



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)

งานจ้างปรับปรุงถนน ท่อส่งน้ำ และหลักเขต
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำคลองทุ่งเพล ตำบลพลวง
อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 1 โครงการ

กลุ่มดำเนินการและบำรุงรักษา กองพัฒนาพลังงานทดแทน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

๗๕

ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)
งานจ้างปรับปรุงถนน ท่อส่งน้ำ และหลักเขต โครงการไฟฟ้าพลังน้ำคลองทุ่งเพล ตำบลพลวง
อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 1 โครงการ

ขอบเขตงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) มีความประสงค์จ้างปรับปรุงถนน ท่อส่งน้ำ และหลักเขต โครงการไฟฟ้าพลังน้ำคลองทุ่งเพล ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 1 โครงการ ซึ่งประกอบด้วยงานดังนี้

1. งานปรับปรุงถนน Asphalt Concrete & Prime Coat

ก. ทำการรื้อผิวทาง

- ถนนทางบนสันเขื่อนจุดที่ 1 กว้าง 7.5 เมตร ระยะทางตามแบบที่กำหนด
- ถนนทางบนสันเขื่อนจุดที่ 2 กว้าง 7.5 เมตร ระยะทางตามแบบที่กำหนด

ข. ก่อสร้างผิวทาง Asphalt Concrete & Prime Coat

- ถนนทางบนสันเขื่อนจุดที่ 1 กว้าง 7.5 เมตร ระยะทางตามแบบที่กำหนด
- ถนนทางบนสันเขื่อนจุดที่ 2 กว้าง 7.5 เมตร ระยะทางตามแบบที่กำหนด

ค. ตีเส้นจราจร

- ถนนทางบนสันเขื่อนจุดที่ 1 ระยะทางตามแบบที่กำหนด
- ถนนทางบนสันเขื่อนจุดที่ 2 ระยะทางตามแบบที่กำหนด

2. งานปรับปรุงท่อส่งน้ำ 3 จุด

- จุดที่ 1 เปลี่ยนท่อเหล็ก dia. 800 หนาไม่น้อยกว่า 7.9 mm. ระยะตามแบบที่กำหนด
- จุดที่ 2 เปลี่ยนท่อเหล็ก dia. 1100 หนาไม่น้อยกว่า 9.5 mm. ระยะตามแบบที่กำหนด
- จุดที่ 3 เปลี่ยนท่อเหล็ก dia. 1000 หนาไม่น้อยกว่า 9.5 mm. ระยะตามแบบที่กำหนด

3. งานหลักเขต

วางแนวเขตเสารั้วคอนกรีตพร้อมซึ่งลวดหนามรอบบริเวณโครงการเป็นระยะทางตามแบบที่กำหนด

ข้อกำหนดรายละเอียดด้านเทคนิคปรับปรุงถนน Asphalt Concrete & Prime Coat (ด้านวิศวกรรม)

1. งานรื้อถนนแอสฟัลต์เดิม

1.1 ทัวไป

งานรื้อถนนแอสฟัลต์เดิม พร้อมปรับระดับพร้อมทั้งบดอัด ให้ได้ระดับตามแบบ โดยบดอัดที่มีความหนาแน่นตามมาตรฐานการบดอัด (ข้อ 3) แล้วเสร็จ

1.2 การดำเนินการ

ผู้รับจ้างจะต้องเกรดรื้อถนนแอสฟัลต์เดิม พร้อมปรับระดับพร้อมทั้งบดอัดตามมาตรฐานการบดอัด (ข้อ 3) ให้ได้ระดับตามแบบ

1.3 การจ่ายเงิน

การจ่ายเงิน ให้คิดจากพื้นที่ตามที่ได้ก่อสร้างจริงตามแบบ ปริมาณงานมีหน่วยเป็นตารางเมตร ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้เป็นราคา ตามที่แสดงไว้ในบัญชีงาน เมื่อผู้รับจ้างเกรดรื้อถนนแอสฟัลต์เดิม พร้อมปรับระดับพร้อมทั้งบดอัดตามมาตรฐานการบดอัด (ข้อ 3) แล้วเสร็จ

2. งานดินขุด (Excavation)

2.1 ทัวไป

งานดินขุดประกอบไปด้วย งานดินขุดบริเวณที่กำหนดในแบบ รวมถึง การขนย้ายไปทิ้งตามสถานที่เหมาะสมและ/หรือ ตามผู้ว่าจ้างกำหนด จึงจะดำเนินงานอื่นๆ ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

๕๐๕

2.2 รูปร่าง (Dimension)

- (ก) ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดดินให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ การดำเนินการขุดใดๆ ที่ผู้รับจ้างกระทำ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน หรือการนำวัสดุที่ได้จากการขุดไปทิ้ง หรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ จะต้องอยู่ภายใต้ขอบเขตที่ได้รับอนุญาตและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นภาระความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเอง
- (ข) ผู้ว่าจ้างอาจสั่งผู้รับจ้างทำการขุด เป็นชั้นเป็นตอนของระดับชั้นดินหรือหิน จนกระทั่งเห็นว่ามีความมั่นคงเหมาะสมตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง ในกรณีเช่นนี้ผู้รับจ้างจะเรียกกร้องค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นมิได้

2.3 ลาดด้านข้าง การพังทลายของดินและดินฐานรากที่ไม่เหมาะสม

- (ก) หากขุดเกินหรือเกิดการพังทลาย ซึ่งผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่า เกิดจากความประมาทเลินเล่อ หรือปฏิบัติการไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการขนย้ายวัสดุที่เกินนี้ออกไปให้หมด และถมกลับในส่วนที่ขุดเกินโดยการบดอัดให้แน่นดีเหมือนเดิม ทั้งนี้จะไม่มีการคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มแต่อย่างใด

2.4 ข้อควรระมัดระวังในการขุด

- (ก) ผู้รับจ้างจะต้องหามาตรการในการป้องกันและตรวจสอบ เพื่อให้ได้แนว ขนาด และระดับให้ใกล้เคียงกับ แนวที่ต้องการให้มากที่สุด
- (ข) การขุดดินจะต้องกระทำในสภาพที่แห้งอยู่เสมอ ถ้าบริเวณที่จะขุดมีสภาพเปียกหรือมีน้ำขังจะต้องทำการ ระบายน้ำออกให้หมดก่อนที่จะเริ่มลงมือขุด
- (ค) ในการขุดดินจะต้องขุดให้ได้รูปตัดตามแบบและตบแต่งให้เรียบ ด้วยเครื่องมือหรือเครื่องถาก เครื่องเกลี่ย หรือเครื่องจักร อุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกัน

2.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงาน จะวัดปริมาณงาน เมื่อผู้รับจ้างทำการขุดดินได้เต็มรูปตัดขวางตามที่แสดงไว้ในแบบ และนำไปทิ้งหรือกองไว้ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ โดยให้วัดตามปริมาณที่ทำได้จริงในสนามตามขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ

การจ่ายเงิน ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้เป็นราคาต่อหน่วย (ลูกบาศก์เมตร) ตามที่แสดงไว้ในบัญชีงาน เมื่อผู้รับจ้างทำงานเสร็จเรียบร้อยของแต่ละงวดงาน ประกอบด้วย งานขุด ขนย้าย และปรับแต่งจนเรียบร้อย

3. งานดินถมบดอัดแน่น

3.1 ทัวไป

งานดินถมบดอัดแน่นประกอบไปด้วย งานดินถมบดอัดแน่นบริเวณที่ระดับดินเดิมอยู่ต่ำกว่าระดับที่ผิวถนนที่ออกแบบหรือตามแนวความยาวของท่อลอด คสล. แล้วจึงจะดำเนินการลงทรายปรับระดับและเทคอนกรีตตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

3.2 การบดอัดแน่น

- (ก) วัสดุที่จะนำมาใช้ถมบดอัดแน่น จะต้องมีความสมบัติที่ดี และจะต้องทำการผสมให้เข้ากันอย่างดี ซึ่งหลังจากการบดอัดแล้วสามารถรับน้ำหนักได้ดี
- (ข) เมื่อได้ขุดลอกหน้าดินทั้งหมดออกแล้ว ก่อนที่จะปูดินชั้นแรกลงไปจะต้องทำการบดอัดดินเดิมให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของ Standard Proctor Compaction Test การปูดินชั้นต่อไปต้องปูเป็นชั้นๆ ในแนวราบและมีความหนาสม่ำเสมอทั้งหมดโดยความหนาของแต่ละชั้นหลังจากการบดอัดแล้วไม่ควรหนาเกิน 20 ซม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือเครื่องจักรที่จะใช้ในการบดอัดซึ่งจะได้กล่าวในข้อต่อไป
- (ค) ก่อนการบดอัดต้องทำให้วัสดุมีความชื้นไม่สูงหรือต่ำเกินกว่า 2% ของระดับความชื้นเหมาะสม (Optimum Moisture Content) ที่ได้จากห้องทดลอง ควรให้ความชื้นเพิ่มเติมในบริเวณที่ทำการบดอัดด้วย หากดินแห้งไป แต่ถ้าความชื้นสูงเกินไปควรตากหน้าดินไว้ก่อนจนกว่าจะได้ตามกำหนด
- (ง) การบดอัดจะต้องให้วัสดุถูกบดอัดอย่างสม่ำเสมอ และเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั้งรูปตัด ปราศจากการจับตัวแน่นเป็นก้อน การจับตัวแน่นเป็นแผ่นๆ หรือมีดินเปียกหรือแห้งมากเกินไปเป็นหย่อมๆ ผิวของดินที่บดอัดแล้วจะต้องได้รับการตากและตกแต่งให้ได้แนวและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบ

45

3.3 เครื่องมือ เครื่องจักรในการบดอัด (Equipments of Compaction)

เครื่องมือเครื่องจักรที่จะใช้ในการบดอัด จะต้องมีประสิทธิภาพในการทำให้วัสดุที่ใช้ในการบดอัดนั้นมีความแน่นอัดตัวกันสูง และได้ความหนาแน่น(แห้ง)สูงสุด เช่น รถบดชนิดสันสะเทือน รถบดล้อยาง แต่ไม่จำเป็นต้องจำกัดใช้แค่เครื่องจักร อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ โดยอาจมีข้อยกเว้นว่าจะต้องใช้เครื่องบดอัดอย่างอื่น เช่น บริเวณห่างจากตัวอาคารคอนกรีตในระยะ 1.00 เมตร หรือบริเวณอื่นๆ ที่ไม่สะดวกในการใช้เครื่องบดอัดขนาดใหญ่

3.4 เกณฑ์ความแน่นและการตรวจสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องบดอัดแน่นตามวิธีที่กล่าวแล้ว ให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นสูงสุดซึ่งได้รับการทดลองมาตรฐานของ ASTM Designation D 698 Method A หรือตามวิธีการที่เรียกว่า Standard Proctor Compression Test โดยความหนาแน่นของแต่ละชั้นเมื่อบดอัดแล้วไม่เกิน 20 ซม. โดยการประเมินจากผลการทดลองจาก Field Density Test และตามสภาพความเหมาะสมของเครื่องมือ และลักษณะของวัสดุที่ใช้บดอัด

การทดสอบ ควรทำการทดสอบทุกๆ ชั้น ที่ทำการบดอัดโดยเฉลี่ยแล้วทดสอบทุกๆ ความยาว 50 เมตรต่อหนึ่งจุด และโดยเฉพาะการบดอัดตัวคันดินควรทำการทดสอบบริเวณลาดคันดินทั้งด้านในและด้านนอก (Design Line) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบและค่าอุปกรณ์ในการทดสอบจะต้องเป็นภาระหน้าที่ของผู้รับจ้างเอง

3.5 การวัดปริมาณและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงาน จะวัดปริมาณงานเมื่อผู้รับจ้างทำการถมดินบดอัดแน่นในบริเวณงานและผลการทดสอบความแน่นผ่านแล้วเท่านั้น โดยให้วัดตามปริมาณงานที่ทำได้จริงในสนามตามขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ

การจ่ายเงิน ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้เป็นราคาต่อหน่วย(ลูกบาศก์เมตร) ตามที่แสดงไว้ในบัญชีงาน เมื่อผู้รับจ้างถมดินบดอัดแน่นเสร็จเรียบร้อยของแต่ละงวดงาน ประกอบด้วยงานจัดหาดิน งานขุด-ขนย้าย งานเกลี่ย งานบดอัดแน่นและงานอื่นๆ ที่กล่าวในหัวข้อนี้

4. งานผิวทาง (Asphalt Concrete & Prime Coat)

4.1 งานรองพื้นทาง (Subbase)

งานนี้ประกอบด้วยการจัดหา เกลี่ยและบดอัดวัสดุชั้นรองพื้นทางบนคันทางของถนน ตามข้อกำหนดทางเทคนิค และตามแนว ระดับ ความลาดชัน มิติและรูปตัด ที่แสดงไว้ในแบบแปลนหรือตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างกำหนด

