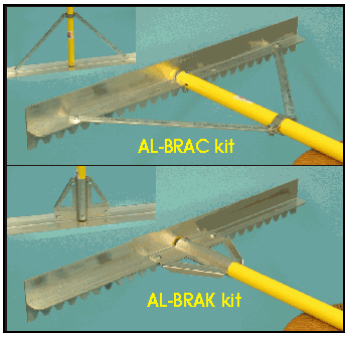
7.เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับปูส่วนผสม

เครื่องปู (Paver or Finisher)

รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader) สำหรับเกลี่ยปรับระดับวัสดุ Premix

พลั่ว สำหรับ แรงงานคนใช้ ตัก โรย สาดแต่ง ส่วนผสม

คราด สำหรับแรงงานคนใช้ เกลี่ยแต่งส่วนผสมแอสฟัลต์



8.เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับ ผสมพร้อมกับฉาบส่วนผสม Slurry Seal

Slurry Seal Machine เป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองสำหรับผสมและฉาบผิวแบบ Slurry Seal

9.เครื่องมือ สำหรับฉาบส่วนผสม Slurry Seal

เครื่องฉาบด้วยมือ ใช้ฉาบส่วนผสม Slurry Seal ในพื้นที่ที่มีขนาดเล็ก หรือสถานที่จำกัด ได้แก่ ไม้สามเหลี่ยม เกรียง ที่ใช้ในงานฉาบปาดแต่งคอนกรีตทั่วไป

กระสอบ, พลั่วและคราด

10.เครื่องจักรและเครื่องมือ สำหรับ ทำการบดทับ

รถบดล้อเหล็กไม่สั่นสะเทือน (Static Steel-wheeled Tandem Roller) 2 ล้อ

รถบดล้อยาง (Pneumatic–Tired Roller)

รถบดล้อเหล็กสั่นสะเทือน (Vibratory Roller) 2 ล้อ

รถบดล้อเหล็กขนาดเบา

รถบดสั่นสะเทือนขนาดเบา (Vibratory Roller)

เครื่องบดอัดแบบแผ่นสั่นสะเทือน (Vibratory Plate Compactor) หรือ Frog Jump ใช้บดอัดในพื้นที่แคบๆที่เครื่องจักรบดทับขนาดใหญ่ทำงานไม่สะดวกหรือเข้าไม่ได้

เครื่องมือกระทุ้ง (Hand Tamper) ใช้กระทุ้งอัดส่วนผสม Premix บริเวณที่เครื่องบดทับขนาดเล็กเข้าไปบดทับไม่ได้หรือใช้งานซ่อมขนาดย่อย

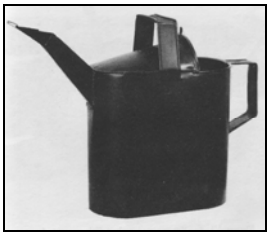
11.เครื่องจักร เครื่องมือประกอบ

รถตักวัสดุ (Loader)

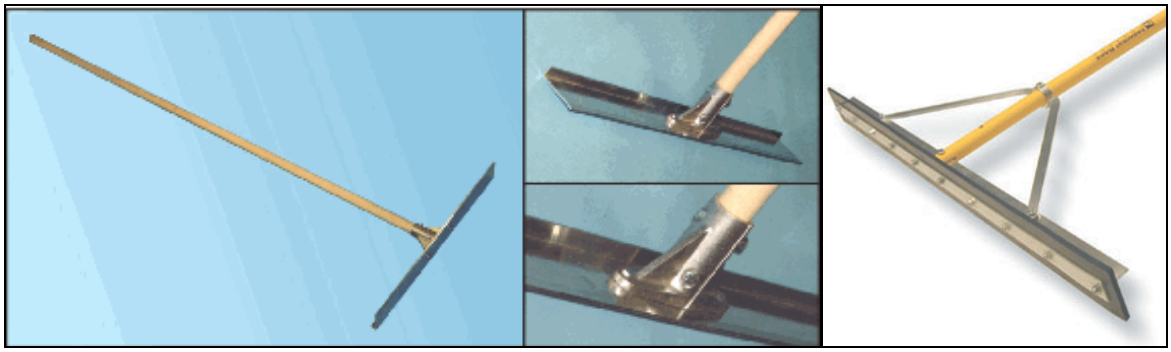
กรวยยาง

ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straightedge) ใช้วัดตรวจสอบระดับและความราบเรียบของผิวถนนได้ทั้งแนวตามยาวและตามขวาง เช่น ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบวางทาบทับในแนวขวางถนนเพื่อวัดความลึกของแนวร่องล้อ เป็นต้น

การาดยาง (Asphalt Pouring Pot)



ไม้รีดยาง (Squeegee)



อีเตอร์

เครื่องเจาะก้อนตัวอย่าง (Core - drilling Machine) ในสนาม

วิธีประเมินค่าใช้จ่าย

1.วิธีการอุดรอยแตก (Crack Filling)

ปริมาณงานที่ทำได้ 400 ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
1	ทำความสะอาดบริเวณที่เสียหาย และอำนวยความปลอดภัย
1	หยอดยางลงบริเวณที่จะซ่อม
2	ขนยางและทราย พร้อมตบแต่งผิวให้เรียบ

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
ยาง CSS	8.0	ลิตร	ปริมาณยางที่ใช้จริงขึ้นอยู่กับความกว้างและความลึกของรอยแตก
ทรายน้ำจืด	0.08	ลบ.ม.	

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	ชุด	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น กา พลั่ว ไม้กวาด กรวยยาง เชือก ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

2.วิธีการฉาบผิวทางแบบฟ็อกซีล (Fog Seal)

ปริมาณงานที่ทำได้ 200 ตร.ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	ทำความสะอาดผิวทางที่เสียหาย และอำนวยความปลอดภัย
1	พ่นยางลงบนบริเวณที่จะซ่อม

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
ยาง CSS	75.0	ลิตร	ปริมาณยางที่ใช้ 0.75 ลิตร/ตร.ม. (อัตราผสมยางต่อน้ำ 1:1)

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	ชุด	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น พลั่ว ไม้กวาด ไม้รีดยาง กรวยยาง เชือก ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

3.วิธีการฉาบผิวทางแบบซิพซีล (Chip Seal)

ปริมาณงานที่ทำได้ 200 ตร.ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	ทำความสะอาดผิวทางที่เสียหาย และอำนวยความปลอดภัย
1	พ่นยางลงบนบริเวณที่จะซ่อม
4	โกย ขน สาด และเกลี่ยแต่งหินบนผิวทางให้เรียบร้อย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
ยาง CRS-2	300.0	ลิตร	ปริมาณยางที่ใช้ 1.50 ลิตร/ตร.ม.
หิน Single size	2.5	ลบ.ม.	ปริมาณหินที่ใช้ 0.011 ลบ.ม./ตร.ม. (เผื่อเกลี่ยด้วยคนงาน)

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	ชุด	รถบดใช้ล้อยาง(35)หรือล้อเหล็กขนาดเล็ก(31) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น พลั่ว ไม้กวาด ไม้รีดยาง กรวยยาง เชือก ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
รถบด	1	คัน	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

4.วิธีการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

ปริมาณงานที่ทำได้ 200 ตร.ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	ทำความสะอาดผิวทางที่เสียหาย และอำนวยความปลอดภัย
2	เตรียมและผสมวัสดุ Slurry
3	ขน และปูลาดวัสดุ Slurry

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
หินฝุ่น	1.4	ตัน	ปริมาณหินฝุ่นที่ใช้ 7 กก./ตร.ม.
ยาง CSS-1h	245.0	ลิตร	ปริมาณเนื้อยางที่ต้องใช้ 10 กก./หินแห้ง 100 กก.
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	18.0	กก.	น้ำหนักเนื้อยาง 57%

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น พลั่ว ไม้กวาด ไม้รีดยาง
รถบรรทุก(46)	1	คัน	กรวยยาง เชือก ฯลฯ
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

5.วิธีการปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)

ปริมาณงานที่ทำได้ 40 ตร.ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	ขุดแต่งผิวทางที่ชำรุดและทำความสะอาด
1	พ่นยาง Tack coat ลงในหลุมที่ขุดแต่งแล้ว
2	ขนวัสดุ Premix มาลงในผิวทาง
2	ปรับแต่งและบดอัดให้ได้ระดับ
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
ยาง CRS-2	12.0	ลิตร	Premix คิดที่ความหนา 4.0 ซม. มวลรวมที่ใช้ 1.80 ตัน./ลบ.ม. = 2.88 ตัน เนื้อยาง CMS-2h ที่ต้องใช้ 8 กก./หินแห้ง 100 กก. น้ำหนักเนื้อยาง 65% ใช้ยาง = 230 ลิตร น้ำหนัก Premix = 2.88+0.23 =3.11 ตัน (ใช้ 3.2 ตัน)
Premix (Cold mix)	3.2	ตัน	
หินฝุ่น	0.08	ลบ.ม.	

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	เครื่อง	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น พลั่ว ไม้กวาด ไม้รีดยาง อีเตอร์ เท้าช้าง กรวยยาง เชือก ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
เครื่องตัดคอนกรีต(12)	1	เครื่อง	
รถบดล้อเหล็ก(31)	1	คัน	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

6.วิธีการขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)

ปริมาณงานที่ทำได้ 40 ตร.ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
4	ขุดผิวทางและชั้นทางที่ไม่ต้องการออก ตกแต่งให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม
2	ลงวัสดุชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทางและบดอัด
2	ลงวัสดุ Premix และบดอัดให้ได้ระดับ
2	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
ยาง CRS-2	12.0	ลิตร	Premix คิดที่ความหนา 5.0+5.0 ซม. มวลรวมที่ใช้ 1.80 ตัน./ลบ.ม. = 7.20 ตัน เนื้อยาง CMS-2h ที่ต้องใช้ 8 กก./หินแห้ง 100 กก. น้ำหนักเนื้อยาง 65% ใช้ยาง = 890 ลิตร น้ำหนัก Premix = 7.20+0.89 = 8.09 ตัน (ใช้ 8.1 ตัน)
ยาง CSS-1	40.0	ลิตร	
Premix (Cold mix)	8.1	ตัน	
หินฝุ่น	0.08	ลบ.ม.	
หินคลุก	4.0	ลบ.ม.	

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	เครื่อง	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น พลั่ว ไม้กวาด ไม้รีดยาง อีเตอร์ เท้าช้าง กรวยยาง เชือก ฯลฯ
เครื่องตัดคอนกรีต(12)	1	เครื่อง	
รถบดล้อเหล็ก(31)	1	คัน	
เครื่องสะเทือนดิน(36)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
รถตักหน้า-ขุดหลัง(77)	1	คัน	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

7.วิธีการเสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)

ปริมาณงานที่ทำได้ 100 ตร.ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	ทำความสะอาด
1	พ่นยาง Tack coat ลงในบริเวณที่ต้องการเสริมผิว
2	ขนวัสดุ Premix มาลงในผิวทาง
2	ปรับแต่งและบดอัดให้ได้ระดับ
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
ยาง CRS-2	30.0	ลิตร	Premix คิดที่ความหนาเฉลี่ย 5.0 ซม. มวลรวมที่ใช้ 1.80 ตัน./ลบ.ม. = 9.00 ตัน เนื้อยาง CMS-2h ที่ต้องใช้ 8 กก./หินแห้ง 100 กก. น้ำหนักเนื้อยาง 65% ใช้ยาง = 1,100 ลิตร น้ำหนัก Premix = 9.00+1.10 = 10.10 ตัน
Premix (Cold mix)	10.1	ตัน	
หินฝุ่น	0.20	ลบ.ม.	

