

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

งานซ่อมแซมปรับปรุงท่อส่งน้ำและอาคารโรงไฟฟ้า
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน โครงการแจ้ซ้อน (ป่าเหมี้ยง)
อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง 1 โครงการ

สารบัญ

งานดินขุด (Excavation)..... 1-2

งานดินถมบดอัดแน่น..... 2-3

งานคอนกรีต (Concrete)..... 3-11

เหล็กเสริมคอนกรีต..... 11-12

งาน Non – Shrink Mortar..... 12-13

งานท่อ HEADRACE 13

งานท่อ PENSTOCK..... 13-27

งานเหล็กโครงสร้าง หรือประตูระบายน้ำ หรืออุปกรณ์ประกอบอื่น..... 27-29

งานวัสดุรองพื้น (ทรายปรับระดับบดอัดแน่น)..... 29

ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค
งานซ่อมแซมปรับปรุงท่อส่งน้ำและอาคารโรงไฟฟ้า โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน
โครงการบ้านแม่กำปอง 1 และ 2 ตำบลห้วยแก้ว อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ 1 โครงการ

1. <u>งานดินขุด (Excavation)</u>

2.1 ทั่วไป

งานดินขุดประกอบไปด้วย งานดินขุดบริเวณที่กำหนดในแบบและ/หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด รวมถึงการขนย้ายไปทิ้งตามสถานที่เหมาะสมและ/หรือตามผู้ว่าจ้างกำหนด จึงจะดำเนินงานอื่นๆ ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

1.2 รูปร่าง (Dimension)

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดดินให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือตามผู้ว่าจ้างสั่งการ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างสั่งให้เปลี่ยนแปลง แก้ไขระดับ หรือขนาดผิดไปจากในแบบ ผู้รับจ้างจะเรียกร้อง ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากราคาต่อหน่วยที่ระบุไว้ในบัญชีราคาตามสัญญามิได้ การดำเนินการขุดใดๆ ที่ผู้รับจ้างกระทำ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน หรือการนำวัสดุที่ได้จากการขุดไปทิ้งหรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ จะต้องอยู่ภายใต้ขอบเขตที่ได้รับอนุญาตและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นภาระความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเอง

(ข) ผู้ว่าจ้างอาจสั่งผู้รับจ้างทำการขุด เป็นขั้นเป็นตอนของระดับชั้นดินหรือหิน จนกระทั่งเห็นว่ามีความมั่นคงเหมาะสมตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง ในกรณีเช่นนี้ผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นมิได้

1.3 ลาดด้านข้าง การพังทลายของดินและดินฐานรากที่ไม่เหมาะสม

(ก) ในระหว่างการขุด หากปรากฏว่า สภาพทางธรณีวิทยาของดินไม่สามารถขุดให้ลาดด้านข้างเป็นไปตามแบบได้ หรือกรณีที่พิจารณาเห็นว่าลักษณะของดินฐานรากไม่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบให้ตรงกันกับสภาพที่เป็นจริง หรือออกหนังสือให้แก้ไขความลาดชันและแนวของการขุดได้

(ข) หากขุดเกินหรือเกิดการพังทลายซึ่งผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่า เกิดจากความประมาทเลินเล่อ หรือปฏิบัติการไม่ถูกวิธี ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการขนย้ายวัสดุที่เกินนี้ออกไปให้หมด และถมกลับในส่วนที่ขุดเกินโดยการบดอัดให้แน่นดีเหมือนเดิม โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างด้วย ทั้งนี้จะไม่มีการคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มแต่อย่างใด

1.4 ข้อควรระมัดระวังในการขุด

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องหามาตรการในการป้องกันและตรวจสอบ เพื่อให้ได้แนว ขนาด และระดับให้ใกล้เคียงกับ แนวที่ต้องการให้มากที่สุด

(ข) การขุดดินจะต้องกระทำในสภาพที่แห้งอยู่เสมอ ถ้าบริเวณที่จะขุดมีสภาพเปียกหรือมีน้ำขังจะต้องทำการ ระบายน้ำออกให้หมดก่อนที่จะเริ่มลงมือขุด

(ค) ในการขุดดิน (Earth section) จะต้องขุดให้ได้รูปตัดตามแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดและตบแต่งให้เรียบ ด้วยเครื่องมือหรือเครื่องถาก เครื่องเกลี่ย หรือเครื่องจักร อุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกัน

2. งานดินถมบดอัดแน่น

2.1 ทั่วไป

งานดินถมบดอัดแน่นประกอบไปด้วย งานดินถมบดอัดแน่นบริเวณที่ระดับดินเดิมอยู่ต่ำกว่าระดับที่ออกแบบไว้ ตามแนวความยาวของท่อลอด คสล. แล้วจึงจะดำเนินการลงทรายปรับระดับและเทคอนกรีตตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

