มาตรฐานที่ ทล.-ม. 327/2543

มาตรฐานการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)

ปีที่จัดทำ พ.ศ. 2543

คลังความรู้

มาตรฐาน ข้อกำหนด
คู่มือกลาง

มาตรฐานและข้อกำหนด (ทล.-ม)

สำนักมาตรฐานและประเมินผล
กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

กรมทางหลวง

มาตรฐานการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต (Subsealing)

* * * * *

การอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต หมายถึง การอุดซ่อมโพรงช่องว่างที่เกิดขึ้นใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต โดยวิธีการเจาะรูแผ่นพื้นถนนคอนกรีตบริเวณที่มีโพรงอยู่ข้างใต้จนทะลุแผ่นพื้น แล้วอัดฉีดด้วยวัสดุประเภท Slurry Cement Mortar หรือวัสดุอื่นใด ตามรูปแบบและข้อกำหนด โดยใช้แรงดันเพื่อเติมวัสดุดังกล่าวข้างต้นให้เต็มปริมาตรโพรงช่องว่างที่เกิดขึ้น

1. <u>การใช้งาน</u>

ใช้ในงานซ่อมบำรุงถนนคอนกรีต ที่เกิดโพรงช่องว่างใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต ซึ่งเป็นความเสียหาย เนื่องจาก Pumping action ที่เกิดจากน้ำซึมผ่านตามแนวรอยต่อหรือรอยแตกเข้าไปสะสมในชั้นทางใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีตหรือสาเหตุอื่นๆ ถ้าหากละเลยไม่ดูแลรักษารอยต่อหรือรอยแตกและการอุดซ่อมโพรงใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีตแล้ว ความเสียหายอาจจะขยายตัวลุกลามจนทำให้เกิดรอยแตกโครงสร้าง (Structural Crack) กับแผ่นพื้นถนนคอนกรีตได้

2. <u>วัสดุ</u>

วัสดุที่ใช้ในการอุดโพรงช่องว่างใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีต จะต้องเป็นวัสดุผสม ที่ผสมเข้ากันได้ดี มีสภาพเหลว ลื่นไหล ง่ายต่อการอัดฉีดเข้าภายในช่องว่างได้อย่างทั่วถึง ภายหลังการอัดฉีด และเมื่อวัสดุผสมแข็งตัวแล้ว จะต้องไม่เกิดการละลายหายไป ไม่เกิดการหดตัว หรือยุบตัว ไม่ถูกกัดเซาะหรือพัดพาไปได้ง่าย อันจะเป็นเหตุให้ยังคงมีช่องว่างเป็นโพรงได้อีก

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติวัสดุไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้งานควรเป็นประเภท Slurry Cement Mortar ซึ่งเป็นวัสดุผสมประกอบขึ้นด้วยวัสดุที่จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.1 <u>วัสดุมวลรวม</u>

วัสดุมวลรวม ต้องเป็นวัสดุมวลรวมละเอียด ได้แก่ทรายละเอียดที่แข็ง คงทน สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอันไม่พึงประสงค์ใดๆ ปะปนอยู่ ซึ่งอาจทำให้คุณภาพส่วนผสมด้อยลงไป

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของมวลรวมละเอียดไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมละเอียดต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.1.1 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

2.1.2 เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 203 "วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent" ต้องมีค่า Sand Equivalent ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

2.1.3 เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล. – ท. 201 "วิธีการทดลองหา Organic Impurities ในทรายสำหรับคอนกรีต" แล้วจะต้องมีสีไม่แก่กว่าสีมาตรฐาน

2.2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือประเภท 3 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก. 15 หรืออาจเป็นปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

2.3 สารปอซโซลาน (Pozzolanic Material)

สารปอซโซลานที่ใช้อาจเป็นเถ้าลอยจากถ่านหิน (Coal Fly Ash) หรือแคลซายด์ปอซโซลานธรรมชาติ (Calcined Natural Pozzolan) โดยมีคุณสมบัติทางเคมีตามตารางที่ 1 และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของสารปอซโซลานที่ต้องการ