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	เครื่อง	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น พลั่ว ไม้กวาด ไม้รีดยาง อีเตอร์ เท้าช้าง กรวยยาง เชือก ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
รถบดล้อเหล็ก(31)	1	คัน	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

ภาคผนวก ข

วัสดุ เครื่องจักร&เครื่องมือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และ วิธีประเมินค่าใช้จ่าย ของ งานซ่อมแซมถนนคอนกรีต

ตารางที่ 2.1 ชนิดของวัสดุ

วัสดุ	วิธีการซ่อมแซม						
	Joint Resealing	Crack Filling	Grinding and Grooving	Load Transfer Restoration	Partial-depth Repair	Subsealing	Full-depth Repair
วัสดุรอยต่อ • Joint Primer • Joint Sealer • Joint Filler • วัสดุอุดแทรก*	√	√		√	√		√
คอนกรีต				√	√		√
คอนกรีตพิเศษ		√		√	√		√
Slurry Cement Mortar						√	
เหล็กเสริม • เหล็กเดือย • เหล็กยึด • ตะแกรงเหล็กเส้น • ปลอกเหล็กเดือย				√			√
วัสดุเชื่อมประสาน (Bonding Agent)					√		
วัสดุบ่มคอนกรีต • กระสอบ • สารเหลวบ่มคอนกรีต				√	√		√

* ใช้ในกรณีที่มีโพรงหรือช่องว่างใต้รอยแยกลึก

วัสดุซ่อมแซมถนนคอนกรีต

วัสดุที่ใช้ซ่อมแซมคอนกรีตนั้นแตกต่างจากวัสดุที่ใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อคอนกรีต วัสดุที่ใช้เพื่อการซ่อมแซมมีเป้าหมายเพื่อฟื้นฟูสภาพความสมบูรณ์ทางโครงสร้าง (Structural Integrity) และความสามารถในการใช้งาน (Function) ของคอนกรีต ส่วนวัสดุที่ใช้ในระบบการป้องกัน (Protective Systems) ไม่ให้คอนกรีตชำรุดเสียหายนั้น จะช่วยปกป้องคอนกรีตจากสภาพภูมิอากาศ การเกิดสนิม การเกิดปฏิกิริยาจากสารเคมีและวัสดุที่ทำให้เกิดการขะล้างหรือสึกกร่อน (Abrasive materials) อย่างไรก็ตามเนื้อหาในภาคผนวกนี้ไม่ได้มุ่งหวังที่จะอธิบายครอบคลุมถึงวัสดุทุกชนิดที่ใช้ในงานซ่อมแซมคอนกรีต ฉะนั้น จึงไม่ได้หมายความว่าวัสดุที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้จะเป็นวัสดุที่ไม่ได้รับการยอมรับหรือเป็นวัสดุที่ไม่สามารถใช้ได้ และในทางกลับกันก็ไม่ได้หมายความว่า วัสดุต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงในภาคผนวกนี้จะได้รับการรับรองถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการใช้งานในทุกๆ สถานการณ์แต่อย่างใด

ในการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ในการซ่อมแซมคอนกรีต ควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- การเข้ากันได้ทางโครงสร้าง (Structural compatibility) ของวัสดุและความสามารถในการใช้งานร่วมกับการก่อสร้างเดิม
- ความยาก-ง่ายในการจัดหา (Availability) ราคา (Cost) และอายุการใช้งาน
- ความง่ายในการนำมาใช้ในงานก่อสร้าง รวมถึงการจัดหาผู้ที่จะสามารถมาปฏิบัติงานซ่อมแซม (Qualified contractors)

วัสดุที่ถูกเลือกมาเพื่อใช้ในการซ่อมแซม ควรจะมีคุณสมบัติทางกายภายใกล้เคียงกับคอนกรีตเดิมให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ ความเข้ากันได้นี้จะเป็นไปตามข้อกำหนดของการสร้างแรงยึดเหนี่ยว (Bond) คุณสมบัติการยืดหยุ่น (Elasticity) และคุณสมบัติในการขยายตัว (Expansion) ของวัสดุใหม่และวัสดุเดิม รวมทั้งกำลังอัด (Compressive strength) และกำลังดึง (Tensile strength) ของวัสดุใหม่จะต้องเท่ากับคอนกรีตเดิม วัสดุใหม่ควรจะมีการหดตัวต่ำ (Low shrinkage) มีความซึมผ่านต่ำ (Low Permeability) และมีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่ำ (Low Water/Cement Ratio) เพื่อที่จะยับยั้งการแทรกซึมของความชื้นและสารจำพวกคลอไรด์เข้าสู่คอนกรีตที่ได้รับการซ่อมแซม และควรที่จะช่วยสร้างปฏิกิริยาเคมีกับเหล็กเสริมในคอนกรีต เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวนี้มีความสำคัญ วัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซมจึงควรจะยึดติดกับผิวคอนกรีตเดิมได้ดี

โดยคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซมควรมีคุณสมบัติดังนี้ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติที่อธิบายในภาคผนวกนี้เป็นคำแนะนำเท่านั้น ในการเลือกใช้วัสดุให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

1. วัสดุรอยต่อ

1.1 **วัสดุทารอยต่อ** (Joint Primer)

วัสดุทารอยต่อ ใช้ทาผิวถนนคอนกรีตก่อนใช้วัสดุยารอยต่อคอนกรีต (Tipco Joint Sealer) เพื่อเสริมคุณสมบัติ การยึดเกาะ ของวัสดุยารอยต่อคอนกรีต กับผิวคอนกรีต และต้องเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการไหลแทรกซึมเข้าไปในรูพรุนของคอนกรีตได้สูง โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.1.1 เมื่อทดลองทาทับไปบนผิวคอนกรีตแล้ว จะต้องแห้งภายใน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

1.1.2 เมื่อทดลองโดยวิธีการทดสอบการยึดเหนี่ยวโดยสมบูรณ์ 1 ครั้ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบยืดหยุ่นชนิดเทร้อน” มาตรฐานเลขที่ มอก. 479 ในหัวข้อ 7.4 โดยอนุโลมแล้ว การทาวัสดุทารอยต่อที่ผิวหน้ามอร์ตาร์บล็อกด้านประกบชิ้นทดสอบของวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อนที่ผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว ในระหว่างการทดสอบต้องไม่เกิดรอยร้าว (Cracking) หรือการแยกตัว (Separation) หรือร่อง (Opening) อย่างใดอย่างหนึ่งลึกเกินกว่า 6.4 มิลลิเมตร ณ จุดใดจุดหนึ่งระหว่างชิ้นทดสอบกับมอร์ตาร์บล็อก

ห้ามใช้วัสดุแอสฟัลต์อิมัลชันเป็นวัสดุทารอยต่อ

1.2 **วัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน** (Concrete Joint Sealer, Hot Poured Elastic Type)

วัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเชื่อมประสานกับผิวทางคอนกรีตได้ดี และยืดหยุ่นตัวได้เป็นพิเศษ ไม่เหลวตัวเมื่อผิวทางมีความร้อนสูงมาก ใช้หยอดร่องรอยต่อผิวทางคอนกรีต เพื่อป้องกันน้ำไม่ให้ไหลผ่านลงชั้นพื้นทาง (Base Course) ของถนน

วัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุยารอยต่อคอนกรีตแบบยืดหยุ่นชนิดเทร้อน” มาตรฐานเลขที่มอก. 479 และได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบ หรือนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

วัสดุยารอยต่อบางชนิดอาจไม่จำเป็นต้องใช้ร่วมกับวัสดุทารอยต่อ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามคุณสมบัติของวัสดุยารอยต่อชนิดนั้น ๆ ว่าต้องใช้วัสดุทารอยต่อควบคู่ไปด้วยหรือไม่ และจะต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากวิศวกรผู้ออกแบบ หรือนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

1.3 **วัสดุอุดรอยต่อคอนกรีต** (Joint Filler)

วัสดุอุดรอยต่อคอนกรีตที่ใช้สำหรับอุดรอยต่อเผื่อขยาย จะต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุอุดรอยต่อคอนกรีตชนิดคืนรูปและไม่ปลิ้น: แอสฟัลต์” มาตรฐานเลขที่ มอก. 1041 หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “วัสดุอุดรอยต่อคอนกรีตประเภทยางฟองน้ำและไม้ก๊อก” มาตรฐานเลขที่ มอก. 1079 และจะต้องเจาะรูให้สอดเหล็กเดือยได้ วัสดุอุดรอยต่อแต่ละรอยต่อจะต้องเป็น

แผ่นเดียวกันตลอด มีความยาวและความลึกตามที่ระบุไว้ในแบบ เว้นแต่วิศวกรผู้ออกแบบหรือนายช่างผู้ควบคุมงานจะอนุญาตเป็นอย่างอื่น

1.4 วัสดุอุดแทรก

ในกรณีที่มีโพรงหรือช่องว่างใต้รอยแยกลึก ให้ใช้วัสดุอุดแทรกที่ลื่นไหลดี เช่น ทรายสะอาด หยอดไปอุดแทรกโพรงหรือช่องว่างด้านล่างก่อน เพื่อลดความสิ้นเปลืองวัสดุยารอยต่อ

กรณีจำเป็นที่ต้องป้องกันวัสดุอุดแทรกฟุ้งกระจาย ขณะทำความสะอาดผนังรอยต่อหรือรอยแยก อาจใช้กระดาษชานอ้อยหรือเชือกปอปิดทับบนวัสดุอุดแทรกก่อน ทั้งนี้ให้ความลึกของรอยต่อหรือรอยแยกคงเหลือไว้ตามรูปแบบ หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้คงเหลือความลึกของรอยต่อไว้ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

2. คอนกรีต

2.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ ที่ใช้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพมาตรฐานเลขที่ มอก. 15 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นประเภท 1 หรือประเภท 3 หรือประเภท 5 หรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์อื่นใดที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า หรือที่ระบุไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น โดยทั่วไปแล้วให้ใช้ปูนซีเมนต์ประเภท 1 ในงานก่อสร้างผิวทางคอนกรีตและใช้ปูนซีเมนต์ประเภท 5 ในส่วนผสมคอนกรีตของส่วนที่ต้องป้องกันการกัดกร่อนของน้ำเค็ม ดินเค็มหรือสภาวะแวดล้อมที่มีซัลเฟตสูงดังระบุในแบบ สำหรับปูนซีเมนต์ประเภท 3 นั้น จะใช้แทนปูนซีเมนต์ประเภท 1 ในกรณีพิเศษ และโดยได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากนายช่างผู้ควบคุมงานเท่านั้น

ในกรณีจำเป็นอาจพิจารณาใช้ปูนซีเมนต์พิเศษหรือสารผสมเพิ่มพิเศษ เพื่อพัฒนาความต้านแรงอัดของคอนกรีตตามเวลาที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ต้องได้รับความยินยอมจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