4.1.1 วัสดุ

วัสดุที่จะใช้สำหรับก่อสร้างชั้นรองพื้นทางจะต้องเป็น Soil Aggregate ประกอบด้วยเม็ดแข็งทนทาน และมีวัสดุเชื้อประสานที่ดีผสมอยู่ ปราศจากวัชพืช รากไม้ ดินเหนียว หรือ Shale และต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ก) ส่วนคละของขนาดเม็ดจะต้องได้ตามตารางที่ 4-1 ส่วนคละชนิด ก, ข, ค, ง หรือ จ ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 จะต้องไม่เกินเศษ 2 ส่วน 3 ของส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40
- ข) ส่วนของวัสดุที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ถ้าบั่นได้จะต้องมีพิกัดเหลว (LL.) ไม่เกิน 35% และพิกัดพลาสติก (PL.) ไม่เกิน 11%
- ค) เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองของ AASHTO Test Method T193 วัสดุจะต้องมีค่า CBR อย่างต่ำ 25% ที่ความแน่น 95% ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองของ AASHTO Test Method T180
- ง) มวลหยาบของวัสดุเมื่อเก็บตัวอย่าง และทดสอบตามวิธีการทดลองของ AASHTO T96 จะต้องมีส่วนสีกหรือไม่เกิน 50%
- จ) ขนาดวัสดุใหญ่สุดไม่โตกว่า 2 นิ้ว

๗๕

ตารางที่ 4-1 การจัดขนาดวัสดุรวมมวลคละ

ขนาดและตะแกรงมาตรฐาน	น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ				
	ชนิด ก.	ชนิด ข.	ชนิด ค.	ชนิด ง.	ชนิด จ.
2"	100	100	-	-	-
1"	-	75-95	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-
เบอร์ 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100
เบอร์ 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100
เบอร์ 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50
เบอร์ 200	2-8	5-20	5-15	10-25	6-20

4.1.2 วิธีการก่อสร้าง

1. การเตรียมคันทาง

ก่อนเกลี่ยใส่วัสดุชั้นรองพื้นทาง คันทางหรือพื้นผิวเดิมจะต้องปรับแต่งให้ได้แนว ระดับ ความลาดชัน มิติ และรูปตัด ดังที่แสดงในแบบแปลน ถึงแม้ว่าคันทางจะผ่านการเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างก่อนแล้วก็ตาม แต่หากเกิดความเสียหายหรือชำรุดผู้รับจ้างจะต้องทำให้สมบูรณ์ก่อนที่จะเกลี่ยใส่วัสดุชั้นรองพื้นทาง

2. การเกลี่ยวัสดุชั้นรองพื้นทาง

- วัสดุชั้นรองพื้นทางจะต้องเกลี่ยเป็นชั้น ๆ โดยมีความหนาของแต่ละชั้นหลังบดอัดแล้วไม่เกิน 15 เซนติเมตร และจะต้องใช้ความระมัดระวังมิให้เกิดการแยกตัวระหว่างมวลละเอียดและมวลหยาบ
- วัสดุชั้นรองพื้นทางจะต้องมีความชื้นใกล้เคียงและไม่เกินค่า Optimum Moisture Content ขณะทำการบดอัด
- พื้นที่ที่เกลี่ยและปรับแต่งวัสดุชั้นรองพื้นทางแต่ละชั้นเรียบร้อยแล้ว ให้บดอัดให้ทั่วถึงด้วยเครื่องมืออัดที่พอเพียงและเหมาะสมกับชนิดของวัสดุ การบดอัดให้กระทำจากริมขอบนอกของคันทางเข้าหาศูนย์กลางในทิศทางตามความยาวของถนน ยกเว้นในทางโค้งที่มีการยกกระดุมขอบทาง การบดอัดให้กระทำจากที่ระดับต่ำไปหาที่ระดับสูง
- แต่ละชั้นต้องบดอัดให้แน่นอย่างต่ำ 95% ของความแน่นแห้งสูงสุดที่หาได้จากวิธีการทดลองของ AASHTO Test Method T180

3. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ณ จุดใดจุดหนึ่งบนผิวชั้นรองพื้นทางที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ จะต้องไม่คลาดเคลื่อนจากระดับที่กำหนดในแบบแปลนหรือระดับที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเกิน 1.5 เซนติเมตร ชั้นรองพื้นทางที่ทำการเสร็จในการทำงานของแต่ละวันจะต้องมีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่าความหนาที่ต้องการ ชั้นรองพื้นทางที่ไม่ได้ตามที่กำหนดไว้จะต้องทำการก่อสร้างใหม่ด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

4.2 งานพื้นทาง (Base Course)

งานนี้ประกอบด้วยการก่อสร้างชั้นพื้นทางที่เป็นหินคลุกที่ได้ขนาดตามที่ต้องการ โดยเกลี่ยใส่ และบดอัดแน่นบนชั้นรองพื้นทางที่เตรียมไว้และยอมรับแล้ว หรือบนผิวทางเดิม หรือบนชั้นพื้นทางอื่นๆ ซึ่งการก่อสร้างชั้นพื้นทางต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิค และตามแนวระดับ ความลาดชัน มิติ และรูปตัดที่แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างกำหนด

4.2.1 วัสดุ

หินคลุกจะต้องประกอบด้วยเม็ด หรือส่วนของหินที่แข็งแกร่งมีขนาดตามที่กำหนด และวัสดุอัดแทรกที่มีส่วนละเอียดตามขนาดที่ต้องการ ปราศจากวัชพืช รากไม้ ดินเหนียว หรือ Shale และต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ส่วนคละของขนาดเม็ดจะต้องได้ตามตารางที่ 4-1 ส่วนคละชนิด ก, ข, ค หรือ ง ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 จะต้องไม่เกินเศษ 2 ส่วน 3 ของส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40
- ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ถ้าบดได้จะต้องมีพิกต์เหลว (LL.) ไม่เกิน 25% และ และพิกต์พลาสติก (PL.) ไม่เกิน 6%

จ.ค

ค) เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองของ AASHTO Test Method T193 วัสดุจะต้องมีค่า CBR อย่างต่ำ 80% ที่ความแน่น 95% ของความแน่นแห้งสูงสุดที่หาได้จากวิธีการทดลองของ AASHTO Test Method T180

ง) มวลหายของวัสดุที่เก็บตัวอย่างและทดสอบตามวิธีการทดลองของ AASHTO Test Method T96 จะต้องมีส่วนสีหรือไม่เกิน 40%

4.2.2 วิธีการก่อสร้าง

1. การเตรียมชั้นรองพื้นทาง และการเกลี่ยใส่วัสดุชั้นพื้นทาง

ใช้วิธีเดียวกับการก่อสร้างชั้นรองพื้นทาง ในหัวข้อ 4.1.2

2. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

ในพื้นที่ซึ่งอยู่ใต้ผิวจราจร ณ จุดใดๆ ค่าระดับที่ได้จะต้องไม่คลาดเคลื่อนเกิน 1.0 เซนติเมตร จากการวัดด้วยไม้บรรทัดยาว 3 เมตรวางราบบนผิวพื้นทาง ทั้งตามแนวยาวขนานกับเส้นศูนย์กลางของถนน และจาก Template ที่วางทาบตามแนวขวางของถนน การตรวจสอบให้ทำทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่าตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยชั้นพื้นทางตอนใดที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดข้างบนนี้ จะต้องปาดออก หรือรื้อแล้วทำการก่อสร้างใหม่ด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

4.3 วัสดุแอสฟัลต์

4.3.1 วัสดุ

วัสดุจะต้องได้ตามมาตรฐานสำหรับชนิดหนึ่งชนิดใด ดังต่อไปนี้

1. แอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement)

แอสฟัลต์ซีเมนต์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเลขที่ มอก. 851 ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4-2

2. แอสฟัลต์ชนิดใส (Cutback Asphalt)

แอสฟัลต์ชนิดใสจะต้องเป็นชนิดแห้งตัวเร็ว หรือปานกลาง เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเลขที่ มอก. 865 ที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4-3 และตารางที่ 4-4 ตามลำดับ

3. แอสฟัลต์อิมัลชัน (Asphalt Emulsion)

แอสฟัลต์อิมัลชันจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเลขที่ มอก. 371 ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4-5

๕๕

ตารางที่ 4-2 Properties of Asphalt Cement

Description	Penetration Grade									
	40-50		60-70		80-100		120-150		200-300	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max	Min	Max	Min.	Max
Penetration at 25°C (77°F) 100 g, 5 sec	40	50	60	70	80	100	120	150	200	300
Flash Point. Cleveland Open Cup, °F	450	-	450	-	450	-	425	-	350	-
Ductility at 25°C (77°F) 5 cm per min., cm.	100	-	100	-	100	-	100	-	-	-
Solubility in Trichloroethylene, percent	99	-	99	-	99	-	99	-	99	-
Thin-film Oven Test. 1/8 in (32 min) 163°C (325°F) 5 hour										
Loss on Heating, percent	-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.3	-	1.5
Penetration of residue, percent of original	58	-	54	-	50	-	46	-	40	-
Ductility of residue at 25°C (77°F) 5 cm per min., cm.	-	-	50	-	75	-	100	-	100	-
Spot Test [when and as specified (See Note) with] :										
-Standard Naphtha Solvent	Negative for all grades									
-Naphtha-xylene Solvent, percent xylene	Negative for all grades									
-Heptane-xylene Solvent, percent xylene	Negative for all grades									

Note : The use of the spot test is optional. When it is specified the Engineer shall indicate whether the standard naphtha solvent, the naphtha-xylene solvent, or the heptane-xylene solvent will be used in determining compliance with the requirement, and also, in the case of the xylene solvents, the percentage of xylene to be used.

ตารางที่ 4-3 Properties of Cutback Asphalt – Rapid Curing

Description	RC-70		RC-250		RC-800		RC-3000	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Kinematic Viscosity at 60°C (140°F) (See Note 1), centistokes	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Flash Point (Tab open-cup), Degrees C (F)	-	-	27 (80)	-	27 (80)	-	-	-
Water, percent	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2
Distillation Test:								
Distillate, Percentage by Volume of								
Total distillate								
to 360°C (680°F)								
to 190°C (374°F)	10	-	-	-	-	-	-	-
to 225°C (437°F)	50	-	35	-	15	-	-	-
to 260°C (500°F)	70	-	60	-	45	-	25	-
to 315°C (600°F)	85	-	80	-	75	-	70	-
Residue from Distillation to 360°C (680°F)								
Volume Percentage of Sample by Difference	55	-	65	-	75	-	80	-
Tests on Residue from Distillation:								
Penetration, 100 g, 5 sec at 25°C (77°F)	80	120	80	120	80	120	80	120
Ductility, 5 cm/min, cm at 25°C (77°F), cm	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubility in Trichloroethylene, percent	99	-	99	-	99	-	99	-
Spot Test (See Note 2) with Standard Naphtha	Negative for all grades Negative for all grades Negative for all grades							
Naphtha-xylene Solvent, percent xylene								
Heptane-xylene Solvent, percent xylene								

Note 1 :As on alternate, Saybolt-Furol viscosities may be specified as follows

- | | | | |
|---------------|---|-----------------------------------|-------------------|
| Grade RC-70 | - | Furol Viscosity at 50°C (122°F) | - 60 to 120 sec. |
| Grade RC-250 | - | Furol Viscosity at 60°C (140°F) | - 125 to 250 sec. |
| Grade RC-800 | - | Furol Viscosity at 82.2°C (180°F) | - 100 to 200 sec. |
| Grade RC-3000 | - | Furol Viscosity at 82.2°C (180°F) | - 300 to 600 sec. |



ตารางที่ 4-4 Properties of Cutback Asphalt – Medium Curing

Description	MC-30		MC-70		MC-250		MC-800		MC-3000	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Kinematic Viscosity at 60°C (140°F) (See Note 1), centistokes	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Flash Point (Tab open-cup), Degrees C (F)	38 (100)	-	38 (100)	-	66 (150)	-	66 (150)	-	66 (150)	-
Water, percent	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2
Distillation Test:: Distillate, Percentage by Volume of Total Distillate to 360°C (680°F)	-	25	0	20	0	10	-	-	-	-
to 225°C (437°F)	40	70	20	60	15	55	0	35	0	15
to 260°C (500°F)	75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
to 315°C (600°F)										
Residue from Distillation to 360°C (680°F) Volume Percentage of Sample by Difference	50	-	55	-	67	-	75	-	80	-
Test on Residue for Distillation Penetration 100 g, 5 sec at 25°C (77°F)	120	250	120	250	120	250	120	250	120	250
Ductility, 5 cm/min, cm at (See Note 2)	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubility in Trichloroethylene, percent	99	-	99	-	99	-	99	-	99	-
Spot Test (See Note 2) with Standard Naphtha	Negative for all grades									
Naphtha-xylene Solvent, percent xylene	Negative for all grades									
Heptane-xylene Solvent, percent xylene	Negative for all grades									

Note 1 : As on alternate, Saybolt-Furol viscosities may be specified as follows:

- Grade MC-30 - Furol Viscosity at 25°C (77°F) 75 to 150 sec.
 Grade MC-70 - Furol Viscosity at 50°C (122°F) 60 to 120 sec.
 Grade MC-250 - Furol Viscosity at 60°C (140°F) 125 to 250 sec.
 Grade MC-800 - Furol Viscosity at 82.2°C (180°F) 100 to 200 sec.
 Grade MC-3000 - Furol Viscosity at 82.2°C (180°F) 300 to 600 sec.