รายการที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	ปริมาณรวมของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiC_2) อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) และเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50	ASTM C-311
2	ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3)	ไม่เกินร้อยละ 5	ASTM C-311
3	ปริมาณความชื้น	ไม่เกินร้อยละ 3	ASTM C-311
4	น้ำหนักที่สูญเสียเนื่องจากการเผา	ไม่เกินร้อยละ 6	ASTM C-311

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของสารปอซโซลานที่ต้องการ

รายการที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
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	ปริมาณน้ำที่ต้องการเมื่อเทียบกับปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ประเภท 1	ไม่เกินร้อยละ 115	ASTM C-311
4	ความอยู่ตัว เมื่อทดสอบการขยายตัวหรือหดตัว ออโตเคลฟ (Autoclave)	ไม่เกินร้อยละ 0.8	ASTM C-151

ให้ผู้รับจ้างเสนอผลการทดสอบคุณสมบัติของสารปอซโซลานจากแหล่งผลิต (General Test) โดยมีสถาบัน หน่วยราชการหรือวิศวกรลงนามเป็นผู้รับรองผลการทดสอบ และต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปใช้งาน

2.4 น้ำ

น้ำที่จะนำมาใช้ผสมจะต้องสะอาดปราศจากสารต่างๆ เช่น เกลือ น้ำมัน กรด ด่าง และอินทรีย์วัตถุ หรือสารอื่นใดในปริมาณที่ทำให้คุณภาพส่วนผสมด้อยลงไป

2.5 สารผสมเพิ่ม

ในกรณีที่ต้องการใช้สารผสมเพิ่มเพื่อปรับปรุงคุณภาพส่วนผสมนั้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

3. การออกแบบส่วนผสม

3.1 คุณสมบัติของส่วนผสม

หากไม่ได้ระบุส่วนผสมไว้เป็นอย่างอื่น ส่วนผสมจะต้องเป็นส่วนผสมประเภท Slurry Cement Mortar ที่มีวัสดุในข้อ 2.2 และข้อ 2.4 เป็นส่วนประกอบ สำหรับวัสดุตามข้อ 2.1 ข้อ 2.3 และข้อ 2.5 นั้น ให้เป็นไปตามวิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาเลือกใช้ตามความเหมาะสม โดยกำหนดให้ส่วนผสมมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

3.1.1 ส่วนผสมเมื่ออยู่ในสภาพข้นเหลว ต้องไม่เกิดการแยกตัวหรือตกตะกอน ไม่เกิดน้ำไหลเยิ้มต้องมีสภาพไหลลื่นได้ดี สามารถไหลเข้าอุดโพรงได้อย่างทั่วถึง เมื่อทดลองตามวิธีการทดลอง

ASTM : C 939 Flow of Grout for Preplaced - Aggregate Concrete (Flow Cone Method) มีค่าระหว่าง 8 - 16 วินาที

3.1.2 เมื่อแข็งตัว ต้องไม่เกิดการหดตัว และมีค่าความต้านทานแรงอัด เมื่อทดลองตามวิธีการทดลอง ASTM : C 109 Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2 in. or 50 mm. Cube Specimens) ไม่น้อยกว่า 5.19 เมกะพาสคัล (750 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 52.75 กิโลกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร) ที่อายุครบ 7 วัน หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการแบบส่วนผสมและผลการทดสอบให้นายช่างผู้ควบคุมงานเพื่อตรวจสอบและอนุญาตก่อนนำไปใช้งาน

กรณีผลการตรวจสอบส่วนผสมในสนามหรือในห้องปฏิบัติการ ไม่เป็นไปตามรายการแบบส่วนผสมหรือคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างหยุดดำเนินการซ่อมไว้ก่อนแล้วทำการปรับปรุงและส่งรายการแบบส่วนผสมใหม่พร้อมผลการทดสอบแก่นายช่างผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้ได้ก่อนที่จะดำเนินการซ่อมต่อไป