ปูนซีเมนต์ที่ใช้จะต้องเป็นประเภทและเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ผลิตจากโรงงานและแหล่งวัสดุเดียวกัน เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานเป็นอย่างอื่น

ปูนซีเมนต์ผงหรือปูนซีเมนต์ถุงซึ่งใช้ในแต่ละครั้งจะต้องไม่เป็นเม็ดหรือเป็นก้อน ห้ามนำปูนซีเมนต์จากถุงเก่าที่เปิดใช้แล้วมาใช้

2.2 น้ำ

น้ำที่ใช้ในการผสมและบ่มคอนกรีตต้องสะอาด ปราศจาก น้ำมัน กรด ด่าง เกลือ น้ำตาล วัชพืช หรือสารอื่นใดซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อคอนกรีตหรือเหล็กเสริม

น้ำที่นำมาใช้ต้องเป็นน้ำจากแหล่งเดียวกัน และเมื่อทำการทดสอบตาม AASHTO T 26: Quality of Water to be Used in Concrete ต้องมีความเข้มข้นของสารละลายต่าง ๆ ในน้ำได้ไม่เกินกว่าที่

กำหนดไว้ในตารางที่ 2.2 น้ำจากต่างแหล่งหากนำมาใช้จะต้องได้รับความยินยอมจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

ตารางที่ 2.2 ความเข้มข้นสูงสุดของสารละลายต่าง ๆ ในน้ำ

ประเภทคอนกรีต	ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ (ppm.)		
	สารละลายอื่น ๆ	อนุมูลคลอไรด์	อนุมูลซัลเฟต
คอนกรีตล้วน	2000	2000	1500
คอนกรีตเสริมเหล็ก	2000	1000	1000

ความขุ่น (Turbidity) ของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องไม่เกิน 2000 ppm.

ในกรณีที่ไม่สามารถจะหาน้ำที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดนี้ได้ หรือในกรณีที่สงสัยว่าน้ำอาจมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมที่จะใช้ผสมหรือบ่มคอนกรีต ให้ทำการทดสอบคุณภาพน้ำตาม AASHTO T 106 : Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar โดยการหล่อแท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์ ถ้าความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์ซึ่งหล่อโดยน้ำที่เก็บทดสอบที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์ที่หล่อโดยใช้น้ำกลั่น ก็ให้ถือว่าน้ำนั้นสามารถจะใช้ผสมหรือบ่มคอนกรีตได้

ในกรณีนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ผสมหรือบ่มคอนกรีต ให้ทำการทดสอบคุณภาพน้ำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

2.3 สารผสมเพิ่ม

สารผสมเพิ่มที่ใช้ในงานคอนกรีต หากมิได้ระบุให้ใช้ไว้ในแบบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

สารผสมเพิ่มที่ใช้ควรมีคุณสมบัติในการลดปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสมคอนกรีต หรือเพิ่มความคล่องตัวในการเท หรือลดการเยิ้มตัว หรือลดการขยายตัวของคอนกรีต

สารผสมเพิ่มที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต” มาตรฐานเลขที่ มอก. 733 หรือมาตรฐาน ASTM 494 “Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete”

สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก สารผสมเพิ่มที่ใช้จะต้องไม่มีแคลเซียมคลอไรด์ผสมอยู่ในองค์ประกอบทางเคมีของสารผสมเพิ่มนั้น และต้องไม่มีอนุมูลคลอไรด์ชนิดอื่น ๆ ปนอยู่เกินร้อยละ 0.5 โดยมวลของสารผสมเพิ่ม

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุปริมาณของฟองอากาศในส่วนผสมคอนกรีตไว้ในแบบ อัตราส่วนของสารผสมเพิ่มที่ใช้จะต้องไม่ก่อให้เกิดการกักกระจายฟองอากาศในส่วนผสมคอนกรีต เกินร้อยละ 3 โดยปริมาตร

สารผสมเพิ่มทุกชนิดต้องใช้ตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต หากผลการใช้สารผสมเพิ่มในงานคอนกรีตไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ให้นายช่างผู้ควบคุมงานระงับการใช้สารผสมเพิ่มชนิดดังกล่าว

ผู้รับจ้างที่ประสงค์จะใช้สารผสมเพิ่ม จะต้องเสนอตัวอย่างและข้อมูลจำเพาะของสารผสมเพิ่มที่ต้องการใช้ รวมทั้งหลักฐานการทดลองคุณสมบัติต่าง ๆ ของคอนกรีตที่ใช้สารผสมเพิ่มดังกล่าวให้นายช่างผู้ควบคุมงานพิจารณาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วัน หรือระบุไว้ในสัญญาก่อนจะเริ่มงานก่อสร้าง

ข้อมูลจำเพาะของสารผสมเพิ่มอย่างน้อยต้องมีรายละเอียด ดังนี้

ก.) ชนิดของสารผสมเพิ่ม ชื่อและองค์ประกอบทางเคมี เครื่องหมายการค้า และโรงงานผู้ผลิต

ข.) ปริมาณ วิธีการใช้ และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณและวิธีการใช้

ค.) ปริมาณของอนุมูลคลอไรด์ในสารผสมเพิ่ม

ง.) ปริมาณฟองอากาศที่เกิดขึ้นในคอนกรีตเมื่อใช้สารผสมเพิ่ม

2.4 มวลรวมละเอียด

มวลรวมละเอียดต้องประกอบด้วย เม็ดทรายธรรมชาติหรืออนุภาคของหิน ที่มีลักษณะเป็นก้อนกลมหรือเหลี่ยม ไม่แบนเป็นเกล็ด มีผิวหยาบและเม็ดแข็ง ทนทาน สะอาด ปราศจากฝุ่นผงเคลือบ มวลรวมละเอียดจากแหล่งวัสดุต่างแหล่งกันห้ามนำมาผสมกัน หรือกองรวมเป็นกองเดียวกัน หรือใช้ร่วมกันในงานก่อสร้างที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ได้รับอนุญาตจากนายช่างผู้ควบคุมงาน

หากมิได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมละเอียดที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.4.1 ต้องไม่มีดิน เถ้าถ่าน ด่าง สารอินทรีย์ต่าง ๆ สารอนินทรีย์จำพวกอนุมูลคลอไรด์หรือสิ่งปลอมปนอื่นใด ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลอันไม่พึงประสงค์กับคอนกรีต หรือเหล็กเสริมได้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.3

นอกจากนี้ หากพบสิ่งปลอมปนอื่น ๆ เช่น หินดินดาน (Shale) ด่าง (Alkali) แร่ไมกา (Mica) เม็ดหินเคลือบ (Coated Grains) อนุภาคที่อ่อนและมีรูปร่างแบน (Soft and Flaky Particles) ที่ทำให้ความแข็งแรงของคอนกรีตลดลงเกินกว่าร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับความแข็งแรงของคอนกรีตที่ปราศจากสิ่งแปลกปลอมนั้น ๆ ห้ามนำมาใช้งาน

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสูงสุดของสิ่งปลอมปนในมวลรวมละเอียด

สิ่งปลอมปนในมวลรวมละเอียด	ร้อยละโดยมวล
ก้อนดินและเศษผง	1.0
ถ่านและถ่านหิน	1.0
มวลรวมที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มม. (เบอร์ 200)	3.0
เกลือคลอไรด์	0.1

การทดสอบหาปริมาณสูงสุดของสิ่งปลอมปนในมวลรวมละเอียด ให้ดำเนินการอย่างน้อยทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแหล่งวัสดุหรือตามความจำเป็น

2.4.2 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 213 “วิธีการทดลองหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซัลเฟตจำนวน 5 รอบแล้ว ไม่เกินร้อยละ 9

2.4.3 สะอาด ปราศจากอินทรียวัตถุเจือปนในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อคอนกรีต โดยเมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 201 “วิธีการทดลองหา Organic Impurities ในทรายสำหรับคอนกรีต”แล้ว ให้สีซึ่งไม่แก่กว่าสีมาตรฐาน

2.4.4 มีขนาดคละ เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 204 “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง” เป็นไปตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ขนาดคละของมวลรวมละเอียดสำหรับงานผิวทางคอนกรีต

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร (นิ้ว)		ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล
9.5	(3/8)	100
4.75	(เบอร์ 4)	95 – 100
1.18	(เบอร์ 16)	45 – 85
0.300	(เบอร์ 50)	5 – 30
0.150	(เบอร์ 100)	0 – 10

2.5 มวลรวมหยาบ

มวลรวมหยาบต้องประกอบด้วยหินย่อย กรวด หรือกรวดย่อย ที่มีลักษณะเป็นก้อนเหลี่ยมหรือกลม มีเนื้อแข็ง เหนียว ไม่ผุ ไม่มีลักษณะแบนหรือยาวมากเกินไป สะอาด ไม่มีฝุ่นผง หรือสิ่งอื่นใดเคลือบผิว มวลรวมหยาบต่างชนิดกันห้ามนำมาผสมกัน หรือกองรวมเป็นกองเดียวกัน หรือใช้ร่วมกันในงานก่อสร้างที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยไม่ได้รับอนุญาตจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

หากมิได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมหยาบที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.5.1 มีค่าความสึกหรอ เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 202 “วิธีการทดลองหาความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 40

2.5.2 ไม่เป็นหิน หรือกรวด ชนิดเนื้อหยาบพรุน โดยที่เมื่อผ่านการทดลองแช่น้ำไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้ว น้ำหนักของมวลรวมนั้นจะต้องไม่เพิ่มขึ้นจากเดิมเกินกว่าร้อยละ 10

2.5.3 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 213 “วิธีการทดลองหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบแล้วไม่เกินร้อยละ 9

2.5.4 ต้องไม่มีวัสดุอันไม่พึงประสงค์อื่นใดเจือปนอยู่เกินกว่าปริมาณที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.5

2.5.5 มีขนาดคละ เมื่อทดลองตาม ทล.-ท. 204 “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง” เป็นไปตามตารางที่ 2.6 ส่วนขนาดของมวลรวมหยาบที่ใช้ ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือนายช่างผู้ควบคุมงานไม่ได้แนะนำให้ใช้ ควรเลือกขนาดให้เหมาะสม

2.5.6 ห้ามกองมวลรวมหยาบกีดขวางการจราจร การกองมวลรวมหยาบจะต้องป้องกันไม่ให้มีวัสดุอื่นมาปะปนหากมีต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้งาน มวลรวมหยาบต่างชนิดและขนาดให้แยกคนละกอง ถ้าเกิดการแยกตัวก็ให้คลุกเคล้าให้เข้ากันใหม่

ตารางที่ 2.5 ปริมาณสูงสุดของวัสดุไม่พึงประสงค์ในมวลรวมหยาบ

วัสดุไม่พึงประสงค์	ร้อยละโดยมวล
ก้อนดินและสะเก็ดวัสดุอ่อนที่แตกง่าย	2.0
ถ่านและถ่านหิน	0.5
มวลรวมที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มม. (เบอร์ 200)	
- อนุภาคดิน	1.0
- อนุภาคหิน	1.5
- เกลือคลอไรด์	0.05