45

ตารางที่ 4-5 Properties of Cationic Emulsified Asphalt

No	Description	Type						Testing
		Rapid Setting		Medium Setting		Sloe Setting		Method
		CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h	ASTM
Emulsions								
1	Viscosity, Saybolt Furol (SFS) at 25 °C at 50 °C	- 20-	- 100-	- 50-	- 50-	20- 100	20- 100	D 244
2	Settlement after 7 days, %	5	5	5	5	5	5	D 244
3	Demulsibility, 35 ml, 0.8 % dioctyl sodium sulfosuccinate,	40	40	-	-	-	-	D 244
4	Coating ability and water resistance: Coating, dry aggregate Coating, wet aggregate	- -	- -	80 60	80 60	- -	- -	D 244
5	Sieve test , %	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	D 244
6	Cement mixing test, %	-	-	-	-	2	2	D 244
7	Particle charge test	บวก	บวก	บวก	บวก	-	-	D 244
Distillation:								
8	Oil distillate, by volume of emulsion, %	3	3	12	12	-	-	D 244
9	Residue, %	60	65	65	65	57	57	D 244
Test on residue from distillation test:								
10	Penetration at 25 °C, 100 g, 5 s.	100- 250	100- 250	100- 250	40-90	100- 250	40-90	D 5
11	Ductility at 25 °C, 5 cm./min., cm	40	40	40	40	40	40	D 113
12	Solubility in trichloroethylene,	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	D 2042

4.3.2 วิธีการเก็บรักษาและควบคุม

วัสดุแอสฟัลต์จะต้องขนส่ง และเก็บรักษาโดยคำนึงถึงความปลอดภัย และด้วยวิธีการที่จะทำให้วัสดุมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดทางเทคนิคในขณะที่จะนำมาใช้งาน

4.4 งานรองพื้นแอสฟัลต์ (ASPHALTIC PRIME COAT)

งานนี้ประกอบด้วยการทำงานทำความสะอาดพื้นผิวที่จะรองพื้น จัดหา และพ่นวัสดุแอสฟัลต์ ตามข้อกำหนดทางเทคนิคบนพื้นที่ที่กำหนดในแบบแปลนหรือตามที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างกำหนด เพื่อให้วัสดุผิวหน้าของพื้นทางเกาะยึดได้ดีและช่วยป้องกันมิให้น้ำไหลซึมเข้าไปในพื้นทางได้

4.4.1 วัสดุ

วัสดุแอสฟัลต์ที่จะนำมาใช้ ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานแอสฟัลต์แต่ละประเภท และเกรด ดังนี้

1. วัสดุยาง คัดแบกแอสฟัลต์ จะต้องเป็นชนิด MC-30 หรือ MC-70
2. วัสดุยาง แอสฟัลต์อิมัลชัน จะต้องเป็นชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h

— 45

3. วัสดุแอสฟัลต์จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคของ AASHTO M82 โดยมีส่วนผสม 1-2% ของ กรดสเตียริก (Stearic Acid) สำหรับชั้นพื้นทางที่ไม่ใช่หินปูนให้ใช้ส่วนผสมชนิดอื่นที่เหมาะสม โดยได้รับความเห็นชอบจาก วิศวกรของผู้ว่าจ้าง และช่วงอุณหภูมิใช้งานของแอสฟัลต์ แสดงดังตาราง 4-6

ตารางที่ 4-6 ช่วงอุณหภูมิใช้งานของแอสฟัลต์

ชนิดของแอสฟัลต์	อุณหภูมิ	
	°C	°F
MC. - 30	30-90	85-190
MC. - 70	50-110	120-225
CSS. - 1	20-70	70-160
CSS. - 1h	20-70	70-160

4. ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ประมาณ 0.8-1.4 ลิตรต่อตารางเมตร จำนวนยางที่ราดจะมีปริมาณเท่าใดขึ้นอยู่กับ ลักษณะผิวของพื้นทางให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง

5. ทรายละเอียด ถ้ามีความจำเป็นที่จะทับหน้า Prime Coat ทรายที่ใช้จะต้องมีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ซึ่ง ไม่มีหินหรือวัสดุอื่นเจือปน และจะต้องได้รับการยินยอมอนุญาตให้สาธิตทรายได้จากวิศวกรของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

4.4.2 วิธีการก่อสร้าง

1. อุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องมีอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการทดสอบ และการพ่นวัสดุแอสฟัลต์ และสำหรับวัสดุบลอตเตอร์ (Blotter Material) ในกรณีที่จะต้องใช้

แอสฟัลต์เหลวจะถูกพ่นด้วยเครื่องพ่นวัสดุแอสฟัลต์ที่มีความจุ 4,000 ลิตรเป็นอย่างต่ำ เครื่องพ่นจะอยู่ติดกับล้อยาง ซึ่งมีความกว้างและจำนวนล้อซึ่งจะทำให้เกิดน้ำหนักรวมบนผิวหน้าถนนไม่เกิน 100 กิโลกรัมต่อความกว้างของล้อ 1 เซนติเมตร เครื่องพ่นวัสดุแอสฟัลต์ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงและเชื่อถือได้

ถังบรรจุแอสฟัลต์ต้องมีเครื่องทำความร้อน ซึ่งสามารถให้ความร้อนแก่วัสดุแอสฟัลต์เหลวทั้งหมดมีอุณหภูมิสูงถึง 180 องศาเซลเซียส เครื่องทำความร้อนจะต้องไม่ทำให้เกิดความร้อนจัดเกินไป ดังนั้นเปลวเพลิงจะต้องไม่สัมผัสโดยตรงบนถัง ที่บรรจุแอสฟัลต์เหลว ขณะให้ความร้อนแอสฟัลต์เหลวจะต้องถูกหมุนเวียนหรือถูกกวนตลอดเวลา ถึงจะต้องมีฉนวนเพื่อ ป้องกันการลดลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เมื่อถังบรรจุเต็มและไม่ได้ให้ความร้อนอุณหภูมิต้องลดลงต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส ต่อชั่วโมง เครื่องวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมมิเตอร์ จะต้องติดตั้งไว้กับถังเพื่อให้สามารถวัดและควบคุมอุณหภูมิของแอสฟัลต์ได้ อย่างต่อเนื่อง เทอร์โมมิเตอร์จะต้องติดตั้งไว้ตรงตำแหน่งที่สามารถวัดอุณหภูมิสูงสุดของถังได้ ถึงจะต้องมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถแสดงวัสดุที่บรรจุในถังได้ ท่อที่ใช้สำหรับการเติมถังจะต้องประกอบด้วยแผ่นกรองที่สามารถใช้แทนกันได้ หรืออาจจะ สับเปลี่ยนกันได้ (Interchangeable Filter)

เครื่องพ่นจะต้องสามารถปรับเปลี่ยนความกว้างของการพ่นแอสฟัลต์ได้ในแต่ละครั้งไม่เกิน 20 เซนติเมตร ด้วยความ กว้างทั้งหมด 4.5 เมตรเป็นอย่างต่ำ ท่อพ่น (Spraying Bar) จะต้องมียี่ห้อ (Nozzles) ที่สามารถพ่นวัสดุแอสฟัลต์ได้ สม่ำเสมอตลอดความกว้างของการพ่นและสามารถพ่นออกเป็นรูปพัด (Fan-Shaped) บนผิวถนน เครื่องพ่นจะต้องมีปั๊ม สำหรับบรรจุแอสฟัลต์เหลวซึ่งถูกขับโดยมอเตอร์ที่แยกต่างหาก หรือความเร็วของปั๊มต้องสอดคล้องกับความเร็วของเครื่องพ่น ปั๊มจะต้องมีเครื่องชี้ที่แสดงความสามารถของปั๊มเป็นลิตรต่อนาที ทางด้านที่ดูดเข้า (Suction Side) ของปั๊มจะต้องมีแผ่นกรองที่ สามารถสับเปลี่ยนได้ง่าย จะต้องติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์เพื่อแสดงอุณหภูมิของของเหลวทันทีก่อนที่จะพ่นออกจาก Spraying Bar เครื่องพ่นจะต้องประกอบไปด้วยเครื่องมือสำหรับวัดความเร็วของการเคลื่อนที่ (Tachometer) ในหน่วยเมตรต่อนาที เครื่องวัดความเร็วต้องสามารถมองเห็นได้จากที่นั่งคนขับ

หน่วยส่งกำลังและระบบปั๊มแจกจ่ายต้องมีความสามารถไม่ต่ำกว่า 950 ลิตรต่อนาที และจะต้องติดตั้งเครื่องมือที่มี ท่อเลี้ยงไปยังถังแจกจ่ายได้ และจะต้องสามารถพ่นวัสดุแอสฟัลต์ได้ด้วยอัตราการไหลสม่ำเสมอ และคงที่ไปยังหัวฉีดด้วยความ ดันระหว่าง 2 ถึง 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

เครื่องพ่นวัสดุแอสฟัลต์จะต้องสามารถพ่นวัสดุแอสฟัลต์ด้วยอัตราที่แน่นอนตั้งแต่ 0.5 ถึง 3.5 ลิตรต่อตารางเมตร ด้วยความดันสม่ำเสมอและมีความคลาดเคลื่อนจากอัตราที่กำหนดไม่เกิน 0.1 ลิตรต่อตารางเมตร



2. การพ่นวัสดุแอสฟัลต์

รองพื้นแอสฟัลต์จะทำได้เมื่อผิวถนนแห้งเท่านั้น ห้ามรองพื้นแอสฟัลต์เมื่อสภาพภูมิอากาศมีดมัวหรือฝนตก ก่อนพ่นวัสดุแอสฟัลต์จะต้องกำจัดฝุ่นและวัตถุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ออกด้วยการกวาดออกจากผิวของถนนด้วยรถกวาดฝุ่น (Power Broom) ก่อนที่จะทำการรองพื้น ถ้าเป็นความต้องการของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง ผิวของถนนควรฉีดด้วยน้ำเบา ๆ แต่ไม่ถึงกับทำให้ผิวถนนอืดตัว อุณหภูมิขณะพ่นของวัสดุแอสฟัลต์ให้อยู่ระหว่าง 50-90 องศาเซลเซียส

อัตราการรองพื้นด้วยวัสดุแอสฟัลต์เหลวให้อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร สำหรับชั้นหินคลุก และระหว่าง 0.3 ถึง 0.6 กิโลกรัมต่อตารางเมตร สำหรับผิวทางบนสะพาน แต่อัตราที่แน่นอนจะกำหนดโดยวิศวกรของผู้ว่าจ้าง

ผิวรองพื้นจะต้องถูกปล่อยไว้โดยที่ไม่ถูกรบกวนอย่างน้อย 24 ชั่วโมง และไม่ควรเปิดการจราจรจนกว่าแอสฟัลต์จะซีมผ่าน และบ่มตัวได้เพียงพอที่จะไม่ติดไปกับล้อของยานพาหนะที่วิ่งผ่านไป ผู้รับจ้างต้องดูแลรักษาการพ่นจนกระทั่งการทำผิวชั้นต่อไป การทำการรองพื้นต้องระวังไม่ให้จำนวนแอสฟัลต์มากกว่าจำนวนที่กำหนดไว้ พื้นที่ใดที่มีวัสดุรองพื้นมากเกินไปต้องขับออกด้วยทรายสะอาดหรือใช้วิธีคล้าย ๆ กัน พื้นที่ทั้งหมดที่เครื่องพ่นพ่นไปไม่ถึงจะต้องทำการพ่นด้วยเครื่องพ่นด้วยมือ (Hand Spray) ที่ต่อจากเครื่องพ่น

ผิวหน้าของสะพานและโครงสร้างอื่นที่อยู่ติดกับบริเวณพื้นที่ที่กำลังพ่นแอสฟัลต์ จะต้องป้องกันมิให้เกิดความสกปรกและเปราะเปื้อนได้

ถ้าไม่สะดวกสำหรับการทำทางอ้อมเพื่อการจราจร การทำการรองพื้นต้องทำทีละครั้งของความกว้างของผิวถนน ผู้รับจ้างจะต้องควบคุมการจราจรให้เหมาะสม เพื่อจะให้ยานพาหนะวิ่งผ่านไปโดยไม่ทำความเสียหายแก่ผิวถนนที่ทำการพ่นไว้