4. เครื่องจักรและเครื่องมือ

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมชุดเครื่องจักร เครื่องมือไว้ให้พร้อมที่จะดำเนินการ ณ สถานที่ทำการซ่อม และต้องได้รับการตรวจสอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรเครื่องมือชิ้นใดที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือที่มีสภาพดีมาเปลี่ยนหรือเพิ่ม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น เครื่องจักรและเครื่องมือ อาจจะประกอบไปด้วยเครื่องจักรและเครื่องมือดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องเจาะรู (Coring Machine)

เครื่องเจาะรู จะต้องสามารถเจาะรูทะลุผ่านตลอดความหนาของแผ่นพื้นถนนคอนกรีต โดยไม่ทำให้เกิดการกะเทาะและแตกร้าวทั้งผิวบนและผิวล่างของแผ่นพื้นถนนคอนกรีต ขนาดของรูที่เจาะควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 30 – 60 มิลลิเมตร (1.25 – 2.50 นิ้ว) ตามความเหมาะสมกับหัวอัดฉีดส่วนผสม

4.2 เครื่องผสม (Mixer)

เครื่องผสมต้องมีความสามารถผสมวัสดุตามรายการแบบส่วนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยสม่ำเสมอภายในระยะเวลาที่กำหนด และสามารถถ่ายเทส่วนผสมออกจากเครื่องผสมได้โดยไม่เกิดการแยกตัว จะต้องจัดให้มีเครื่องตวงวัดปริมาณวัสดุที่มีค่าความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 1 เพื่อใช้งานในการตวงวัดปริมาณวัสดุก่อนที่จะนำมาผสม

4.3 เครื่องอัดฉีดส่วนผสม (Injection Machine)

เครื่องอัดฉีดส่วนผสม ควรประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก ดังนี้

4.3.1 ถังบรรจุส่วนผสม ที่มีขนาดพอเพียงในการบรรจุส่วนผสมเพื่อใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และมีอุปกรณ์ที่สามารถวัดปริมาตรส่วนผสมได้

4.3.2 เครื่องอัด (Pump) ที่มีกำลังอัดฉีดส่วนผสมได้อย่างเพียงพอและต่อเนื่อง และสามารถให้แรงดันสูงถึง 1.73 เมกะพาสคัล (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 17.58 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 17.24 Bar.) และเมื่อเริ่มทำงาน สามารถอัดฉีดส่วนผสมได้ไม่น้อยกว่า 10 ลิตรต่อนาที

4.3.3 หัวอัดฉีดพร้อมท่อยาง ท่อยางที่ลำเลียงส่วนผสมจากเครื่องอัดมาสู่หัวอัดฉีด ต้องมีขนาดและความยาวเหมาะสมในการใช้งาน ไม่มีการรั่วซึม สามารถต่อเชื่อมกับเครื่องอัดและหัวอัดฉีดได้อย่างเหมาะสม หัวอัดฉีดควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสมกับขนาดรูเจาะบริเวณใกล้ปลายหัวอัดฉีดจะต้องมีปลอกยาง (Expanding Rubber Packer) ห่อหุ้มท่อหัวฉีดไว้ เพื่อทำหน้าที่อุดรูที่เจาะไว้ให้แน่น ป้องกันส่วนผสมไหลย้อนกลับออกมาระหว่างอัดฉีด

4.4 รถบรรทุกน้ำ (Water Truck)

รถบรรทุกน้ำจะต้องมีขนาดเหมาะสมกับงานซ่อม เพื่อให้สามารถดำเนินงานไปได้โดยไม่ติดขัด หรือหยุดชะงัก

4.5 เครื่องเป่าลม (Air Compressor)

เครื่องเป่าลมจะต้องมีขนาดเหมาะสมในการเป่าเศษส่วนละเอียด ฝุ่น และน้ำที่ขังเพื่อทำความสะอาดรูเจาะ

4.6 เครื่องมือทดสอบการไหล (แบบ Flow Cone)