การทดสอบหาปริมาณสูงสุดของวัสดุไม่พึงประสงค์ในมวลรวมหยาบ ให้ดำเนินการอย่างน้อยทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงแหล่งวัสดุหรือตามความจำเป็น

ตารางที่ 2.6 ขนาดคละของมวลรวมหยาบสำหรับงานผิวทางคอนกรีต

ขนาดระบุมิลลิเมตร	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล								
	50 มม.	37.5 มม.	25.0 มม.	19.0 มม.	12.5 มม.	9.5 มม.	4.75 มม.	2.36 มม.	1.18 มม.
37.5 – 4.75	100	95-100	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-	-
25.0 – 4.75		100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
19.0 – 4.75			100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-
12.5 – 4.75				100	90-100	40-70	0-15	0-5	-
9.5 – 2.36					100	85-100	10-30	0-10	0-5

3. คอนกรีตพิเศษ

A. ปูนทรายที่มีปูนซีเมนต์เป็นส่วนผสมหลัก (Cement-based Mortar)

จะเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในงานซ่อมแซมคอนกรีตมาก เนื่องจากหาได้ง่ายและมีราคาถูก จะมีการใช้ Cement mortar ในงานซ่อมแซมเล็กๆ ส่วน Concrete Mortar นั้นจะถูกใช้ในงานซ่อมแซมคอนกรีตที่มีพื้นที่กว้างๆ อาจจะเลือกใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้หลากหลายชนิดโดยขึ้นอยู่กับ

วัตถุประสงค์ของงาน (Function) และสภาพการสัมผัสกับสภาพแวดล้อม (Exposure) รวมถึงความต้องการในเรื่องของกำลังคอนกรีต (Strength or Resistance)

B. ปูนทรายที่คืนตัวเร็ว (Quick-setting Non-shrink Mortar)

เราสามารถควบคุมรอยแตกอันเนื่องมากจากการหดตัว (Shrinkage cracks) ระหว่างวัสดุใหม่และคอนกรีตเดิมได้เป็นอย่างดีโดยใช้ซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติการขยายตัว (Expansive Cement) ในคอนกรีตที่ผสมขึ้น ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะถูกรวมตัวกับสารผสมเพิ่ม (Admixtures) ซึ่งจะเพิ่มกำลัง (Strength) ปรับปรุงทั้งแรงยึดเหนี่ยว (Bond) และความสามารถในการเท (Workability) ให้ดีขึ้น และในขณะเดียวกันก็ยังลดเวลาในการบ่ม (Curing time) อีกด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการผสมมาเรียบร้อยแล้ว (Prepackaged Mixes) มักจะมีราคาสูงกว่าปูนทรายผสมเอง แต่ก็เป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งานโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการเพิ่มกำลังของคอนกรีตภายในเวลาอันจำกัด

โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ในการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ในส่วนของแผ่นพื้นคอนกรีตที่มีการหลุดล่อนที่ไม่ใหญ่มากนัก (Average size spalls) และในสถานการณ์อื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

C. ปูนอีพ็อกซี (Epoxy Mortar)

สารผสมอีพ็อกซีได้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมามากกว่า 3 ทศวรรษแล้ว โดยปกติแล้วปูนอีพ็อกซีจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 2 อย่างคือ ยางอีพ็อกซี (Epoxy Resin) และสารช่วยบ่ม (Curing Agent) สารผสมอีพ็อกซีได้รับการพัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับ ในปัจจุบันสารผสมอีพ็อกซีก็ยังคงไว้ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความร้อน (Thermal Coefficient) และมีค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ที่ต่ำ ฉะนั้น จึงไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ง่ายๆ ผลลัพธ์ที่ตามมาก็คือ ค่าหน่วยแรงยึดเหนี่ยว (Bond Stress) ที่เกิดขึ้นระหว่างผิวของวัสดุใหม่กับคอนกรีตเดิมจึงไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก คุณสมบัติอื่นๆ ของอีพ็อกซีที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา ได้แก่

- มีค่ากำลังรับแรงอัด แรงดึง ความยืดหยุ่นและตลอดจนถึงแรงเฉือนได้มากขึ้น
- มีคุณสมบัติของแรงยึดเหนี่ยว ภายใต้การทดสอบทางความร้อน เป็นที่น่าพึงพอใจ
- มีความทนทานต่อความชื้นหรือสภาพแวดล้อมที่เปียกแฉะ และยังมีความสามารถในการต้านทานต่อปฏิกิริยาทางเคมีด้วย
- มีความสามารถในการงานทานต่อแรงกระแทก (Impact) และการขูดหรือการถลอก (Abrasion)

เนื่องจากอีพ็อกซีมีคุณสมบัติการใช้งานที่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้นนี้ ผลิตภัณฑ์อีพ็อกซีจึงเป็นที่นิยมในงานหลากหลายประเภทดังต่อไปนี้

- การซ่อมแซมคอนกรีต โดยจะผสม Epoxy Resin เข้ากับมวลรวม (Aggregate) ทั้งแบบละเอียดและแบบหยาบ

- การติดตั้งสมอหรือเหล็กยึด (Anchoring และ Dowelling) โดยจะเติม Epoxy Resin ลงไปในช่องว่างระหว่างรูที่เจาะกับเหล็กที่จะสอดเข้าไปเป็นสมอยึด
- ใช้ในการอุดรอยแตกโดยใช้แรงดัน (Pressure Grouting)
- ใช้ในงานช่วยป้องกันเหล็กเสริม โดยที่เหล็กเสริมที่ทาหุ้มด้วย Epoxy นี้จะถูกนำมาใช้ในงานที่เสี่ยงต่อการถูกกัดกร่อนโดยสารจำพวกซัลเฟต
- ใช้ทาผิวคอนกรีตเพื่อป้องกันผิวคอนกรีตจากสารจำพวกเกลือและซัลเฟต
- ใช้ช่วยในการเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของคอนกรีต
- ใช้ในงานซ่อมคอนกรีตรอยต่อบนพื้นสะพาน (Deck Joints) และงานสมานคอนกรีต (Concrete Healer) อื่นๆ

D. ***คอนกรีตโพลีเมอร์ที่มีเรซินเป็นส่วนผสมหลัก*** *(Resin-Based Polymer Concrete)*

วัสดุชนิดนี้ช่วยเพิ่มกำลัง (Strength) แก่คอนกรีต และทำให้สามารถบ่มคอนกรีต (Curing) ได้เร็วในช่วงอุณหภูมิต่ำ ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อสารเคมี และมีความเข้ากันได้ (Compatability) กับคอนกรีตเดิมได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงแรกๆ ของการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มี Methyl Metaclorate Manoma (MMM) ผสมอยู่ ก็มีข้อด้อยคือ แรงดันไอน้ำสูง มีจุดติดไฟต่ำ และมีกลิ่นรุนแรง ฉะนั้น จึงได้มีการงดใช้สารชนิดนี้ไป

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมจนได้สารที่เรียกว่า Sika Pronto Monoma และคุณสมบัติต่างๆ ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยระบบของสารจำพวก Metacrylic Mortar นี้จะมีค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นสูง และมีค่าคงที่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่างๆ ฉะนั้น จึงทำให้การเข้ากับผิวคอนกรีตเดิมเป็นไปได้อย่างดี

วัสดุประเภทนี้จะถูกนำมาใช้งานในวิธีการเช่นเดียวกับสารจำพวก Epoxy Resin คือนำมาใช้เป็น Mortar (โดยผสมกับมวลรวม) ในงานซ่อมแซมต่างๆ ให้แก่คอนกรีต และสามารถนำมาใช้ในงานอุดรอยแตกได้ด้วย

E. ***คอนกรีตโพลีเมอร์ที่มีซีเมนต์เป็นส่วนผสมหลัก*** *(Cement Based Polymer Concrete)*

วัสดุที่เป็นที่นิยมใช้ในงานซ่อมแซมคอนกรีตจะเป็นโพลีเมอร์ผสมกับปูนทรายที่มีซีเมนต์เป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งถ้ามีน้ำผสมอยู่ก็จะเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical properties) ให้ดีขึ้น ผลที่ได้ก็คือ Polymer Emulsion ที่จะมีอนุภาคพลาสติกขนาดเล็กและมีรูปร่างกลม เป็นสารแขวนลอยอยู่ ผสมอยู่ทั่วไปในเนื้อปูนซีเมนต์ผสม (Cement Paste) ซึ่งก็จะทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวได้ดี ในขั้นตอนสุดท้ายของการผสมนั้นก็จะช่วยลดการซึมผ่าน (Permeability) และการหดตัว (Shrinkage) ในคอนกรีต ช่วยเพิ่มความทนทานต่อสารเคมี เพิ่มกำลังรับแรงดัน (Flexural Strength) และเพิ่มความทนทานต่อการขูดลอก (Abrasion)

4. Slurry Cement Mortar

วัสดุที่ใช้ในการอุดโพรงช่องว่างใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต จะต้องเป็นวัสดุผสมที่ผสมเข้ากันได้ดี มีสภาพเหลว ลื่นไหล ง่ายต่อการอัดฉีดเข้าภายในช่องว่างได้อย่างทั่วถึง ภายหลังการอัดฉีดและเมื่อวัสดุผสมแข็งตัวแล้ว จะต้องไม่เกิดการละลายหายไป ไม่เกิดการหดตัว หรือยุบตัว ไม่ถูกกัดเซาะหรือพัดพาไปได้ง่าย อันจะเป็นเหตุให้ยังคงมีช่องว่างเป็นโพรงได้อีก

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติวัสดุไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้งานควรเป็นประเภท Slurry Cement Mortar ซึ่งเป็นวัสดุผสมประกอบขึ้นด้วยวัสดุที่จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.1 **วัสดุมวลรวม**

วัสดุมวลรวมต้องเป็นวัสดุมวลรวมละเอียด ได้แก่ ทรายละเอียดที่แข็ง คงทน สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอันไม่พึงประสงค์ใด ๆ ปะปนอยู่ ซึ่งอาจทำให้คุณภาพส่วนผสมด้อยลงไป

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของมวลรวมละเอียดไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมละเอียดต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.1.1 มีขนาดโตสุดไม่เกิน 2.00 มิลลิเมตร เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 205 “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” ต้องผ่านตะแกรงขนาด 2.00 มิลลิเมตร (เบอร์ 10) ร้อยละ 100 และมีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 50

4.1.2 เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.–ท. 203 “วิธีการทดลองหาค่า Sand equivalent” ต้องมีค่า Sand Equivalent ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

4.1.3 เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.–ท. 201“วิธีการทดลองหา Organic Impurities ในทรายสำหรับคอนกรีต” แล้วจะต้องมีสีไม่แก่กว่าสีมาตรฐาน

4.2 **ปูนซีเมนต์**

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือประเภท 3 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก. 15 หรืออาจเป็นปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

4.3 **สารปอซโซลาน** (Pozzolanic Material)

สารปอซโซลานที่ใช้อาจเป็นเถ้าลอยจากถ่านหิน (Coal Fly Ash) หรือแคลซายด์ปอซโซลานธรรมชาติ (Calcined Natural Pozzolan) โดยมีคุณสมบัติทางเคมีตามตารางที่ 2.7 และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ตามตารางที่ 2.8