4.5 งานแอสฟัลต์คอนกรีต (ASPHALT CONCRETE)

หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทาง ปรับระดับ รองผิวทาง ผิวทางหรือไหล่ทางด้วยวัสดุผสมที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับบนชั้นทางใด ๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ให้ได้แนว และรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.5.1 วัสดุ

4.5.1.1 แอสฟัลต์

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุชนิดของแอสฟัลต์ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง มาตรฐานเลขที่ มอก.851 และต้องผ่านการวิเคราะห์คุณภาพให้ใช้ได้แล้ว

การใช้แอสฟัลต์อื่น ๆ หรือแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใด ๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเท่าหรือดีกว่า ทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและพิจารณาความเหมาะสมรวมทั้งต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเป็นกรณีไป

ปริมาณการใช้แอสฟัลต์โดยประมาณ ให้เป็นไปตามตารางที่ 4.4-1

4.5.1.2 มวลรวม

มวลรวมประกอบด้วยมวลหยาบ (Coarse Aggregate) และมวลละเอียด (Fine Aggregate) กรณีที่มวลละเอียดมีส่วนละเอียดไม่พอหรือต้องการปรับปรุงคุณภาพและความแข็งแรงของแอสฟัลต์คอนกรีต อาจเพิ่มวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) ด้วยก็ได้

ขนาดคละของมวลรวม ให้เป็นไปตามตารางที่ 4.5-1

4.5.1.2.1 มวลหยาบ หมายถึงส่วนที่ค้ำตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เป็นหินย่อย (Crushed Rock) หรือวัสดุอื่นใดที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานอนุมัติให้ใช้ได้ ต้องเป็นวัสดุที่แข็งและคงทน (Hard and Durable) สะอาดปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ใด ๆ ปะปนอยู่

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลหยาบต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) มีค่าความสึกหรอ เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 40

(2) มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดสอบตาม “วิธีการทดสอบหาความคงทน (Soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซัลเฟล จำนวน 5 รอบ ไม่เกินร้อยละ 9

๗๘

ตารางที่ 4.5-1 ขนาดคละของมวลรวมและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้

ขนาดที่ใช้เรียก	มิลลิเมตร (นิ้ว)	9.5 (3/8)	12.5 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)
สำหรับชั้นทาง		Wearing Course	Wearing Course	Binder Course	Base Course
ความหนา	มิลลิเมตร	25-35	40-70	40-80	70-100
ขนาดตะแกรง	มิลลิเมตร(นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล			
37.5	(1 ½)				100
25	-1			100	90-100
19	(3/4)		100	90-100	-
12.5	(1/2)	100	80-100	-	56-80
9.5	(3/8)	90-100	-	56-80	-
4.75	(เบอร์ 4)	55-85	44-74	35-65	29-59
2.36	(เบอร์ 8)	32-67	28-58	23-49	19-45
1.18	(เบอร์ 16)	-	-	-	-
0.6	(เบอร์ 30)	-	-	-	-
0.3	(เบอร์ 50)	7-23	5-21	5-19	5-17
0.15	(เบอร์ 100)	-	-	-	-
0.075	(เบอร์ 200)	2-10	2-10	2-8	1-7
ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ ร้อยละโดยมวลของมวลรวม		4.0-8.0	3.0-7.0	3.0-6.5	3.0-6.0

หมายเหตุ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวม และ ปริมาณ แอสฟัลต์ที่ใช้ แตกต่างจากตารางที่ 4.5-1 ก็ได้ ทั้งนี้แอสฟัลต์ซีคอนกรีตที่ได้ต้องมีคุณสมบัติ และความแข็งแรง ถูกต้องตามตารางที่ 4.5-3

มวลหยาบจากแหล่งเดิมที่มีหลักฐานแสดงผลทดลองหาความคงทนว่าใช้ได้ อาจจะยกเว้นไม่ต้องทดลองอีกก็ได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่จะใช้ผลการทดลองเดิมที่มีอยู่

(3) ผิวของมวลหยาบต้องมีแอสฟัลต์เคลือบ เมื่อทดลองตาม AASHTO T 182 : Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate Mixtures” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95

4.5.1.2.2 มวลละเอียด หมายถึงส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) เป็นหินฝุ่นหรือทรายที่สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์ใด ๆ ปะปนอยู่

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลละเอียดต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) มีค่า Sand Equivalent เมื่อทดลอง “วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

(2) มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาความคงทน (Soundness) ของมวลรวม”

โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ไม่เกินร้อยละ 9

มวลละเอียดจากแหล่งเดิมที่มีหลักฐานแสดงผลทดลองหาความคงทนว่าใช้ได้ อาจจะยกเว้นไม่ต้องทดลองอีกก็ได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่จะใช้ผลการทดลองเดิมที่มีอยู่

4.5.1.2.3 วัสดุผสมแทรก ใช้ผสมเพิ่มในกรณีเมื่อผสมมวลหยาบกับมวลละเอียดเป็นมวลรวมแล้วส่วนละเอียดในมวลรวมยังมีไม่พอ หรือใช้ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตวัสดุผสมแทรกอาจเป็น Stone Dust, Portland Cement, Silica Cement, Hydrated Lime หรือวัสดุอื่นใดที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานอนุมัติให้ใช้ได้

วัสดุผสมแทรกต้องแห้งไม่จับกันเป็นก้อน เมื่อทดลองตาม “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบ ล้าง” ต้องมีขนาดคละตามตารางที่ 4.5-2

จัส

ตารางที่ 4.5-2 ขนาดคละของวัสดุผสมแทรก

ขนาดตะแกรง		ปริมาณผ่านตะแกรง
มิลลิเมตร		ร้อยละโดยมวล
0.6	(เบอร์ 30)	100
0.3	(เบอร์ 50)	75-100
0.075	(เบอร์ 200)	55-100

ในกรณีที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเห็นว่าวัสดุที่มีขนาดคละแตกต่างไปจากตารางที่ 4.5-2 แต่เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุผสมแทรกแล้ว จะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพดีขึ้น ก็อาจอนุมัติให้ใช้วัสดุนั้นเป็นวัสดุผสมแทรกได้

4.5.2 เครื่องจักรและเครื่องมือทำความสะอาดพื้นที่ที่จะก่อสร้าง

- (1) รถบรรทุกน้ำ (Water Truck) ต้องอยู่ในสภาพดี มีท่อพ่นน้ำและอุปกรณ์ฉีดน้ำที่ใช้การได้ดี
- (2) เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) อาจเป็นแบบลาก แบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใด แต่ต้องเป็นแบบไม่กวาดฝุ่นโดยเครื่องกลขนไม่กวาดอาจทำได้ด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ในล้อนหวาย หรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของนายช่างผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด
- (3) เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนาหรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

4.5.3 เครื่องมือประกอบ

- (1) เครื่องมือบดทับแบบสั่นสะเทือนขนาดเล็ก (Small Vibratory Compactor) ต้องมีขนาดน้ำหนักเหมาะสม ที่จะใช้บดทับแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่รถบดไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้หรือใช้ในงานซ่อมขนาดเล็กการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน
- (2) เครื่องมือกระทุ้งแอสฟัลต์คอนกรีต (Hand Tamper) ต้องเป็นแบบและมีขนาดน้ำหนักเหมาะสม ที่จะใช้กระทุ้งอัดแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่เครื่องบดทับขนาดเล็กเข้าไปบดทับไม่ได้หรือใช้งานซ่อมขนาดเล็ก การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน
- (3) เครื่องมือตัดรอยต่ออาจเป็นแบบติดกับรถบดล้อเหล็กหรือเป็นแบบรถเข็นขนาดเล็กหรือจะมีทั้ง 2 แบบก็ได้ หรือมีแบบอื่น ๆ ซึ่งสามารถตัดแนวรอยต่อได้เรียบร้อย ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน
- (4) เครื่องมือเจาะตัวอย่าง อาจเป็นชนิดใช้เครื่องยนต์ หรือใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้เจาะตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ได้อย่างเรียบร้อย
- (5) ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straightedge) ต้องเป็นไม้บรรทัดวัดความเรียบที่มีขนาดเหมาะสม มีความยาว 3.00 เมตร

เครื่องจักรและเครื่องมือ หรืออุปกรณ์อื่นใด นอกเหนือจากที่กำหนดไว้แล้วข้างต้นการนำมาใช้งานและการใช้งาน และการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.5.4 ข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

4.5.4.1 ก่อนเริ่มงานแอสฟัลต์คอนกรีตไม่น้อยกว่า 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแก่นายช่างผู้ควบคุมงาน แล้วให้นายช่างผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุที่จะใช้ รวมทั้งส่งเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมาพร้อมกันเพื่อทำการตรวจสอบด้วย

4.5.4.2 คุณภาพทั่วไปของวัสดุที่จะใช้ทำแอสฟัลต์คอนกรีตให้เป็นไปตาม ส่วนขนาดคละและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้เป็นไปตาม ตารางที่ 4.5-1

4.5.4.3 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตให้เป็นไปตาม ตารางที่ 4.5-3

๕๘

4.5.4.4 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะเป็นผู้ตรวจสอบเอกสารการออกแบบ พร้อมทั้งพิจารณากำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ซึ่งมีขอบเขตต่าง ๆ ตามตารางที่ 4.5-4 ให้เพื่อใช้ควบคุมงานนั้น ๆ

กรณีที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเห็นควรให้กำหนด ขอบเขตของสูตรส่วนผสมเฉพาะงานแตกต่างไปจากตารางที่ 4.5-4 ก็สามารถดำเนินการได้ตามความเหมาะสม

4.5.4.5 ในการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ถ้ามวลรวมขนาดหนึ่งขนาดใดหรือปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ หรือคุณสมบัติอื่นใด คลาดเคลื่อนเกินกว่าขอบเขตที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงานถือว่าส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นมีคุณภาพไม่ถูกต้องตามที่กำหนดผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

4.5.4.6 ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ถ้าวัสดุที่ใช้ผสมทำแอสฟัลต์คอนกรีต เกิดการเปลี่ยนแปลงไป ด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม การเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานก่อน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานอาจตรวจสอบ แก้ไข เปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หรือกำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ตามความเหมาะสมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 4.5-3 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

รายการ	ชั้นทาง				
	Wearing Course ขนาด 9.5 มม.	Wearing Course ขนาด 12.5 มม.	Binder Course	Base Course	Shoulder Course
Blows	75	75	75	75	50
Stability N	8006	8006	8006	7117	7117
(lb)	(1800)	(1800)	(1800)	(1600)	(1600)
Flow 0.25 mm (0.01 in)	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
Percent Air Voids	3-5	3-5	3-6	3-6	3-5
Percent Voids in Mineral					
Aggregate (VMA) Min	15	14	13	12	14
Stability /Flow Min					
N/0.25 mm	712	712	712	645	645
(lb/0.01 in)	(160)	(160)	(160)	(145)	(145)
Percent Strength Index Min	75	75	75	75	75

หมายเหตุ (1) การทดลองเพื่อออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธี Marshall”

(2) การออกแบบไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ตามข้อกำหนด ในตารางที่ 4.5-3 ให้ใช้มวลรวมขนาด 12.5 มิลลิเมตร ยกเว้นกรณีที่แบบกำหนดให้ชั้น Binder Course เป็นไหล่ทางด้วย ให้ใช้ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้น Binder Course เป็นข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของไหล่ทาง

(3) การทดลองหาค่า Percent Strength Index ใช้วิธี Ontario Vacuum Immersion Marshall Test หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า การทดลองรายการนี้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะพิจารณาทำการทดลองตามความเหมาะสม

๗๕

ตารางที่ 4.5-4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับสำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

ผ่านตะแกรงขนาด	เปอร์เซ็นต์
2.36 มม.(เบอร์ 8) และขนาดใหญ่มากกว่า	± 5
1.18 มม.(เบอร์ 16) 0.600 มม. (เบอร์ 30) และ 0.300 มม.(เบอร์ 50)	± 4
0.150 มม.(เบอร์ 100)	± 3
0.75 มม.(เบอร์ 200)	± 2
ปริมาณแอสฟัลต์	± 0.3

4.5.5 วิธีการก่อสร้าง

4.5.5.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

4.5.5.1.1 การเตรียมมวลรวมและวัสดุผสมแทรก

บริเวณกองวัสดุจะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน โดยปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ต่างๆ การกองวัสดุแต่ละขนาด จะต้องกองแยกไว้อย่างชัดเจน โดยการกองแยกให้ห่างกันตามสมควร หรือทำยังกันไว้เพื่อป้องกันวัสดุที่จะใช้แต่ละชนิด แต่ละขนาด ไม่ให้ปะปนกัน หรือปะปนกับวัสดุอื่นใด การกองวัสดุต้องดำเนินการให้ถูกต้องเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแยกตัว โดยการกองวัสดุเป็นชั้น ๆ สูงชั้นละไม่เกินความสูงของกองวัสดุกองเดียวๆ เมื่อเทจากรถบรรทุกท้ายคันหนึ่ง ๆ ถ้าจะกองวัสดุชั้นต่อไปจะต้องแต่งระดับยอดกองให้เสมอและไม่ควรกองวัสดุเป็นรูปกรวย