เครื่องมือทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM : C 939 Flow of Grout for Preplaced – Aggregate Concrete (Flow Cone Method)

4.7 เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ

นอกเหนือจากที่ได้กำหนดไว้แล้วข้างต้น หากพิจารณาแล้วเครื่องมือและอุปกรณ์ใดที่มีความจำเป็นต่อการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. วิธีการดำเนินงานอุดซ่อมโพรง

5.1 การกำหนดตำแหน่งรูเจาะได้แนะนำไว้ตามรูปที่ 1 แนบท้ายมาตรฐานนี้ ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับสภาพในสนามเป็นเกณฑ์โดยพิจารณาบริเวณพื้นที่ที่เกิด Pumping action ส่วนการกำหนดระยะห่างของรูเจาะและจำนวนรูเจาะนั้น ให้พิจารณาถึงประสิทธิภาพในการอัดฉีดส่วนผสมเข้าไปได้เต็มช่องว่างของโพรงใต้แผ่นพื้น

5.2 ในการเจาะรูจะต้องเจาะในแนวดิ่งหรือตั้งฉากกับแผ่นพื้นถนนคอนกรีต โดยทำการเจาะทะลุจนถึงชั้นที่เกิดโพรงช่องว่าง การเจาะรูต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ป้องกันมิให้เกิดการแตกร้าว การกะเทาะ หรือการหลุดออกของคอนกรีตบริเวณขอบรูเจาะ อีกทั้งจำนวนรูที่เจาะจะต้องสามารถทำการอุดซ่อมให้แล้วเสร็จในแต่ละวันได้โดยเร็ว

ในกรณีที่ไม่สามารถอุดซ่อมรูที่เจาะให้แล้วเสร็จในแต่ละวันได้ ผู้รับจ้างต้องทำการอุดรูที่เจาะไว้ก่อนชั่วคราวเพื่อป้องกันความชื้น และสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ

5.3 ทำการผสมวัสดุอุดซ่อมตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ในรายการแบบส่วนผสม ต้องทำการผสมให้วัสดุทุกชนิดผสมเข้ากันได้ดี ระยะเวลาในการผสมและระยะเวลาในการใช้ส่วนผสมให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่จะระบุไว้ตามแต่ละกรณีตามข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์และเวลาดำเนินการ

5.4 ติดตั้งหัวอัดฉีดลงบนรูที่เจาะไว้ ในกรณีที่พบว่าชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีตแห้งให้ทำการอัดฉีดน้ำปริมาณเล็กน้อยลงไปก่อนเพื่อเพิ่มความสามารถในการไหลของส่วนผสม และทำให้ส่วนผสมเข้าอุดช่องว่างในโพรงได้ดียิ่งขึ้น

5.5 ถ่ายส่วนผสมจากเครื่องผสมลงสู่ถังบรรจุส่วนผสมของเครื่องอัดฉีดส่วนผสมในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

5.6 ติดตั้งหัวอัดฉีดลงบนรูที่เจาะไว้ให้แน่น โดยทำให้ปลอกยาง (Expanding Rubber Packer) ตรงบริเวณปลายหัวอัดฉีดขยายตัวอุดรูให้แน่น เพื่อป้องกันส่วนผสมไหลล้นย้อนคืนกลับบนรูเจาะในขณะที่กำลังทำการอัดฉีดอยู่

5.7 ทำการอัดฉีดส่วนผสม โดยใช้แรงดันเริ่มต้นประมาณ 0.28 – 0.52 เมกะพาสคัล (40 – 75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 2.81 – 5.27 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2.76 – 5.17 Bar.) เข้าไปในโพรงช่องว่างใต้แผ่นพื้นถนนคอนกรีตจนกว่าจะเต็มหรือไหลล้นออกที่รูเจาะข้างเคียงหรือรอยต่อ ในกรณีที่ปรากฏว่าส่วนผสมไม่มีการไหลล้น ให้พิจารณาเพิ่มแรงดันขึ้นถึง 1.38 เมกะพาสคัล (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 14.07 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ13.79 Bar.) หรือพบว่าแผ่นพื้นคอนกรีตมีการยกตัวอย่างเด่นชัดจนเสียระดับ ให้หยุดทำการอัดฉีดส่วนผสมในรูเจาะนั้นทันที แล้วทำการอัดฉีดรูเจาะถัดไปโดยวิธีเดียวกัน