ให้ผู้รับจ้างเสนอผลการทดสอบคุณสมบัติของสารปอซโซลานจากแหล่งผลิต (General Test) โดยมีสถาบัน หน่วยราชการ หรือวิศวกรลงนามเป็นผู้รับรองผลการทดสอบ และต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปใช้งาน

ตารางที่ 2.7 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารปอซโซลานที่ต้องการ

รายการที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบ
1	ปริมาณรวมของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO2)	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50	ASTM C-311
2	อลูมิเนียมออกไซด์ (Al2O3) และ เหล็กออกไซด์ (Fe2O3)	ไม่เกินร้อยละ 5	ASTM C-311
3	ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO3)	ไม่เกินร้อยละ 3	ASTM C-311
4	ปริมาณความชื้น น้ำหนักที่สูญเสียเนื่องจากการเผา	ไม่เกินร้อยละ 6	ASTM C-311

ตารางที่ 2.8 แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของสารปอซโซลานที่ต้องการ

รายการที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบ
1	ความละเอียด ปริมาณที่ค้างบนตะแกรงขนาด 45 ไมโครเมตร (เบอร์ 325) โดยวิธีเปียก	ไม่เกินร้อยละ 50	ASTM C-430
2	ดัชนีกำลังเมื่อเทียบกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 (ที่อายุการบ่ม 7 วัน)	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60	ASTM C-311
3	ปริมาณน้ำที่ต้องการเมื่อเทียบกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1	ไม่เกินร้อยละ 115	ASTM C-311
4	ความอยู่ตัว เมื่อทดสอบการขยายตัวหรือหดตัวออโตเคลฟ (Autoclave)	ไม่เกินร้อยละ 0.8	ASTM C-151

4.4 น้ำ

น้ำที่จะนำมาใช้ผสมจะต้องสะอาด ปราศจากสารต่าง ๆ เช่น เกลือ น้ำมัน กรด ด่าง และอินทรียวัตถุ หรือสารอื่นใดในปริมาณที่ทำให้คุณภาพส่วนผสมด้อยลงไป

4.5 สารผสมเพิ่ม

ในกรณีที่ต้องการใช้สารผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงคุณภาพส่วนผสมนั้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

5. เหล็กเสริม

เหล็กเสริมในงานผิวทางคอนกรีตจะต้องเป็นตะแกรงลวดเหล็กกล้า หรือตะแกรงเหล็กเส้น และจะต้องมีเหล็กเดือย เหล็กยึด และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็น ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ ปลายแผง

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าหรือตะแกรงเหล็กเส้น จะต้องอยู่ห่างจากขอบของแผงคอนกรีตทุกด้านไม่เกิน 50 มิลลิเมตร

การเก็บรักษาเหล็กเสริม จะต้องขนส่งและจัดเก็บในสถานที่ที่แห้งมีหลังคาหรือวัสดุปิดคลุมมิดชิด ไม่ทำให้เหล็กบิดงอจากรูปร่างที่ต้องการ และป้องกันมิให้ฝุ่นผง น้ำมัน หรือสีเปรอะเปื้อนโดยไม่จำเป็น เมื่อนำมาใช้งานเหล็กเสริมจะต้องปราศจากสนิมขุม แต่อาจยอมให้มีสนิมที่ผิวเหล็กได้ ซึ่งเมื่อแปรงด้วยแปรงทองเหลืองแล้วสนิมเหล็กจะหลุดหายไป โดยที่เส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมไม่เปลี่ยนแปลง การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.1 ตะแกรงลวดเหล็กกล้า

หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ตะแกรงลวดเหล็กกล้าจะต้องมีคุณสมบัติตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต” มาตรฐานเลขที่ มอก. 737 ลวดที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “ลวดเหล็กกล้าดึงเย็นเสริมคอนกรีต” มาตรฐานเลขที่ มอก. 747 และขนาดของลวดที่เล็กที่สุดที่จะนำมาใช้ได้จะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ระบุ 3.3 มิลลิเมตร และพื้นที่หน้าตัดระบุ 8.56 ตารางมิลลิเมตร

ในกรณีที่ลวดเหล็กของตะแกรงลวดเหล็กกล้ามีการทาบเหลื่อม (Lapped Splices) ต้องจัดให้มีการทาบเหลื่อม โดยมีความยาวของการทาบเหลื่อมไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด และไม่น้อยกว่าระยะเรียงของเส้นลวดตามขวางในแนวตั้งฉาก (Cross Wire) + 50 มิลลิเมตร

ปริมาณของลวดเหล็กที่คิดคำนวณจากพื้นที่หน้าตัดระบุ และการจัดระยะเรียงระหว่างลวดเหล็กในแต่ละทิศทางให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

จุดเชื่อมของตะแกรงลวดเหล็กกล้าจะต้องมีความแข็งแรง และไม่หลุดจากกันในระหว่างการขนส่งและการจับวางในขณะทำงาน ทั้งนี้ตะแกรงลวดเหล็กที่ยอมให้ใช้ได้ เมื่อ

ก.) จุดเชื่อมในตะแกรงยอมให้หลุดได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมทั้งผืน หรือไม่เกินร้อยละ 1 ของจำนวนจุดเชื่อมในพื้นที่ 14 ตารางเมตร สำหรับตะแกรงที่เป็นม้วน

ข.) จุดเชื่อมที่หลุดในลวดเส้นใดเส้นหนึ่ง ต้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของจำนวนจุดเชื่อมที่ยอมให้หลุดสูงสุดตามที่กำหนดในข้อ ก.)

ในขณะที่ทำการวางตะแกรงลวดเหล็กกล้าเพื่อก่อสร้างผิวทางคอนกรีต แผงตะแกรงลวดเหล็กกล้าจะต้องมีลักษณะเป็นแผงเรียบ ไม่ม้วนงอ หรือบิดเบี้ยว

5.2 ตะแกรงเหล็กเส้น

เหล็กเส้นที่ใช้ทำตะแกรงเหล็กเส้น จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “เหล็กเส้นกลม” มาตรฐานเลขที่ มอก. 20 หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “เหล็กข้ออ้อย” มาตรฐานเลขที่ มอก. 24 โดยมีขนาดและระยะเรียงตามที่แสดงไว้ในแบบ

5.3 เหล็กเดือย

เหล็กเดือยต้องเป็นเหล็กเส้นกลม ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “เหล็กเส้นกลม” มาตรฐานเลขที่ มอก. 20 มีผิวเรียบ ปราศจากครีบ บั้ง หรือส่วนคดงออื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดการยึดติดในคอนกรีต ก่อนที่จะนำมาใช้งาน ครึ่งหนึ่งของความยาวของเหล็กเดือยแต่ละท่อนจะต้องทาด้วยแอสฟัลต์หรือจะใช้สีน้ำมันทาก่อนก็ได้ แล้วทาทับด้วยจาระบีอีกชั้นหนึ่ง แต่ทั้งนี้เหล็กเดือยที่ฝังในคอนกรีตเดิมให้เป็นด้านยึดติด (Fixed End) เท่านั้น

5.4 เหล็กยึด

เหล็กยึดต้องเป็นเหล็กข้ออ้อย ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “เหล็กข้ออ้อย” มาตรฐานเลขที่ มอก. 24

5.5 ปลอกเหล็กเดือย

ปลอกเหล็กเดือยจะต้องเป็นโลหะ หรือวัสดุสังเคราะห์ที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนจะนำมาใช้งาน ปลอกเหล็กเดือยจะต้องมีปลายข้างหนึ่งปิดและมีขนาดความยาวภายในไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร เมื่อสวมเหล็กเดือยเข้าไปได้ลึกไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตรแล้ว ยังต้องมีระยะห่างจากปลายเหล็กเดือยถึงปลอกเหล็กเดือยด้านปลายข้างที่ปิดไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตรปลอกเหล็กเดือยจะต้องเป็นแบบที่ไม่โก่งหรือชำรุดเสียหายในระหว่างการก่อสร้าง การจัดวางจะต้องให้ระยะห่างจากผิวของเหล็กเดือยด้านเส้นรอบวงถึงผิวด้านในเส้นรอบวงของปลอกเหล็กเดือยไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร

6. วัสดุเชื่อมประสาน (Bonding Agents)

ใช้เพื่อเพิ่มการยึดเกาะระหว่างผิวคอนกรีตเก่าและผิวคอนกรีตใหม่ที่ใช้ในการซ่อมแซมโดยไม่ต้องใช้การเชื่อมประสานทางกล ทั้งนี้ยังมีปัจจัยสำคัญ 2 ประการซึ่งมีผลต่อแรงยึดเหนี่ยว คือ 1) กำลังและความสมบูรณ์ของคอนกรีตเดิม 2) ความสะอาดของพื้นผิวคอนกรีตเดิม วัสดุเชื่อมประสานที่ใช้ในงานคอนกรีตทั่วไปสามารถเป็นวัสดุธรรมชาติ หรือวัสดุสังเคราะห์ โดยวัสดุเชื่อมประสานที่ใช้งานอย่างกว้างขวาง ได้แก่ Latex Emulsions และ Epoxies โดยในการเลือกใช้วัสดุเชื่อมประสานให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

7. วัสดุบ่มคอนกรีต

7.1 กระสอบ

กระสอบที่ใช้ต้องทำมาจากป่านหรือปอ และขณะที่นำมาใช้จะต้องอยู่ในสภาพดีไม่เปรอะเปื้อนดินโคลนหรือวัสดุที่ไม่พึงประสงค์อื่นใด ซึ่งจะทำให้กระสอบนั้นดูดซึมน้ำไม่ดี ไม่ประกอบด้วยวัสดุที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต เมื่อจุ่มหรือราดน้ำสามารถดูดน้ำได้ดี มีคุณสมบัติตาม AASHTO M 182: Burlap Cloth Made From Jute or Kenaf หรือเทียบเท่า

วัสดุอื่นใดที่จะนำมาใช้บ่มคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

7.2 สารเหลวบ่มคอนกรีต (Liquid Membrane - Forming Compounds)

สารเหลวบ่มคอนกรีต จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “สารเหลวบ่มคอนกรีต” มาตรฐานเลขที่ มอก. 841

ตารางที่ 2.9 มาตรฐานงานทาง

ประเภทงานซ่อม	มาตรฐานงานทาง
Joint Resealing	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 324/2543 "มาตรฐานการเปลี่ยน (Resealing) วัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน"
Crack Filling	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 321/2543 "มาตรฐานการอุดซ่อมรอยแตกในถนนคอนกรีตด้วยวัสดุยาแนวรอยต่อชนิดเทร้อน" มาตรฐานที่ ทล.-ม. 328/2544 "มาตรฐานการซ่อมรอยแยกตัวระหว่างไหล่ทางกับผิวทางคอนกรีตด้วยวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน"
Grinding and Grooving	ไม่มีมาตรฐานควบคุม
Load Transfer Restoration	ไม่มีมาตรฐานควบคุม
Partial-depth Repair	ไม่มีมาตรฐานควบคุม
Subsealing	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 327/2543 "มาตรฐานการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)"
Full-depth Repair	มาตรฐานที่ ทล.-ม. 326/2544 "มาตรฐานการเปลี่ยนซ่อมแผ่นพื้นคอนกรีตแบบ Full – Depth Repair "