กองวัสดุที่ใช้ทุกชนิด จะต้องมีการป้องกันไม่ให้วัสดุเปียกน้ำฝน โดยการกองวัสดุในโรงที่มีหลังคาคลุม หรือคลุมด้วยผ้าใบ หรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่เหมาะสม หรือโดยวิธีอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน

วัสดุที่ใช้ทุกชนิดเมื่อป้อนเข้าโรงงานผสม ต้องไม่มีความชื้นเกินกำหนดตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโรงงานผสมที่ใช้งานนั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้โรงงานผสมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มวลรวมที่ใช้แต่ละชนิด ก่อนนำไปใช้งานจะต้องบรรจุในถุงหิณเย็นแยกกันแต่ละย้งการผสมมวลรวมแต่ละชนิดจะต้องดำเนินการโดยผ่านย้งหิณเย็นเท่านั้น ห้ามนำมาผสมกันนอกย้งหิณเย็นในทุกกรณีวัสดุผสมแทรก หากนำมาใช้จะต้องแยกใส่ย้งวัสดุผสมแทรกเฉพาะการป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องแยกต่างหากโดยไม่ปะปนกับวัสดุอื่นๆ และจะต้องเข้าห้องผสมโดยตรง

4.5.5.1.2 การเตรียมแอสฟัลต์

แอสฟัลต์ซีเมนต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส (212 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อผสมกับมวลรวมที่โรงงานผสมจะต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 159+8 องศาเซลเซียส (318+15 องศาฟาเรนไฮต์) หรือมีอุณหภูมิที่แอสฟัลต์มีความหนืด 170+20 เซนติสโตกส์ (Centistokes) หรือมีอุณหภูมิตรงตามที่จะระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงานการจ่ายแอสฟัลต์ซีเมนต์ไปยังห้องผสม จะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีอุณหภูมิที่กำหนดสม่ำเสมอตลอดเวลา

4.5.5.1.3 การเตรียมเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดีโดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ ตามรายการและวิธีการที่กำหนดและนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิด ต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

4.5.5.4 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

(1) รองพื้นทาง พื้นทาง หรือไหล่ทาง จะต้องเรียบสม่ำเสมอ ใต้ระดับความลาดตามรูปแบบก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ กรณีที่รองพื้นทางหรือพื้นทางหรือไหล่ทางมีความเสียหายเป็นคลื่น เป็นหลุมบ่อ มีจุดอ่อนตัว หรือไม่ถูกต้องตามรูปแบบ ให้แก้ไขให้ถูกต้องก่อนโดยได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน

(2) ผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ มีผิวหน้าไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่นและไม่มีการทำชั้นปรับระดับ ให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อ รอยแตกจุดอ่อนตัวหรือความเสียหายของชั้นทางใด ๆ จะต้องตัด หรือขุดออก แล้วปะซ่อม หรือขุดซ่อมแล้วแต่กรณี แล้วบดทับให้แน่นและมีผิวหน้าที่เรียบสม่ำเสมอ โดยให้มีระดับและความลาดถูกต้องตามแบบ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

— ๕๘

(3) พื้นทางหรือไหล่ทางที่มี Prime Coat หลุดหรือเสียหาย ต้องแก้ไขใหม่ให้เรียบร้อยตามวิธีการที่นายช่างผู้ควบคุมงานกำหนด แล้วทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ซ่อมก่อน จึงทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

(4) พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำ Prime Coat ทิ้งไว้ มีผิวหลุดเสียหายเป็นพื้นที่ต่อเนื่องมากเกินกว่าที่จะซ่อมให้ได้ผล ให้พิจารณาคราด (Scarify) พื้นทางหรือไหล่ทางนั้น แล้วบดทับใหม่ให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วทำ Prime Coat ใหม่ ทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

(5) พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำ Prime Coat ทิ้งไว้นานโดยไม่ได้ทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขั้นตอนการก่อสร้างปกติ แต่ Prime Coat ไม่หลุดเสียหาย ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับอาจพิจารณาให้ Tack coat ทิ้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

(6) ในงานเสริมผิวทาง (Overlay) ด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตบนผิวทางเดิมซึ่งเกิดการยุบตัว (Sag and Depression) หรือเป็นแอ่งเฉพาะแห่ง แต่ไม่ใช่จุดอ่อนตัว (Soft Spot) ให้ดำเนินการดังนี้

(6.1) กรณียุบตัวหรือเป็นแอ่งลึกไม่เกิน 30 มิลลิเมตร อาจแยกปูเสริมเพื่อระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อนหรือจะปูรวมไปพร้อมกับการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ความหนารวมที่ปูจะต้องไม่เกิน 80 มิลลิเมตรหากความหนารวมเกิน 80 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมเพื่อปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน

(6.2) กรณียุบตัวหรือเป็นแอ่งลึกเกิน 50 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน โดยให้ปูเป็นชั้น ๆ หนาไม่เกินชั้นละ 50 มิลลิเมตร

การแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะที่ส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตนี้ให้บดทับด้วยรถบดอย่างจนได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วจึงปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป

(7) รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับต้องสะอาดปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปน

(8) การทำความสะอาดรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับโดยการกวาดฝุ่น วัสดุหลุดหลวม ทราฟี่ที่สาดทับ Prime Coat ออกจนหมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่นต้องปรับอัตราเร็วการหมุนและน้ำหนักกดที่กดลงบนรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมให้พอดีโดยไม่ทำให้รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางเดิมเสียหาย แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด

(9) กรณีที่มีคราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งอยู่ที่พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ให้กำจัดคราบแข็งดังกล่าวออกโดยการใช้เครื่องมือใด ๆ ที่เหมาะสมตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ ขูดออก ล้างให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

(10) ผิวทางลาดยางเดิมที่มีแอสฟัลต์เยิ้ม ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนโดยการปาดแอสฟัลต์ที่เยิ้มออก หรือโดยวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมที่นายช่างผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ

(11) ผิวทางลาดยางเดิมหรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใด ๆ ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องทำ Tack Coat ก่อน

(12) ขอบโครงสร้างคอนกรีตใด ๆ หรือผิวหน้าตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่ต่อเชื่อมกับแอสฟัลต์คอนกรีตที่จะก่อสร้างใหม่จะต้องทำ Tack Coat ก่อน

(13) ผิวพื้นสะพานคอนกรีต ที่จะต้องปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องขูดวัสดุยาแนวรอยแตกและรอยต่อส่วนเกินที่ติดอยู่ที่ผิวพื้นคอนกรีตออกให้หมด ล้างทำความสะอาดทิ้งไว้ให้แห้งแล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกให้หมด แล้วทำ Tack Coat

4.5.5.5 การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้น จะต้องใช้เครื่องจักรบดทับที่ถูกต้องตามที่กำหนด และมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยความสะดวกในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติ ไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เครื่องจักรบดทับต่างๆ ก่อนนำไปใช้งานจะต้องผ่านการตรวจสอบ ตรวจสอบปรับ ให้เหมาะสมตามรายการ และวิธีที่กำหนด และให้ใช้ได้จากนายช่างผู้ควบคุมงาน

การบดทับจะต้องกระทำทันทีหลังจากการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต และเริ่มบดทับขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังร้อนอยู่ โดยมีอุณหภูมิ 120 – 150 องศาเซลเซียส (248 – 302 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อบดทับและจะต้องได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความแน่นความเรียบสม่ำเสมอได้ระดับและความลาดตามแบบ ไม่มีรอยแตก รอยเคลื่อนตัวที่เป็นแอ่ง รอยคลื่น รอยล่อร่บด หรือความเสียหายของผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตอื่น ๆ

จ.ค

4.5.6 การตรวจสอบ

4.5.6.1 การตรวจสอบลักษณะผิว (Surface Texture)

ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้ระดับและความลาดตามแบบ มีลักษณะผิว และลักษณะการบดทับที่สม่ำเสมอ ไม่ปรากฏความเสียหาย เช่นแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผิวหน้าหลุด (Pull) รอยฉีก (Torn) ผิวหน้าหลวมหรือแยกตัว (Segregation) เป็นคลื่น (Ripple) หรือความเสียหายอื่น ๆ หากตรวจสอบแล้วปรากฏความเสียหายดังกล่าวจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

4.5.6.2 การตรวจสอบความเรียบที่ผิว (Surface Tolerance)

เมื่อใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบ วางหาบนผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในแนวตั้งฉากและในแนวนานกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบจะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4.5.6.3 การตรวจสอบความแน่น (Density)

การตรวจสอบความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์ ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จากการเปรียบเทียบค่าความแน่นของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต กับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลองตาม “วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall” โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องทดลอง

4.5.6.3.1 การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องทดลอง

ให้เก็บตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากรถบรรทุกที่โรงงานผสมก่อนขนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้าง โดยสุ่มตัวอย่างจากรถบรรทุก จากการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตประจำวันเป็นระยะ ๆ แล้วนำไปดำเนินการในห้องทดลอง โดยให้ได้ก้อนตัวอย่างอย่างน้อย 8 ก้อนตัวอย่างในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน ทดลองค่าความแน่น แล้วนำค่าความแน่นที่ทดลองได้จากก้อนตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เป็นค่าความแน่นในห้องทดลองประจำวันสำหรับการคำนวณเปรียบเทียบเป็นค่าความแน่นร้อยละของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม

การเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ดำเนินการตามรายละเอียดและวิธีการที่กำหนด การทดลองหาค่าความแน่นให้ดำเนินการตาม “วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall” สำหรับอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในขณะบดอัดก้อนตัวอย่างในห้องทดลอง จะต้องตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน สำหรับตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างดำเนินการในห้องทดลองนั้นอนุญาตให้นำเข้าอบในเตาอบเพื่อรักษาอุณหภูมิสำหรับการบดอัดที่กำหนด ได้นานไม่เกิน 30 นาที ในระหว่างดำเนินการถ้าอุณหภูมิของตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิการบดอัดที่กำหนดให้ทั้งตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดังกล่าว ห้ามนำไปอบเพื่อเพิ่มอุณหภูมิเพื่อนำมาใช้บดอัดทำก้อนตัวอย่างทดลองอีกต่อไป

4.5.6.3.2 การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม

ให้เจาะก้อนตัวอย่างของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วด้วยเครื่องเจาะตัวอย่าง โดยให้เจาะเก็บก้อนตัวอย่างจำนวน 1 ก้อนตัวอย่างทุก ๆ ระยะทางประมาณ 250 เมตร หรือทุก ๆ ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่นำมาใช้งานประมาณ 100 ตัน แล้วนำไปทดลองหาค่าความแน่นตาม “วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall”

สำหรับชั้นผิวทาง ชั้นรองผิวทาง และชั้นปรับระดับแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ค่าความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน

สำหรับชั้นพื้นทาง และผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ค่าความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 และ 96 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องทดลองที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน ตามลำดับ

4.6 การวัดปริมาณงาน และการจ่ายเงิน

งานผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete & Prime Coat) วัดจ่ายเงินเป็นตารางเมตรของผิวถนนที่ทำการรองพื้นทาง (Prime Coat) ตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนก่อสร้างและข้อกำหนดทางเทคนิค และตามอัตราการพ่นที่ระบุ รวมทั้งต้องทดสอบวัสดุผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ภายใต้การตรวจสอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ข้อกำหนดรายละเอียดด้านเทคนิค งานท่อเหล็ก (ด้านวิศวกรรม)

งานท่อเหล็กส่งน้ำ

1. ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อเหล็ก เพื่อส่งน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดโดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์และแรงงานในการทำงานนี้ทั้งหมด

2 รายละเอียดงานทั่วไป

2.1 รื้อท่อเหล็กส่งน้ำ ของเดิมออก แล้ววางท่อใหม่ โดยใช้ท่อเหล็ก ความหนาและขนาดตามแบบ ตามมาตรฐาน มอก.427-2531 หรือเทียบเท่า

2.2 ติดตั้ง ADAPTER สำหรับต่อท่อ เหล็ก ขนาดตามแบบตามมาตรฐาน

2.3 ติดตั้ง หน้าแปลนเหล็ก ขนาดตามแบบตามมาตรฐาน

2.4 ติดตั้งประตูน้ำ ชนิดเกทวาล์ว (Gate Valve) ตามมาตรฐาน มอก.256-2540 หรือเทียบเท่า