5.8 เมื่อทำการอัดฉีดในแต่ละรูจนเต็มแล้ว ให้เอาหัวอัดฉีดออกจากรูแล้วปิดด้วยจุกแทน ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ถอดจุกออก ตรวจสอบรู ถ้ายังปรากฏว่ามีโพรงช่องว่างอีกให้ทำการอัดฉีดซ้ำให้เต็ม แล้วปิดด้วยจุกทิ้งไว้ 3 - 6 ชั่วโมง ถอดจุกออกแล้วตกแต่งรูเจาะด้วยวัสดุ Cement Mortar ชนิด Fast Setting Cement แบบไม่หดตัว

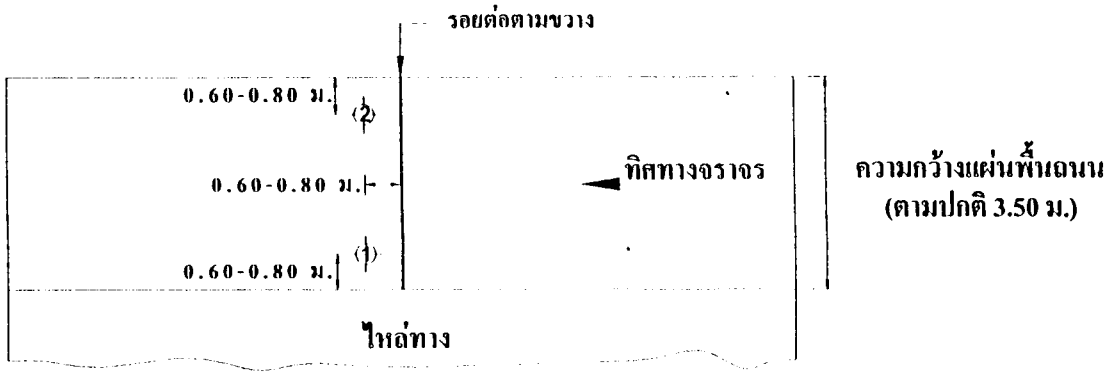
5.9 ภายหลังการอุดซ่อมรูเจาะด้วย Cement Mortar ตามข้อ 5.8 แล้ว ให้ปิดการจราจรอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

6. <u>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</u>

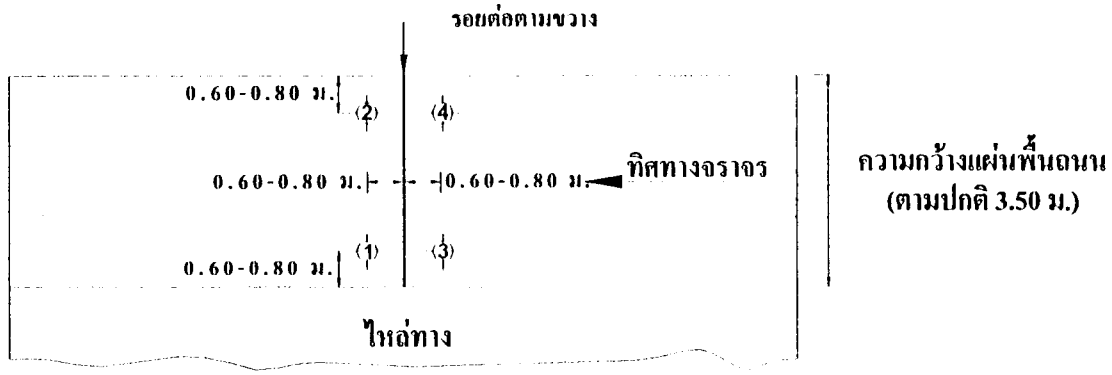
6.1 ในการซ่อม จะต้องมีการกำหนดแผนงานอย่างชัดเจน สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง หากเกิดปัญหาอุปสรรคต้องมีแผนงานรองรับการแก้ไขปัญหา ทั้งนี้ให้คำนึงถึงการอำนวยการจราจรขณะทำงานและหลังการทำงานประจำวัน โดยไม่กระทบต่อคุณภาพของงานซ่อม