ตารางที่ 2.10 สรุปชุดเครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือ / วิธีการซ่อมแซม	วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อซิลิโคนเทร้อน (Joint Resealing)	วิธีการอุดซ่อมรอยแตก (Crack Filling)	วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Grinding and Grooving)	วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)	วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair)	วิธีการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)	วิธีการซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair)
เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับตัดและสกัดคอนกรีต							
- เครื่องตัดคอนกรีต(Concrete Sawing Machine)		√		√	√		√
- เครื่องสกัดคอนกรีตขนาดเล็ก(Jackhammer)							
- ค้อน(Ball-peen Hammer)							
- Light Pneumatic Hammer							
- รถขุดตัก(Excavator)							
เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับทำงานคอนกรีต							
- เครื่องผสมคอนกรีต(Concrete Mixer)				√	√		√
- แบบหล่อคอนกรีต							
- เครื่องเขย่าคอนกรีต(Vibrator)							
- เครื่องมือปรับแต่งความเรียบ(Finishing Devices)							

วิธีการซ่อมแซม / เครื่องจักรและเครื่องมือ	วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อซิลิโคนเทร้อน (Joint Resealing)	วิธีการอุดซ่อมรอยแตก (Crack Filling)	วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Grinding and Grooving)	วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)	วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair)	วิธีการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)	วิธีการซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair)
เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับงานรอยต่อและรอยแตกคอนกรีต - เครื่องขุดรอยต่อ(Joint Sealant Remover) - ถังต้มวัสดุยาแนวรอยต่อ(Melting Kettle) - เครื่องหยอดวัสดุยาแนวรอยต่อ(Joint Filling Machine) - ถังหยอดวัสดุยารอยต่อแบบมือถือ(Hand Pouring Bucket) - เครื่องขัดรอยต่อ(Joint Grinder) - เครื่องเป่าแห้ง(Dryer) - เครื่องพ่นวัสดุทารอยต่อ(Primer Spray machine)	√	√		√	√		√
เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับขูดผิวหน้าคอนกรีต - เครื่องจักรสำหรับปรับปรุงผิวหน้าคอนกรีตแบบขูด (Grinding and Grooving) - รถน้ำที่มีระบบดูดของเหลว			√				
เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นคอนกรีต - เครื่องเจาะรูแผ่นพื้นคอนกรีต(Concrete Machine) - เครื่องผสม(Mixer) - เครื่องอัดฉีดส่วนผสม(Injection Machine)						√	

วิธีการซ่อมแซม / เครื่องจักรและเครื่องมือ	วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อซิลิโคนเทร้อน (Joint Resealing)	วิธีการอุดซ่อมรอยแตก (Crack Filling)	วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต (Grinding and Grooving)	วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)	วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair)	วิธีการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)	วิธีการซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair)
เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับทำความสะอาดพื้นที่ซ่อมแซม - เครื่องเป่าลม - เครื่องทำความสะอาดด้วยทราย - เครื่องทำความสะอาดด้วยน้ำแรงดันสูง	√	√	√	√	√	√	√
เครื่องจักรและเครื่องมือประกอบ - เครื่องมือขุดร่องระบายน้ำ รถไม้กวาด เครื่องบดอัดขนาดเล็ก เครื่องเจาะรูคอนกรีตเพื่อติดตั้งเหล็กเดือยและเหล็กยึด รถบรรทุกน้ำ(Water Truck) เครื่องมือทดสอบการไหล(แบบ Flow Cone)	√	√	√	√	√	√	√

เครื่องจักร (Machine) และเครื่องมือ (Tool)

1. เครื่องจักร และ เครื่องมือ สำหรับตัดและสกัดคอนกรีต

เครื่องตัดคอนกรีต

(Concrete Sawing Machine)

เครื่องจักรสกัดคอนกรีตขนาดเล็ก

(Jackhammer)

ค้อน (Ball-peen Hammer)

Light Pneumatic Hammer

รถขุดตัก (Excavator) ใช้สำหรับขุดและขนย้ายวัสดุออกจากพื้นที่ทำงานหรืองานอื่นๆ ที่จำเป็น

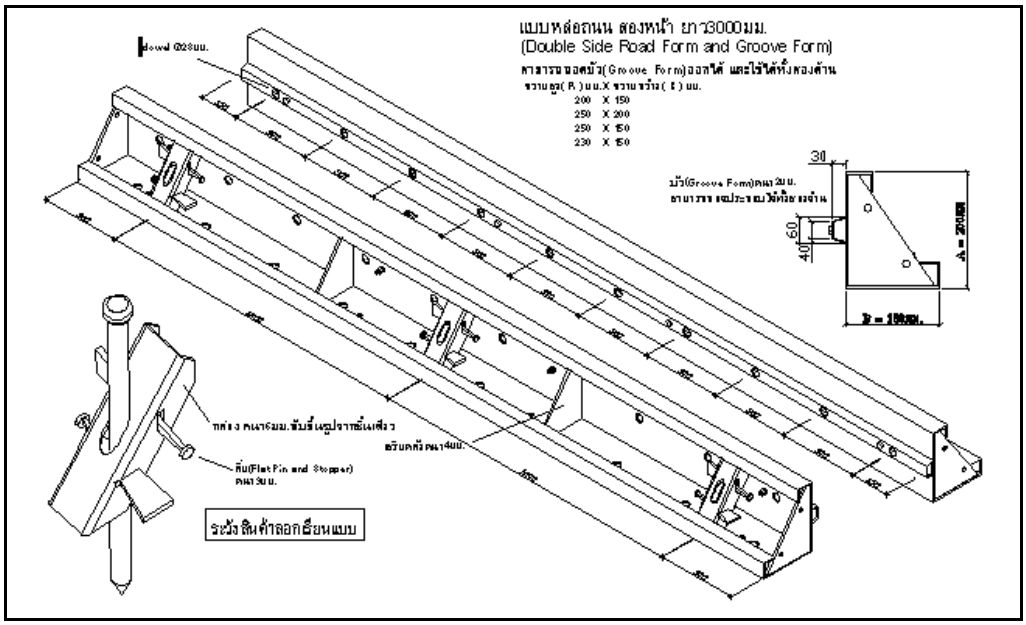
รถทุบคอนกรีต (Concrete Breaker) ใช้สำหรับทุบแผ่นพื้นคอนกรีตเพื่อรื้อออก

2. เครื่องจักร และ เครื่องมือ สำหรับทำงานคอนกรีต

เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer) .ใช้ผสมคอนกรีตที่มีปริมาณไม่มาก

รถผสมคอนกรีต (Concrete Mobile Mixer) ใช้ผสมคอนกรีตและเทเมื่อต้องการความรวดเร็ว และมีปริมาณมาก

แบบหล่อคอนกรีต (Formwork)



เครื่องเขย่าคอนกรีต (Vibrator) ใช้สำหรับจี้คอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะใช้ในงานซ่อมแซมขนาดใหญ่เช่น การซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา

เครื่องมือปรับแต่งความเรียบผิวหน้า (Finishing Devices) ใช้สำหรับปาดหน้าผิวคอนกรีตให้เรียบโดยอาจใช้เกรียงปาด หรือใช้เครื่องปาดหน้าคอนกรีต

3. เครื่องจักร และ เครื่องมือ สำหรับทำงานรอยต่อคอนกรีต และรอยแตกคอนกรีต

เครื่องขุดรอยต่อ (Joint Sealant Remover) ใช้สำหรับขุดเศษวัสดุออกจารอยต่อหรือรอยแตก ซึ่งลักษณะของเครื่องจักรชนิดนี้จะเป็นชนิดเดียวกับเครื่องตัดคอนกรีตโดยเปลี่ยนขนาดของใบมีด

ใบมีดขุดรอยต่อ ใช้สำหรับขุดเศษวัสดุออกจากรอยต่อ โดยอาจเป็นเครื่องมือที่หาได้ง่าย หรือดัดแปลงจากอุปกรณ์ที่มีอยู่ก็ได้

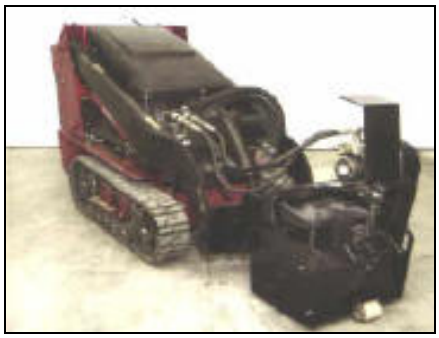
เครื่องเผารอยต่อเดิมแบบเปลวเพลิงและเตาฟู่ ใช้สำหรับหลอมละลายวัสดุยารอยต่อหรือรอยแตก ออกจากพื้นทำงาน

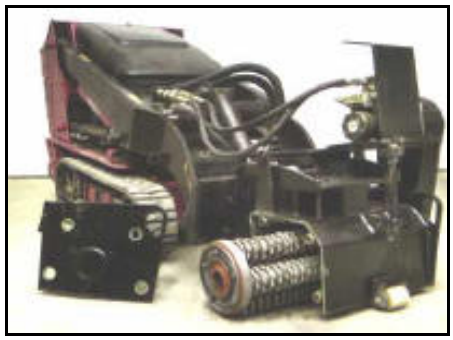
ถังต้มวัสดุยาแนวรอยต่อ (Melting Kettle) ใช้สำหรับหลอมละลายวัสดุยารอยต่อหรือรอยแตก แล้วนำไปหยอดในพื้นที่ๆเตรียมไว้

เครื่องหยอดวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint Filling Machine)

ถังหยอดวัสดุยารอยต่อแบบมือถือ (Hand Pouring Bucket) ใช้สำหรับหยอดรอยต่อหรือรอยแตก เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณงานไม่มาก

เครื่องขัดรอยต่อ (Joint Grinder) ใช้สำหรับขัดรอยต่อหรือรอยแตกที่ทำการซ่อมแซมเพื่อให้เศษวัสดุเก่าหลุดออกจากพื้นผิวคอนกรีต





เครื่องเป่าแห้ง (Dryer) ใช้เป่าลมเพื่อทำความสะอาดรอยต่อหลังจากขุดรื้อวัสดุเดิม

เครื่องพ่นวัสดุทารอยต่อ (Primer Spray machine) ใช้สำหรับพ่นวัสดุทารอยต่อ โดยอาจใช้อุปกรณ์พ่นยาการเกษตรแบบสะพาย ที่มีหัวพ่นขนาดเล็กมาใช้แทนได้

4. เครื่องจักร และ เครื่องมือ สำหรับทำความสะอาด

ใช้สำหรับทำความสะอาดพื้นที่ๆจะทำการซ่อมแซม เพื่อไม่ให้มี เศษวัสดุขนาดเล็กตกค้างอยู่ในพื้นที่ทำงาน

เครื่องเป่าลม (Blower)