2.5 ติดตั้ง Air Vent ตำแหน่งการติดตั้งตามแบบ

3. งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

3.1. ทั่วไป (GENERAL)

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ประกอบด้วย ท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE) ท้องอ (MITER BENDS) และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จะใช้ในงานก่อสร้างขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดี และมีมาตรฐาน เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 6.3.2 ในกรณีที่งานท่อเหล็กไม่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง/ปรับปรุงให้ความเห็นชอบก่อนปฏิบัติงาน

ก่อนการวางอุปกรณ์ท่อเหล็กตามแบบก่อสร้างที่โครงการเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการสำรวจวางแผนและระดับให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ขุดดิน และตัดแต่งร่องท่อ (TRENCH) ร่องระบายน้ำ ก่อสร้างฐานรองรับท่อ (CONCRETE PIERS) อาคารยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCKS) อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องผลิตจากบริษัทซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE)

3.2. มาตรฐาน (STANDARDS)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการผลิต และการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่า หรือเทียบเท่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

ASTM	-	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.
ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.
ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE.
AWWA	-	AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION.
API	-	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.
AISC	-	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION.
AWS	-	AMERICAN WELDING SOCIETY
ISO	-	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
TIS	-	THAI INDUSTRIAL STANDARDS

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่นนอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

3.3 วัสดุ (MATERIALS)

1. ทั่วไป (GENERAL)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเป็นเหล็กเหนียว (MILD CARBON STEEL) คุณสมบัติของเหล็กจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือในที่นี้ วัสดุจะต้องมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งาน และจะต้องเสนอให้ผู้รับจ้าง อนุมัติเสียก่อน

2. วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท่ออ	ASTM – A 283 GRADE D

3. การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการเคลือบและทาสีอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเสนอวิธีการทำความสะอาดผิวของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ชนิดของสี สารเคลือบ และวิธีการเคลือบ และทาสีให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อนเริ่มดำเนินการหมยกำหนดการทำความสะอาดผิวอุปกรณ์ท่อเหล็ก การเคลือบ และทาสี จะต้องส่งให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงานเคลือบและทาสีก่อนการเคลือบและการทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้อง เรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบสี และการทาสี แต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีทับชั้นต่อไป ตามที่บริษัทผู้ผลิตสารเคลือบและสีกำหนดไว้ นอกจากนี้ก่อนทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

3.4 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษร ต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ให้ได้ทราบถึงสถานที่ หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้าง พร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุ ภายใน 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างงานนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อยืนยันว่า วัสดุมีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.5 การม้วนท่อ (PIPE FORMING)

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกลที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้ค้อนทุบ ในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการ มาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

3.6 การเชื่อม (WELDING)

การเชื่อมจะต้องเชื่อมด้วยวิธี SHIELD METAL ARC WELDING หรือวิธีอื่นที่มีคุณภาพของการเชื่อมดีกว่าหรือเทียบเท่า ซึ่งต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนนอกจากนี้ ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดแสดงการเตรียมตัดขอบของแผ่นเหล็ก ส่วนผสมของลวดเชื่อม FLUX ชนิด และขนาดของลวดเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม กระแสไฟฟ้า (CURRENT) และแรงเคลื่อน (VOLTAGE) ในการเชื่อม ความเร็ว (SPEED) ของการเชื่อม เสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบเสียก่อนทำการเชื่อม มาตรฐาน และวิธีการเชื่อมให้ใช้ AWS CODE และ ASME “BOILER & PRESSURE VESSEL CODE” เป็นมาตรฐานของงานเชื่อมอุปกรณ์ท่อเหล็ก

ช่างเชื่อมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อม จะต้องผ่านการทดสอบ และมีใบรับรองจากสถาบันหรือหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือภายในประเทศ อาทิเช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฯลฯ และในกรณีที่ช่างเชื่อมไม่ได้ทำงานเชื่อมติดต่อกันมานาน หรือใบรับรองอายุเกินกว่า 6 เดือน ก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ ช่างเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบใหม่

การเชื่อมตามแนวยาวของท่อเหล็ก (LONGITUDINAL BUTT JOINT WELDING) จะต้องเป็นการเชื่อมแบบ COMPLETE JOINT PENETRATION GROOVE WELD และการเชื่อมต่อปลายท่อเหล็ก (SPIRAL BUTT JOINT WELDING) เข้าด้วยกันทั้งในโรงงาน และที่โครงการจะต้องเป็นการเชื่อมแบบ COMPLETE JOINT PENETRATION GROOVE WELD เช่นกัน ส่วนงานเชื่อมอุปกรณ์ประกอบงานท่อซึ่งเป็นการเชื่อมแบบ FILLET WELD, BEVEL GROOVE WELD, FIARE-BEVEL GROVE WELD ขนาดของงานเชื่อมจะต้องทำตามแบบก่อสร้างกำหนดไว้

ขนาดของลวดเชื่อมที่ใช้ จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับงานเชื่อมแต่ละแบบ ชนิดลวดเชื่อมที่ใช้ จะต้องเป็น LOW-HYDROGEN ELECTRODE หรือมีคุณสมบัติดีกว่า และเหมาะสมกับโลหะที่ต้องการเชื่อม งานเชื่อมในโรงงานให้ใช้ลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ชนิด E 60 XX และงานเชื่อมในโครงการให้ใช้ลวดเชื่อม ชนิด E 70 XX ลวดเชื่อมจะต้องเก็บรักษาไว้ในกล่องป้องกันความชื้น การนำลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ออกมาใช้งาน จะต้องนำออกมาใช้ให้พอเหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อไม่ให้ลวดเชื่อมรับความชื้นเกินไปลวดเชื่อม จะต้องตรวจสอบก่อนใช้งานว่าแห้งก่อนนำไปใช้งานหรือมีความชื้นไม่เกินกว่ากำหนดของ ผู้ผลิตลวดเชื่อมที่กำหนดไว้ในกรณีลวดเชื่อมเอาออกจากกล่องและทิ้งไว้นานกว่า 3 ชั่วโมง หรือลวดเชื่อมมีความชื้นมาก ลวดเชื่อมจะต้องนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ 300๐ - 400๐ เซนติเกรด เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิของบรรยากาศ ขณะทำการเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 21๐ เซนติเกรด ห้ามทำการเชื่อมขณะฝนตก หรือบรรยากาศมีความชื้นจัด นอกจากจะมีวิธีป้องกันที่เหมาะสม

ก่อนทำการเชื่อม จะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อน ไม่ให้มีรอยเปื้อนของสีสนิม คราบน้ำมัน และสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมด โลหะที่ฉาบไว้ด้วย GALVANIZED จะต้องขัดผิว GALVANIZED บริเวณที่ต้องการเชื่อมออกให้หมดก่อนทำการเชื่อม เพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อม และผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรง เพื่อป้องกันไม่ใช้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปรงลวดขัด SLAG บนผิวที่ได้เชื่อมไว้แล้วก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อม ควรจัดทำจากโรงงานด้วยเครื่อง AUTOMATIC WELDING และพยายามลดงานเชื่อม ในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ AUTOMATIC WELDING MEACHINE ในโรงงานได้ จะต้องขออนุญาตจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวางท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการขุดร่องดินให้ลึกและกว้าง เพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก ภายหลังจากการตรวจสอบและทดสอบงานเชื่อม เคลือบและทาสีบริเวณเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบอัดดินให้แน่นตามแบบก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (WELD QUALITY CONTROL) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไปนี้ อันเป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

1. ผิวงานส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจาก สนิม สี จาระบี น้ำมัน และอื่น
2. ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน
3. ถ้าการต่อแบบตัวที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขนาดของแนวเชื่อมแบบ FILLET จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย
4. ในกรณีที่ต้องการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องกระทำให้อุณหภูมิตามที่กำหนด
5. ลวดเชื่อมที่จะใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดไว้
6. จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดลวดเชื่อมขนาด ตลอดจนอุณหภูมิในการPREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง
7. แนวเชื่อมยัดใดๆ ที่เกิดแตกร้าว หรือมีจุดพองพร่อง จะต้องเอาออกให้หมด ก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป
8. แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าว หรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป

35

9. แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (POROSITY) จำเป็นจะต้องขจัดออก และทำการเชื่อมใหม่

10. หลุม (CRATER) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป

11. จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด MULTIPLE – PASS WELD

12. ข้อกำหนดขนาด และความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ ขนาดของแนวเชื่อมจะมีพิสัย (TOLERANCES) เท่ากับ + 1.5 มม. ถึง 0.00 มม.

13. ความนูนของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ

14. การแห้ว (UNDER-CUT) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง

15. แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (ROOT OPENING) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่า การเชื่อม นั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม

16. แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีslag (SLAG) หรือความไม่เรียบร้อยอยู่ภายใน จะต้องเขาส่องจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าslag หรือจุดพองพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้

17. การแตกร้าได้แนวเชื่อมซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย จะต้องเขาส่อง (GOUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่

18. งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้

19. ช่างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ ถ้าผู้ตรวจ หรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

3.7 การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)

ทั่วไป (GENERAL)

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะจัดการเคลือบและทาสีอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเสนอวิธีการทำความสะอาดผิวของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ชนิดของสี สารเคลือบ และวิธีการเคลือบ และทาสีให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อนเริ่มดำเนินการหมยกำหนดการทำความสะอาดผิวอุปกรณ์ท่อเหล็ก การเคลือบ และทาสี จะต้องส่งให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงานเคลือบและทาสี

ก่อนการเคลือบและการทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบสี และการทาสี แต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีทับชั้นต่อไป ตามที่บริษัทผู้ผลิตสารเคลือบและสีกำหนดไว้ นอกจากนี้ก่อนทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในบรรยากาศและอุณหภูมิขณะทำงานเคลือบและทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ อาทิ เช่น โลหะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10๐ เซนติเกรด ความชื้นในบรรยากาศสูง หรือขณะฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องทำการเป่าโลหะด้วยอากาศร้อนหรือทำความร้อนให้กับชิ้นโลหะนั้นๆ หรือใช้วิธีที่เหมาะสมอื่นๆ การเคลือบ และทาสีจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดฝุ่นผงอากาศ สี พอง เป็นรูพรุน หรือรอยร้าวบนผิวของสีที่ทาเคลือบไว้

ประมาณ 15 องศาเซลเซียส ของปลายท่อเหล็กที่จะต้องการเชื่อมต่อไปในสนาม จะต้องทาด้วยสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามแล้วเสร็จ จึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 3.7

3.8 การทำความสะอาดผิวโลหะ (SURFACE CLEANING)

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

การทำความสะอาดผิวของโลหะที่จะทำการเคลือบและทาสีควรใช้วิธีพ่นขัดผิวด้วยเม็ดทราย หรือเม็ดเหล็ก (SAND OR STEEL BLASTING) ผิวของโลหะหลังจากการพ่นขัดแล้ว จะต้องมีความสะอาดตรงกับ SWEDISH STANDARD SA 2 ½ บริเวณเชื่อมต่อของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่มีรอยขรุขระไหลมาเหนือผิวท่อ จะต้องทำการขัดด้วยหินขัดให้เรียบเสียก่อนทำการทาสีรองพื้น ส่วนการซ่อมแซมอาจใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย หรือหินขัดมอเตอร์ขัดผิวตรงบริเวณที่ต้องการซ่อมก็ได้ การทำความสะอาดผิวโลหะ จะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดสึกกร่อน จนทำให้ความหนาของโลหะน้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อทำความสะอาดผิวโลหะเสร็จแล้ว จะต้องนำโลหะไปทำการเคลือบหรือทาสีทันที



(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (SITE)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบและทาสีที่โครงการจะเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ท่อเหล็กเชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย แปรงลวดเหล็ก หรือ หินขัดมอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดสึกกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนาของเนื้อเหล็ก เชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

3.9 การเคลือบและทาสีภายใน และภายนอกท่อ (COATING)

(1) สำหรับท่อที่ฝังอยู่ใต้ดิน (BURIED PIPE LINE)

ภายใน การเคลือบและทาสีภายในของท่อเหล็ก และท่ออที่โรงงานจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรก ด้วย ZINC – RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หนาน้อย 0.15 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงทา ด้วย COAL-TAR PRIMER อีกอย่างน้อย 2 ชั้นและมีความหนารวมอย่างน้อย 0.40 มิลลิเมตรของสีเมื่อแห้งแล้ว (DRY FILM THICKNESS) การทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งให้แห้ง (CURING) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี จึงจะทาสีทับต่อไปแต่ละชั้น วิธีการทาสีแต่ละชั้นอาจให้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