6.2 ภายหลังการซ่อมอุดโพรงใต้แผ่นพื้น ควรทำการซ่อมอุดรอยต่อ รอยแตก และปรับซ่อมผิวไหล่ทางด้วย เพื่อป้องกันการเกิด Pumping Action อีกในภายหลัง

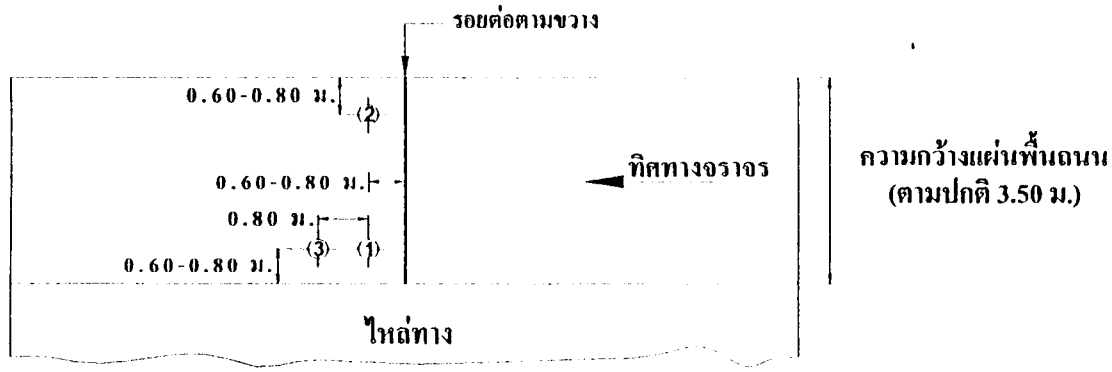
* * * * *



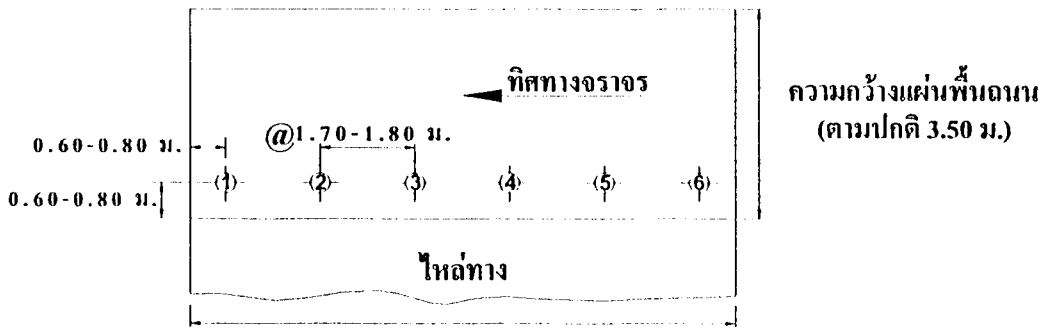
กรณีที่ 1. เสียหายด้านเดียว ให้เจาะ 2รู บริเวณรอยต่อตามขวางด้านที่เสียหาย



กรณีที่ 2. เสียหายทั้งสองด้าน ให้เจาะ 4รู บริเวณรอยต่อตามขวาง โดยเจาะทั้งสองข้างๆละ 2รู



กรณีที่ 3. เสียหายด้านเดียว และมีรอยแตก ให้เจาะ 3รู บริเวณรอยต่อตามขวาง



กรณีที่ 4. เสียหายบริเวณด้านติดไหล่ทางตามแนวยาว

รูปที่ 1. แผนภูมิเพื่อแสดงเป็นแนวทางในการจัดวางตำแหน่งรูเจาะในลักษณะต่างๆตามสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้น