เครื่องทำความสะอาดด้วยน้ำแรงดันสูง

เครื่องทำความสะอาดด้วยทราย (Sandblast)

5.เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับขูดผิวหน้าคอนกรีต

เครื่องจักรสำหรับปรับปรุงผิวหน้าคอนกรีตแบบขูด (Grinding and Grooving) และ **เครื่องดูดกากคอนกรีต** โดยปกติจะใช้ทำงานร่วมกัน สำหรับตกแต่งผิวหน้าคอนกรีต ให้มีความฝืดเพิ่มขึ้น

6.เครื่องจักรและเครื่องมือสำหรับอุดโพรงใต้แผ่นคอนกรีต

เครื่องเจาะรูแผ่นพื้นคอนกรีต (Coring Machine) ใช้สำหรับเจาะรูแผ่นพื้นคอนกรีตให้เป็นโพรงตามขนาดที่กำหนด โดยสามารถเปลี่ยนขนาดหัวเจาะตามแบบที่ต้องการได้

เครื่องผสมและอัดฉีดส่วนผสม (Mixer and Injection Machine) เป็นเครื่องมือที่ประกอบไปด้วยถังผสมวัสดุ และเครื่องอัดฉีด ใช้ในงาน Subsealing

7.เครื่องจักร เครื่องมือประกอบ

เครื่องมือขุดร่องระบายน้ำ ใช้สำหรับขุดให้เป็นร่องเพื่อทำการติดตั้งระบบระบายน้ำ

เครื่องสกัดคอนกรีตเพื่อติดตั้งเหล็กเดือยและเหล็กยึด

รถน้ำ (Water Truck)

เครื่องตบดิน (Rammer and Plate)

เครื่องมือทดสอบการไหล (แบบ Flow Cone) ใช้สำหรับทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีต เพื่อใช้ในงาน Subsealing

วิธีประเมินค่าใช้จ่าย

1.วิธีการเปลี่ยนวัสดุยารอยต่อชนิดเทร้อน (Joint Resealing)

ปริมาณงานที่ทำได้ 300 ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	ขุดลอกวัสดุยารอยต่อเดิมออก
2	ทำความสะอาดรอยต่อ
1	ทาหรือพ่นวัสดุทารอยต่อ (Primer)
1	หยอดวัสดุยารอยต่อ (Joint Sealer) ลงรอยต่อที่เตรียมไว้
1	เตรียมวัสดุยารอยต่อ
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
Joint Sealer	187.5	ลิตร	ปริมาณ Joint Sealer ที่ใช้ 0.625 ลิตร/ม.
Primer	5.0	ลิตร	ปริมาณใช้จริงของ Primer ให้ใช้ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	ชุด	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ไม้กวาด แปรงลวด ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
เครื่องยาแนวคอนกรีต(29)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
เครื่องขุดลอกรอยต่อ	1	เครื่อง	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

2.วิธีการอุดซ่อมรอยแตก (Crack Filling)

ปริมาณงานที่ทำได้ 100 ม./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
1	ใช้เครื่องตัดรอยแตกตัดตามแนวรอยแตกที่จะอุดซ่อม
1	ทำความสะอาดพื้นที่
1	ทาหรือพ่นวัสดุทารอยแตก (Joint Primer)
1	หยอดวัสดุยารอยแตกลงพื้นที่ที่เตรียมไว้
1	เตรียมวัสดุยารอยแตก
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
Joint Sealer	62.5	ลิตร	ปริมาณ Joint Sealer ที่ใช้ 0.625 ลิตร/ม.
Primer	2.0	ลิตร	ปริมาณใช้จริงของ Primer ให้ใช้ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	ชุด	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ไม้กวาด แปรงลวด ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
เครื่องตัดคอนกรีต(12)	1	เครื่อง	
เครื่องยาแนวคอนกรีต(29)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

3.**วิธีการขูดแต่งผิวหน้าคอนกรีต** (Grinding and Grooving)

เป็นวิธีการที่แนะนำขึ้นมาใหม่ ยังไม่ได้ดำเนินงานซ่อมของกรมทางหลวง จึงขาดข้อมูลสำหรับการประมาณการ

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

4.วิธีการซ่อมแซมระบบถ่ายน้ำหนัก (Load Transfer Restoration)

เป็นวิธีการที่แนะนำขึ้นมาใหม่ ยังไม่ได้ดำเนินงานซ่อมของกรมทางหลวง จึงขาดข้อมูลสำหรับการประมาณการ

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

5.1 วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair) บริเวณกลางแผ่น

ปริมาณงานที่ทำได้ 20 ตร.ม./วัน (2 แห่งๆละ 10 ตร.ม.)

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
3	ขุดรื้อผิวทางที่ชำรุดและขนทิ้ง
1	ทำความสะอาดพื้นที่และทาน้ำยาประสานคอนกรีต (Bonding Agent)
3	ผสม เท และแต่งผิวหน้าคอนกรีต
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
คอนกรีตชนิดพิเศษ	0.20	ลบ.ม.	ขุดรื้อพื้นที่เสียหายลึก 10 ซม. คิดเป็น 0.20 ลบ.ม.
Bonding Agent	7.0	ลิตร	ปริมาณใช้จริงของ Bonding Agent ให้ใช้ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องจี้คอนกรีต จอบ พลั่ว ค้อน ไม้กวาด ฯลฯ
เครื่องเจาะหิน(11)	1	เครื่อง	
เครื่องตัดคอนกรีต(12)	1	เครื่อง	
เครื่องสะเทือนคอนกรีต(37)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
เครื่องผสมคอนกรีต(94)	1	เครื่อง	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

5.2 วิธีการซ่อมแซมบางส่วนของความหนา (Partial-depth Repair) บริเวณรอยต่อ

ปริมาณงานที่ทำได้ 4 ตร.ม./วัน (10 แห่งๆละ 0.4 ตร.ม.)

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
4	ขุดรื้อผิวทางที่ชำรุดและขนทิ้ง
2	ทำความสะอาดพื้นที่และทาน้ำยาประสานคอนกรีต (Bonding Agent)
3	ผสม เท และแต่งผิวหน้าคอนกรีต
1	ยาแนวรอยต่อ
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
คอนกรีตชนิดพิเศษ	0.40	ลบ.ม.	ขุดรื้อพื้นที่เสียหายลึก 10 ซม. คิดเป็น 0.40 ลบ.ม.
Bonding Agent	7.0	ลิตร	ปริมาณ Joint Sealer ที่ใช้ 0.625 ลิตร/ม.
Joint Sealer	14.0	ลิตร	ปริมาณใช้จริงของ Primer และ Bonding Agent ให้ใช้
Primer	2.0	ลิตร	ตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	ชุด	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องจี้คอนกรีต จอบ พลั่ว
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	ค้อน ไม้กวาด ฯลฯ
เครื่องเจาะหิน(11)	1	เครื่อง	
เครื่องตัดคอนกรีต(12)	1	เครื่อง	
เครื่องยาแนวคอนกรีต(29)	1	เครื่อง	
เครื่องสะเทือนคอนกรีต(37)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
เครื่องผสมคอนกรีต(94)	1	เครื่อง	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

6.วิธีการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)

ปริมาณงานที่ทำได้ 2,000 กก./วัน

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	เจาะรูแผ่นพื้นคอนกรีต
2	ติดตั้งหัวอัดฉีด
3	ผสมวัสดุอุดซ่อมและควบคุมเครื่องอัดฉีด
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
Slurry Cement Mortar	2,000	กก.	น้ำหนักวัสดุคิดเป็นน้ำหนักแห้ง

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องมือทดสอบการไหล กรวยยาง ไม้กวาด ฯลฯ
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
เครื่องอัดน้ำปูน(97)	1	เครื่อง	
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(98)	1	เครื่อง	
เครื่องเจาะแผ่นพื้นคอนกรีต	1	เครื่อง	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

7.วิธีการซ่อมแซมตลอดช่วงความหนา (Full-depth Repair)

ปริมาณงานที่ทำได้ 140 ตร.ม./วัน(4 แห่งๆละ 35.0 ตร.ม.)

แรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

จำนวน (คน)	ลักษณะหน้าที่คนงาน
2	ตัดแผ่นพื้นคอนกรีต
4	ขุดรื้อแผ่นพื้นคอนกรีต และขนทิ้ง พร้อมทำความสะอาด
2	ปรับแต่งและบดอัดพื้นที่ให้ได้ระดับ
15	ผสม เท และแต่งผิวหน้าคอนกรีต
2	ยาแนวรอยต่อ
1	อำนวยความปลอดภัย

วัสดุ

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
คอนกรีตผสมเสร็จ	35.0	ลบ.ม.	ขุดรื้อตลอดช่วงความหนา 25 ซม. คิดเป็น 35.0 ลบ.ม.
Lean Concrete	21.0	ลบ.ม.	Lean Concrete ใช้กรณีต้องรีบเปิดการจราจร
เหล็กตะแกรง	140	ตร.ม.	เหล็ก Tie Bar ขนาด dia. 16 มม.@ 60 ซม.
เหล็ก Tie Bar	144	อัน	เหล็ก Dowel Bar ขนาด dia. 25 มม.@ 30 ซม.
เหล็ก Dowel Bar	96	อัน	ปริมาณ Joint Sealer ที่ใช้ 0.625 ลิตร/ม.
Epoxy	7.20	ลิตร	ปริมาณใช้จริงของ Epoxy และ Primer ให้ใช้ตามที่
Joint Filler	27.0	ตร.ม.	บริษัทผู้ผลิตแนะนำไว้
Joint Sealer	67.5	ลิตร	
Primer	2.0	ลิตร	

เครื่องจักรและเครื่องมือ

รายการ	จำนวน	หน่วย	หมายเหตุ
เตาต้มยางพร้อมเครื่องพ่น(09)	1	เครื่อง	อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องจี้คอนกรีต จอบ พลั่ว ค้อน ไม้กวาด ฯลฯ
เครื่องอัดลมพร้อมอุปกรณ์(10)	1	เครื่อง	
เครื่องตัดคอนกรีต(12)	1	เครื่อง	
เครื่องสะเทือนดิน(36)	1	เครื่อง	
เครื่องยาแนวคอนกรีต(29)	1	เครื่อง	
รถบดล้อเหล็ก(31)	1	คัน	
เครื่องสะเทือนคอนกรีต(37)	1	เครื่อง	
เครื่องทำลายคอนกรีต(39)	1	เครื่อง	
รถบรรทุก(46)	1	คัน	
รถตักหน้า-ขุดหลัง(77)	1	คัน	
เครื่องผสมคอนกรีต(94)	1	เครื่อง	
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(98)	1	เครื่อง	
อุปกรณ์อื่นๆ	1	ชุด	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร ที่ใช้เป็นค่าแนะนำเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

ภาคผนวก ค

วิธีการป้องกันน้ำท่วมขังใต้ผิวทางโดยติดตั้งระบบระบายน้ำ

(Subdrainage)

วิธีการป้องกันน้ำท่วมขังใต้ผิวทางโดยติดตั้งระบบระบายน้ำ (Subdrainage)