ภายนอก ชั้นแรกจะต้องทาสีรองพื้น COAL-TAR PRIMER หนาน้อย 0.15 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ให้แห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงเคลือบด้วย HOT COAL-TAR ENAMEL หรือ COAL-TAR ENAMEL พร้อมกับพันด้วยเทป (TAPE COATING) หรือแผ่นใยหิน (ASBESTOS FELT) อีก 2 ชั้น แต่ละชั้นของแผ่นใยหินจะต้องทา ด้วย ENAMEL หลังจากทิ้งให้แห้งสนิทแล้ว ให้ทาด้วย WATER RESISTANT WHITEWASH อีก 1 ชั้น ความหนา รวมต้องไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร วัสดุและวิธีการเคลือบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ AWWA C203 และ APPENDIX A ของ AWWA C203

(2) สำหรับท่อเหล็กที่ฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีต (EMBEDDED IN CONCRETE)

ภายใน การเคลือบและทาสีภายในของท่อเหล็ก และท่ออที่โรงงานจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรก ด้วย ZINC – RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หนาน้อย 0.15 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงทา ด้วย COAL-TAR PRIMER อีกอย่างน้อย 2 ชั้นและมีความหนารวมอย่างน้อย 0.40 มิลลิเมตรของสีเมื่อแห้งแล้ว (DRY FILM THICKNESS) การทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งให้แห้ง (CURING) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี จึงจะทาสีทับต่อไปแต่ละชั้น วิธีการทาสีแต่ละชั้นอาจให้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

ภายนอก ท่อที่ฝังอยู่ในคอนกรีต จะต้องทาสีภายนอกด้วยสีกันสนิม (COAL TAR EPOXY) 2 ชั้น ความหนาของสี เมื่อแห้งสนิทแล้ว รวมกันจะต้องไม่น้อยกว่า 0.10 มิลลิเมตร

(3) สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ (EXPOSED TO ATMOSPHERE)

ภายใน การเคลือบและทาสีภายในของท่อเหล็ก และท่ออที่โรงงานจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรก ด้วย ZINC – RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หนาน้อย 0.15 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงทา ด้วย COAL-TAR PRIMER อีกอย่างน้อย 2 ชั้นและมีความหนารวมอย่างน้อย 0.40 มิลลิเมตรของสีเมื่อแห้งแล้ว (DRY FILM THICKNESS) การทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งให้แห้ง (CURING) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี จึงจะทาสีทับต่อไปแต่ละชั้น วิธีการทาสีแต่ละชั้นอาจให้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

ภายนอก จากโรงงานให้ทาสีรองพื้นชั้นแรกด้วย ZINC-RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หรือทาด้วยสีกันสนิม (ชนิด RED-LEAD RUST-PREVENTIVE PAINT) 2 ชั้น อย่างใดอย่างหนึ่ง ภายหลังจากท่อได้วางเสร็จเรียบร้อยแล้วที่โครงการตามแบบก่อสร้าง ให้ทำความสะอาดที่เคลือบไว้จากโรงงานให้สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกใดๆ แล้วให้เคลือบทาสีด้วย PHENOLIC RESIN ENAMEL 1 ชั้น หรือทาด้วยสีอะลูมิเนียม อย่างใดอย่างหนึ่ง ความหนาของสีที่ทาทั้งหมด เมื่อแห้งแล้วจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 350 ไมครอน

(4) สำหรับท่อที่บางส่วนอยู่ใต้ดิน และบางส่วนอยู่บนผิวดินการเคลือบและทาสีให้ทำ ตามข้อ 3.9

3.10 การเคลือบและทาสีบริเวณเชื่อมต่อที่โครงการ

45

ภายหลังจากทำความสะอาดผิวท่อและรอยเชื่อมดีแล้วให้ทำการทาและเคลือบสีภายใน และทำการเคลือบและทาสีภายนอก

หมายเลขของอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MARKING) ผู้รับจ้าง จะต้องทำแบบสำหรับการก่อสร้างวางแนวท่อต่างๆ โดยกำหนดขนาดและความยาวของท่อแต่ละท่อน ซึ่งจะนำไปก่อสร้างวางและแนวดระดับ และเชื่อมต่อที่โครงการ อุปกรณ์ท่อเหล็กแต่ละชิ้นจะต้องกำหนดหมายเลขเพื่อความสะดวกในการนำเอาไปก่อสร้างเสนอ ต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนทำการก่อสร้างวางท่อที่โครงการ 30 วัน เพื่อให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อน อุปกรณ์ทุกชิ้นที่ได้ผลิตจากโรงงาน จะต้องทำการพ่นสีหมายเลขลงบนผิวภายนอกท่อเหล็ก ก่อนทำการขนส่งไปสู่โครงการ

3.11 การขนส่ง (TRANSPORTATION) เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง จะต้องจัดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก ไปยังที่โครงการก่อสร้างหมายกำหนดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการขนส่ง วิธีการยกท่อขึ้นลง เครื่องจักรเครื่องมือ การเตรียมการป้องกันอุปกรณ์ท่อเหล็กขณะขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแผนงานเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนดำเนินการ ความเสียหายใดๆ ที่เกิดกับอุปกรณ์ท่อเหล็กจากการขนส่ง ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ถึงแม้ว่าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะให้ความเห็นชอบกับแผนงานขนส่งของผู้รับจ้างการขนส่ง การยกขึ้นลง (TRANSPORTATION AND HANDLING) ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกัน และระมัดระวังมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็ก เกิดความเสียหายแตกทำลายได้โดยเฉพาะสีที่เคลือบภายนอกอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบท่อชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก จากโรงงานซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้าง จะต้องจัดหาสถานที่วางไว้ที่โครงการก่อน เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อสร้าง อนึ่ง การวางท่อพักก่อนนำไปก่อสร้าง จะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับท่อให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวยึดยึดท่อที่ยกโดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่งควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งหากเป็นรอยท่อลึกลงไปในเนื้อไม้ และยึดยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวในขณะขนส่ง หรืออาจใช้ทราย หรือขี้เลื่อย บรรจุจนวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามมิให้วางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อก่อนนำไปก่อสร้าง
- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซม หรือจัดหาใหม่ทันที

3.13 งานติดตั้งท่อเหล็ก

3.13.1 ท่อเหล็กหุ้มคอนกรีต

จะต้องเทคอนกรีตรอบท่อให้ได้ตามมิติที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ก่อนวางท่อผู้รับจ้างจะต้องทำค้ำยันท่อให้มั่นคงแข็งแรง และมีค่าระดับที่ถูกต้องก่อนแล้ว จึงนำท่อไปวางบนค้ำยันนั้น ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบ เพื่อทำการตรวจสอบความเรียบร้อย ก่อนทำการเทคอนกรีตและจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย ตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้แล้วเสร็จในการเทครั้งเดียว สำหรับในกรณีซึ่งท่ออาจมีการลอยตัว เนื่องจากเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตรึงท่อให้แน่นเพื่อป้องกันมิให้เกิดการลอยเช่นที่ว่า ภายหลังจากการเทคอนกรีตหุ้มท่อแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 7 วัน จึงทำการบดอัดดินรอบคอนกรีตหุ้มท่อ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

3.13.2 ท่อฝังใต้ดิน

ภายหลังจากทำการขุดดินร่องท่อแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำอาคารชั่วคราว รองรับท่อให้ได้ตามแนวดระดับและความลาดเอียงตามแบบ และให้สำหรับยึดท่อ ขณะเชื่อมปลายท่อต่อกัน อาคารชั่วคราวนี้ จะถอนย้ายออกเมื่องานเชื่อมท่อ ถมทรายรองรับใต้ท่อ หรือคอนกรีตหยาบ รองพื้นท่อได้ทำเสร็จแล้ว การนำอุปกรณ์ท่อเหล็กลงวางตามแนวแบบก่อสร้างจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมิให้ท่อและสีเคลือบท่อเสียหายได้ ภายในท่อจะต้องสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกอื่นใด

3.14 การซ่อมแซม (REPAIRS)

ความผิดพลาด ความบกพร่องของชิ้นงานทั้งหลายที่เกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้าง ซึ่งวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าพอที่จะซ่อมแซมแก้ไขได้ ผู้รับจ้างจะต้องรีบซ่อมแซมโดยเร็ว จนให้ได้ผลงานเป็นที่ยอมรับ

— 55

ของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น งานเชื่อมจะต้องพยายามจัดทำงานเชื่อมให้มีการซ่อมแซมน้อยที่สุด ขนาดของรอยเชื่อมต้องเล็กกว่าขนาดที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้าง(UNDERCUT) หรือมีจุดบกพร่องจะต้องทำการซ่อมแซมตามมาตรฐานของ ASME SECTION VIII PAPA UW 38

ในกรณีที่มีรอยตำหนิบนผิวของอุปกรณ์งานท่อเหล็ก อาทิเช่น รอยขรุขระ รอยร้าว รอยจากการบิปรัด หรือรอยเนื่องจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งมีความลึกจากผิวโลหะน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร จะต้องทำการซ่อมแซมโดยการขัดรอยตำหนิออกเสียก่อนให้ดี แล้วจึงเชื่อมพอกทับรอยตำหนินั้นๆ แล้วจึงขัดด้วยเครื่องหินขัดให้ผิวเสมอเรียบกับแผ่นโลหะนั้นๆ

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มิลลิเมตร ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้า หรือออก การขัดควรพึงระมัดระวังและป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนจนเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหายเนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

งานซ่อมแซมแก้ไขการเชื่อมแนวเชื่อมเดิม จะต้องถูกเขาสกัดออกจนถึงเนื้อวัสดุ (BASE METAL) เสียก่อนถึงจะสามารถทำการเชื่อมแก้ไขใหม่ได้ เมื่อซ่อมแก้ไขแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธี LIQUID PENETRATION INSPECTION

3.15 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก (INSPECTION AND TESTING)

ทั่วไป (GENERAL)

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องทำจัดทั้งภายในโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก และที่บริเวณโครงการก่อสร้าง การตรวจสอบการผลิตอุปกรณ์ที่โรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือกับผู้ตรวจสอบงาน (INSPECTOR) จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เข้าไปตรวจสอบวัสดุ และการผลิตอุปกรณ์ในโรงงาน ตลอดจนจัดหาเอกสาร หรือให้รายละเอียดต่างๆ ที่ผู้ตรวจสอบงานต้องการทราบเกี่ยวกับงานที่เข้าไปทำการตรวจสอบ ผู้ตรวจสอบงานมีอำนาจเข้าทำการตรวจสอบงานได้ตลอดเวลาที่โรงงานกำลังผลิตอุปกรณ์อยู่

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ที่โครงการแสดงหมายกำหนดการ และระยะเวลาของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานนี้ให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการเริ่มงานติดตั้งที่โครงการ

แผนงานดังกล่าวข้างต้นนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะพิจารณาเห็นชอบหรือไม่ภายใน 14 วัน หลังจากที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

ก่อนเริ่มการผลิตการเคลือบและทาสี การตรวจสอบ - ทดสอบ และการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งหมายกำหนดการที่แน่นอนของงานดำเนินการขั้นตอนนั้นๆ อีกครั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ทราบเป็นการล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง จะได้เตรียมการเข้าร่วมการตรวจสอบ แบบแปลน (SHOP DRAWING) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลนแผ่นค้ำของแผ่นเหล็กม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แบบแปลนการตัดต่อท่อเหล็ก ท่องอ (MITER- BENDS) แผนงานและวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต ชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงานก่อนการเชื่อม และทาสี ชนิดของลวดเชื่อม การเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เสียก่อนเริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่า กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะให้ความเห็นชอบดังกล่าว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำงานให้ได้ตามกำหนดของเอกสารนี้

— ๕๕

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมีผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้าง เองร่วมมือกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บรายละเอียดของการตรวจสอบ และทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง จำนวน 2 ชุด

3.16 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

อุปกรณ์ท่อเหล็กซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน มีดังนี้

- ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจตรวจสอบสภาพด้วยสายตา หรือขอคู่มือเอกสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาใช้งาน นอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้าสงสัยคุณภาพของวัสดุ

- การทดสอบเครื่องมือเชื่อมชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และฝีมือช่างเชื่อม ชนิดและขนาดของลวดที่เหมาะสมกับงาน

- การตรวจสอบวิธีการเตรียมแนวเชื่อม การทำความสะอาดแนวเชื่อมจะต้องปราศจาก สนิม สี จาระบี น้ำมัน น้ำ และอื่นๆ การบากขอบปลายสำหรับแนวต่อชนกัน (BUTT) แบบร่อง และการเว้นระยะห่างของขอบแนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะสมกับความหนาของชิ้นงาน การใช้แผ่นโลหะนำมาประกบด้านหลังของรอยต่อของงานเชื่อมต่อชนกับแบบร่อง