1 ความหมาย

การป้องกันน้ำท่วมขังใต้ผิวทางโดยติดตั้งระบบระบายน้ำ หมายถึง วิธีการป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมขัง ได้แก่การเกิด Pumping ทำให้ชั้นทางอ่อนตัว โดยรูปแบบระบบระบายน้ำและตำแหน่งการติดตั้ง ให้เป็นไปตามวิศวกรออกแบบ หรือกำหนดไว้ในรูปแบบและรายละเอียดการก่อสร้าง

2 วัตถุประสงค์

ก) เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการท่วมขังของน้ำใต้แผ่นพื้นคอนกรีต

3 วัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับการระบายน้ำใต้ผิวทาง อาจประกอบด้วย ท่อ PVC เจาะรู, แผ่นใยสังเคราะห์, ทราย, หินคลุก, ซีเมนต์ผง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบและรายละเอียด

4 เครื่องจักร และ เครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานต้องมีสภาพดี การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และอยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรและเครื่องมืออาจมีดังนี้

ก) เครื่องมือสำหรับขุดและทำความสะอาดร่องระบายน้ำ ได้แก่ เครื่องมือขุดร่องระบายน้ำ, เครื่องตัดคอนกรีต, จอบ, พลั่ว, รถไม้กวาด, ไม้กวาด เป็นต้น

ข) เครื่องมือสำหรับบดอัด ได้แก่ เครื่องบดอัดขนาดเล็ก เป็นต้น

5 วิธีการทำระบบระบายน้ำ

5.1 การเตรียมพื้นที่

ก) ใช้เครื่องขุดร่องเพื่อทำระบบระบายน้ำตามยาวและตามขวาง ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ในรูปแบบและรายละเอียดการก่อสร้าง

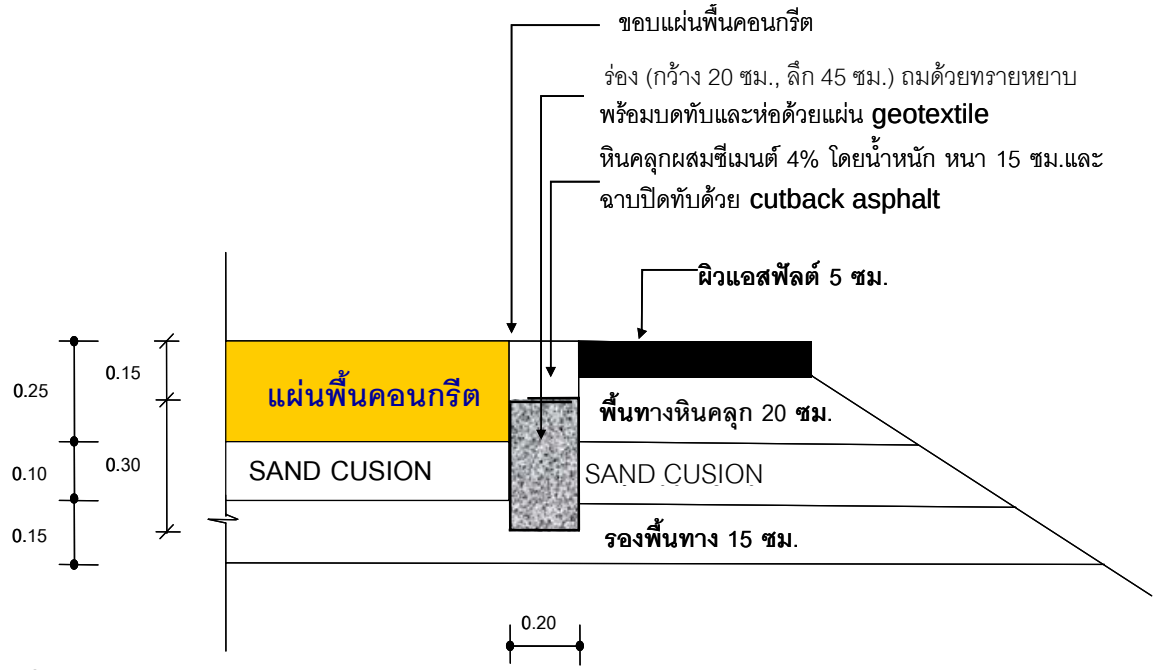
5.2 การก่อสร้างระบบระบายน้ำ

ก) ปูแผ่นใยสังเคราะห์ที่ใช้ระบายน้ำ

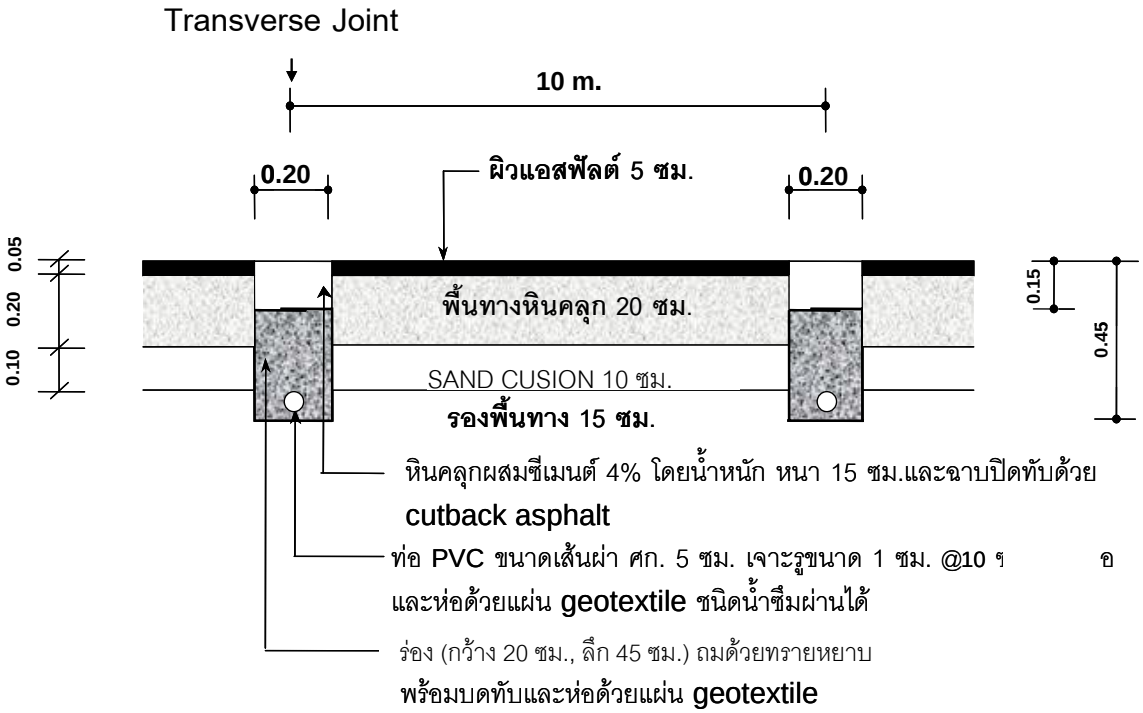
ข) ใส่ทรายหยาบชุ่มน้ำ บดอัดแน่นจะได้ความหนาอย่างน้อย 30 ซ.ม. ระบบระบายน้ำตามแนวขวาง ต้องใส่ท่อ PVC และเจาะรูตามรูปแบบที่กำหนด

ค) ห่อหุ้มแผ่นใยสังเคราะห์ที่ใช้ระบายน้ำ โดยมีระยะเหลื่อมอย่างน้อย 10 ซม.

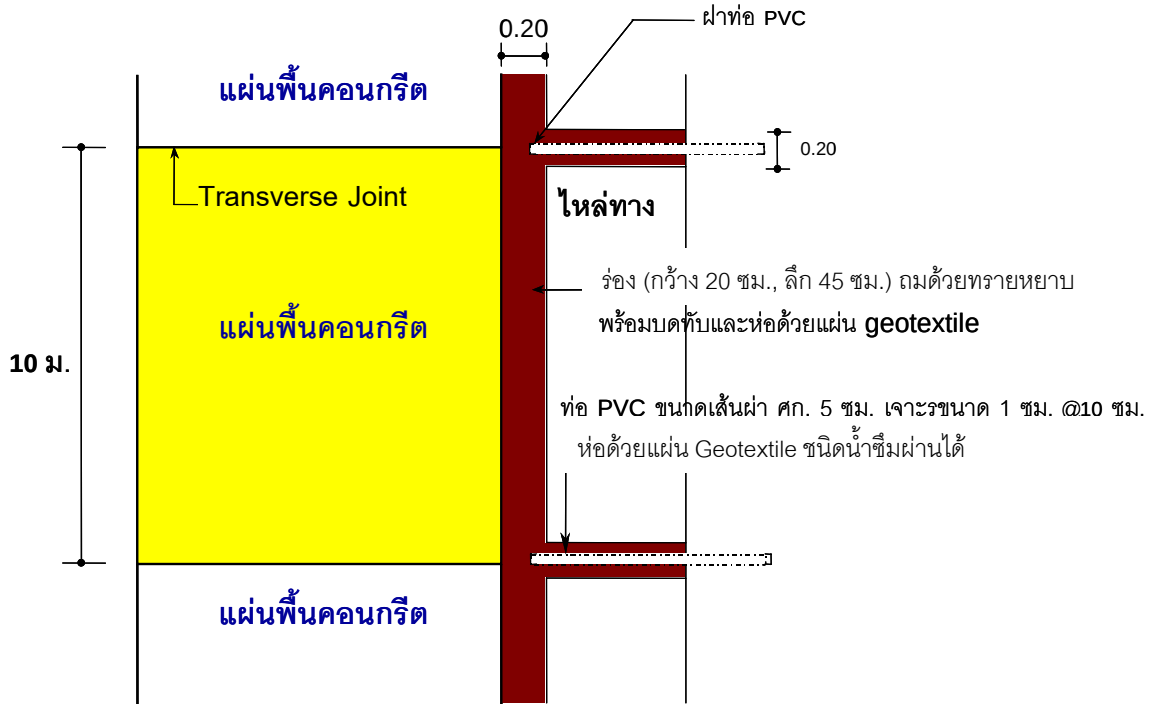
ง) ใส่หินคลุกผสมซีเมต์ตามกำหนด ความหนาอย่างน้อย 15 ซ.ม. พร้อมบดอัดแน่น



รูปที่ 1 รูปตัดแนะนำตามแนวขวาง



รูปที่ 2 รูปตัดแนะนำตามแนวยาว



รูปที่ 3 รูปแบบแนะนำการก่อสร้าง

หมายเหตุ รูปที่ 1, 2 และ 3 เป็นเพียงรูปแบบ**แนะนำ**เท่านั้น

รูปที่ 4 ขุดร่องตามแนวที่กำหนด

รูปที่ 5 ปูแผ่น Geotextile และวางท่อ PVC

รูปที่ 6 ปูทับด้วยหินคลุกผสมซีเมนต์

รูปที่ 7 บดทับให้แน่น

6 ข้อแนะนำ

ก) วิธีการใช้หรือพิจารณาตำแหน่งที่ติดตั้ง จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ และลักษณะการไหลของน้ำ

ข) ติดตั้งเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ให้พึงระวังไว้ว่าการติดตั้งระบบระบายน้ำที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดการสะสมของน้ำในชั้นทางได้เช่นกัน