- การตรวจสอบขนาดของการเชื่อมด้วยสายตา และสภาพของแนวเชื่อม อาทิเช่น รอยแตก ร้าว การเชื่อมเว้าแหว่ง หรือหลุม ความนูนของแนวเชื่อม แนวเชื่อมมี SLAG ผงอยู่- การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENETRATION INSPECTION) ชนิด DRY PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้น จะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธีทดสอบขั้นแรก ให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาทั่วไป (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึงใส่น้ำยาแทรกซึมชนิด DRY PENETRANT ลงไปบนผิวงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยให้แห้งชั่วระยะหนึ่งให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าวแล้ว จึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANER อีกครั้ง ทิ้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทดีแล้ว ขึ้นต่อไป พ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะพบจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

- ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นรอบวงความยาว ให้ได้ขนาดตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิสัยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 5 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

- ตรวจสอบเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี

- ตรวจสอบความหนาของสีที่ทา เมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 3.9

- ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข

- ตรวจสอบวิธีการดำเนินการงานการขนส่ง

- ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (MITER BENDS)

3.17 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบ และทดสอบที่โครงการ ดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็กภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการ เป็นการตรวจสอบขนาดของท่อ และตรวจสอบสภาพ และตรวจสอบสภาพผิวท่อที่เคลือบและทาสีไว้ทั้งภายในและภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหามาใหม่

2. ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อจากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณก่อสร้าง โดยไม่ให้เกิดความเสียหาย

3. ตรวจสอบการทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อให้มีเพียงพอสำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของอาคารชั่วคราวด้วย

4. ตรวจสอบการจัดยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง

5. ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และไม่ให้น้ำเชื่อมตามยาวท่อมาต่อชนกัน

6. ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม
7. ตรวจสอบขนาด ความชัน การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม
8. ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน
9. ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้ว ให้ทำความสะอาดแนวเชื่อมตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที
10. ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม ตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน
11. ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน
12. ตรวจสอบการเคลือบและทาสีผิวภายนอกท่อเหล็กที่สัมผัสกับอากาศตามที่กำหนดไว้ แต่ละชั้น และตรวจสอบวัดความหนาของสีที่ทาแห้งแล้วด้วยวิธี PINHOLE TEST
13. ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท้องงอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนวและระดับของปลายท่อทั้งสองของท้องงอก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ
14. ภายหลังจากการประกอบ และติดตั้งท่อรับแรงดันแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ HYDROSTATIC TEST ซึ่งมีแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งานปกติ เครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการทดสอบท่อเหล็ก การเสริมป้องกันท่อ โครงสร้างชั่วคราวรับท่อเหล็กขณะทดสอบ การติดตั้ง การทดสอบ การขนย้ายตลอดจนการรื้อถอนอาคารชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกทั้งสิ้น

อนึ่งความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบกับอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

3.18 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ งานทดสอบงานเชื่อมรวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และการซ่อมแซมงาน เชื่อม การเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อมขนาด และชนิดของลวดเชื่อมสภาพอากาศขณะทำการเชื่อม ขนาดของร่องเปิด (ROOT OPENING) ของการเชื่อมต่อกัน ผลการทดสอบด้วยน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อมตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่างๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอีกครั้ง

4. อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิสัยของความผิดพลาดในการผลิตตามที่กำหนดไว้ใน ข้อ 5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไข และผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดทำใหม่

5. พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)

1. ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อท่อนเดียวกัน วัดที่ปลายทั้งสองข้าง จะต้องผิดไม่มากกว่า 0.25 % ของความยาวเส้นรอบวงท่อที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
2. ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อ 2 ท่อน ที่จะมาเชื่อมต่อกันวัดที่ปลายท่อ จะต้องผิดไม่มากกว่า 0.10 % ของความยาวเส้นรอบวงท่อที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
3. ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละท่อน จะต้องไม่มากกว่า 0.05 % ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่กำหนดให้ตามแบบก่อสร้าง
4. ความคลาดเคลื่อนของการเตรียมแนวเชื่อม จะต้องไม่มากกว่าที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้
 - ระยะห่างของการชนต่อแผ่นเหล็ก (ROOT OPENING OF BUTT JOINING) ± 1.0 มม.
 - ร่องมุมของการชนต่อแผ่นเหล็ก (GROOVE ANGLE OF BUTT JOINT) ± 5 DEGREES

- ความเหลื่อมของแผ่นเหล็กที่นำมาชนต่อกันในแนวราบ (OFFSET OF BUTT JOINT) จะต้องไม่มากกว่า 2.0 มม.
- ช่องห่างระหว่างแผ่นเหล็กสองชิ้น นำมาซ้อนทับกัน (LAP JOIN) จะต้องไม่มากกว่า 1.0 มม. สำหรับการเชื่อม แบบ FILLET WELD
- ช่องห่างระหว่างชิ้นงานที่นำมาต่อกันทำเป็นมุมฉาก หรือเฉียง (T-JOINT OR SHEWED T-JOINT) ต้องไม่ มากกว่า 2.0 มม. สำหรับการเชื่อมแบบ FILLET WELD และขนาดของเหล็กเชื่อมจะต้องเพิ่มตามขนาดของช่องห่างด้วย
- การเชื่อมของแบบ FILLET มุมของชิ้นงานซึ่งนำมาต่อกัน (SHEWED T-JOINT) ด้านมุมป้าน จะต้องไม่เกิน 135 องศา และมุมแหลมจะต้องไม่น้อยกว่า 60 องศา
- ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้
- การเชื่อม FILLET WELD แบบเว้นระยะห่างกัน (INTERMITTENY FILLET WELD) ความยาวของแนวเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่า ของขนาดเชื่อมหรือไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร

ข้อกำหนดรายละเอียดด้านเทคนิคงาน หลักเขต (ด้านวิศวกรรม)

1. ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางแผนหลักเขต ที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดโดยผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาเครื่องมือเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์และแรงงานในการทำงานนี้ทั้งหมด

2 รายละเอียดงานทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางแผนหลักเขตวางแนวเขตเสารั้วคอนกรีตพร้อมซึ่งลวดหนามรอบบริเวณโครงการ เป็นระยะทางตามแบบที่กำหนด ตามที่ผู้ว่าจ้างได้กำหนด หรือตามดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

3. เสารั้วคอนกรีต

เสารั้วคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จรูป ใช้สำหรับงานล้อมรั้วด้วยลวดหนามเพื่อป้องกันหรือกั้นเป็นแนวเขตของที่ดินเสารั้วแข็งแรง ทนทาน ทำให้มีอายุการใช้งานที่นาน มีลวดแรงดึงสูง เหนียว ทนต่อแรงกระแทก และไม่ขาดง่าย

ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเสารั้วคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงที่ได้มาตรฐานตาม มอก. 971-2533 โดยเสารั้วคอนกรีตต้องมีกำลังอัดไม่ต่ำกว่า 300 kg/cm^2

4. รั้วลวดหนาม

รั้วลวดหนามผลิตด้วยลวดพันกับหนาม เคลือบด้วยซิงค์

4.1 ลักษณะของหนาม การพันเกลียวหนามแบบธรรมดา (Conventional) เป็นการพันเกลียวลวดหนามแบบเก่า มีโอกาสที่หนามจะหลุด หรือเกลียวหนามอาจคลายได้ในส่วนของตัวเส้นลวดจะมีการพันเกลียวแบบหลวมๆ ไม่แน่น มีโอกาสที่ติดตั้งแล้วจะทำให้ลวดหนามหย่อนในอนาคต ตัวอย่างมีให้เห็นตามทั่วไป

4.2 ใช้ลวดหนามเบอร์ตามที่มีมาตรฐาน SWG (Standard Wire Gauge) ซึ่งเป็นมาตรฐานของ British Standard Wire Gauge (BS3737 : 1964) ใช้ลวดหนามเบอร์ 12

4.3 การเคลือบสารกันสนิม หรือ การชุบซิงค์ของลวดหนาม การชุบซิงค์แบบจุ่มร้อน (Hot-Dipped Galvanized) โดยปัจจุบันกระบวนการเคลือบสารกันสนิมหรือการชุบซิงค์ได้ถูกนำมาใช้ในงานการอุตสาหกรรมก่อสร้าง หรืออุตสาหกรรมชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า การชุบซิงค์มีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dipped Galvanized) ซึ่งปกติลวดหนามที่มีจำหน่ายในเมืองไทย ส่วนมากแล้วชุบซิงค์แบบจุ่มร้อน แต่จะชุบเพียงแค่ 20- 50 กรัมเพียงเท่านั้น ซึ่งเฉลี่ยแล้วสามารถทนสนิมได้นานแค่ 1-2 ปีเท่านั้น เนื่องจากเป็นปริมาณที่น้อยเกินไป ทำให้ปัจจุบันมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง จนมีกระบวนการชุบซิงค์แบบจุ่มร้อนหนาพิเศษขึ้นมา

ในต่างประเทศได้เริ่มใช้ลวดหนามชุบซิงค์แบบจุ่มร้อนมานานหลายปีแล้ว การเคลือบสารป้องกันสนิมหรือชุบซิงค์แบบจุ่มร้อนหนาพิเศษนั้น จะมีการชุบซิงค์แบบจุ่มร้อนเฉลี่ย 235-250 กรัม/ตารางเมตร ในส่วนประเทศไทยนั้นเริ่มมีลวดหนามชุบซิงค์แบบจุ่มร้อนหนาพิเศษเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานแล้วเช่นกัน อย่างแบรนด์ลวด

๕๐

หนามเทวดาที่มีจำหน่ายอยู่ ลวดหนามที่มีการชุบซิงค์แบบจุ่มร้อนหนาพิเศษทำให้มีอายุการใช้งานมากกว่าลวดหนามทั่วไปในท้องตลาด เฉลี่ยอยู่ที่ 30 - 50 ปี

4.4 วิธีการติดตั้งลวดหนาม

1. ตั้งเสาให้แข็งแรง ขั้นตอนแรกของการล้อมรั้วคือ การตั้งเสา เสาที่ใช้กับลวดหนาม สามารถใช้ได้กับเสาทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นเสาไม้ เสาปูน เสาเหล็กก็สามารถใช้กับลวดหนามได้ทั้งหมด การติดตั้งเสา ควรติดตั้งเสาให้แข็งแรง ต้นแรก หรือ ต้นสุดท้ายควรมีการทำค้ำยัน หรืออาจจะทำทุกระยะ 30-50 เมตร เพื่อป้องกันการล้มของเสา ส่วนรากฐาน ควรขุดหลุมเทปูน ให้เรียบร้อยป้องกันการโยกของเสาแต่ละต้น ส่วนระยะห่างของลวดหนามทั่วไปอยู่ที่ 2-2.5 เมตร/ต้น แต่ถ้าหากเป็นลวดหนามซึ่งคือลวดไนแมงระยะเสารั้วสามารถห่างได้ถึง 4-5 เมตร/ต้น

2. ดึงลวดหนามให้ตึง หลังจากที่เราได้ตั้งเสาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การติดตั้งลวดหนามกับเสาที่ได้จัดเตรียมไว้ โดยปกติการติดตั้งลวดหนาม จะดึงทีละต้น โดยใช้ชะแลง เป็นตัวช่วยดึงลวดหนามให้ตึง หากไม่ดึงให้ตึงแล้ว อนาคตอาจจะทำให้ลวดหนามหย่อนยานและหลุดได้

3. ยึดลวดหนามติดกับเสา วิธีการยึดลวดหนามกับเสามีหลายวิธี เช่น ใช้ตะปูตอกพับ ระหว่างเสากับลวดหนาม ใช้กับลวดหนาม ล้อครื่องระหว่างเสากับลวดหนาม โดยปกติเสาจะมีรูให้สำหรับใส่ตัวกับล้อ ลวดหนามอยู่แล้ว ทำให้สามารถตอกกับลงไปนรู ส่วนอีกฝั่งทำการตีล้อป้องกันการหลุดได้ หรือจะเป็นการใช้ลวดผูกระหว่างเสากับตาข่าย โดยวิธีนี้ถือว่าทนและแข็งแรง ไม่มีหลุด สามารถใช้ลวดทั่วไปผูกได้ ค่าเดือน ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันก่อนการติดตั้งทุกครั้ง เช่น ถุงมือ เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว ทุกครั้งเนื่องจากลวดหนามมีลักษณะคม อาจทำให้เกิดบาดเจ็บได้

5. การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงาน จะวัดปริมาณงาน เมื่อผู้รับจ้างวางเสารั้วคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงและซิงลวดหนามตามระยะที่กำหนดในแบบ โดยให้วัดตามปริมาณที่ทำได้จริงในสนามตามขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ

การจ่ายเงิน ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้เป็นราคาต่อหน่วย (เมตร) ตามที่แสดงไว้ในบัญชีงาน เมื่อผู้รับจ้างทำงานเสร็จเรียบร้อยของแต่ละงวดงาน ประกอบด้วย เสารั้วคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงพร้อมซิงลวดเรียบร้อย