2.2 การบดอัดแน่น

(ก) วัสดุที่จะนำมาใช้ถมบดอัดแน่น จะต้องมีคุณสมบัติที่ดีตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ ซึ่งจะต้องเป็นดินที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว (Selected Materials) และจะต้องทำการคลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างดี ซึ่งหลังจากการบดอัดแล้ว สามารถรับน้ำหนักได้ดี

(ข) เมื่อได้ขุดลอกหน้าดินทั้งหมดออกแล้ว ก่อนที่จะปูดินชั้นแรกลงไปจะต้องทำการบดอัดดินเดิมให้ได้ ความแน่นไม่น้อยกว่า 95 % ของ Strandard Proctor Compaction Test การปูดินชั้นต่อไปต้องปูเป็นชั้นๆ ในแนวราบและมีความหนาสม่ำเสมอกันตลอดโดยความหนาของแต่ละชั้นหลังจากการบดอัดแล้วไม่ควรหนาเกิน 20 ซม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือเครื่องจักรที่จะใช้ในการบดอัดซึ่งจะได้กล่าวในข้อต่อไป

(ค) ก่อนการบดอัดต้องทำให้วัสดุมีความชื้นไม่สูงหรือต่ำเกินกว่า 2% ของระดับความชื้นเหมาะสม (Optimum Moisture Content) ที่ได้จากห้องทดลอง (Lab Test) การให้ความชื้นเพิ่มเติมในบริเวณที่ทำการบดอัดด้วย หากดินแห้งไป แต่ถ้าความชื้นสูงเกินไปควรตากหน้าดินไว้ก่อนจนกว่าจะได้ตามกำหนด

(ง) การบดอัดจะต้องให้ วัสดุจะต้องถูกบดอัดอย่างสม่ำเสมอ และเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั้งรูปตัดปราศจากการจับตัวแน่นเป็นก้อน การจับตัวแน่นเป็นแผ่นๆ หรือมีดินเปียกหรือแห้งมากเกินไปเป็นหย่อมๆ ผิวของดินที่บดอัดแล้วจะต้องได้รับการตากและตกแต่งให้ได้แนวและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.3 เครื่องมือ เครื่องจักรในการบดอัด (Equipments of Compaction)

เครื่องมือเครื่องจักรที่จะใช้ในการบดอัด จะต้องมีประสิทธิภาพในการทำให้วัสดุที่ใช้ในการบดอัดนั้นมีความแน่นอัดตัวกันสูง และได้ความแน่น (แห้ง) สูงสุด เช่น รถบดชนิดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง รถบดล้อยางสูบลมขนาดใหญ่ แต่ไม่จำเป็นต้องจำกัดใช้แต่เครื่องจักร อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ โดยอาจมีข้อยกเว้นว่าจะต้องใช้เครื่องบดอัดพิเศษอย่างอื่น เช่น บริเวณห่างจากตัวอาคารคอนกรีตในระยะ 1.00 เมตร หรือบริเวณอื่นๆ ที่ไม่สะดวกในการใช้เครื่องบดอัดขนาดใหญ่ ทั้งนี้แล้วแต่ความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

2.4 เกณฑ์ความแน่นและการตรวจสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องบดอัดแน่นตามวิธีที่กล่าวแล้ว ให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นสูงสุดซึ่งได้รับจากการทดลองมาตรฐานของ ASTM Designation D 698 Method A หรือตามวิธีการที่เรียกว่า Standard Proctor Compression Test โดยความหนาของแต่ละชั้นเมื่อบดอัดแล้วไม่เกิน 20 ซม. แต่ทั้งนี้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจพิจารณาสั่งเปลี่ยนแปลงความหนาได้ โดยการประเมินจากผลการทดลองจากแปลงการทดสอบ (Test Section) และตามสภาพความเหมาะสมของเครื่องมือ และลักษณะของวัสดุที่ใช้บดอัด

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

3. งานคอนกรีต (Concrete)

3.1 ทั่วไป

งานคอนกรีตประกอบไปด้วย งานปรับปรุงฝาย, งาน Anchor Block, Pipe Support และงานปรับปรุงอาคารโรงไฟฟ้า ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

3.2 การออกแบบส่วนผสม (Proportioning of concrete)

3.2.1 ทั่วไป

- คอนกรีตจะต้องประกอบด้วย ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ วัสดุมวลละเอียด วัสดุมวลหยาบ น้ำและสารเคมีผสม คอนกรีตตามที่กำหนดไว้ วัสดุดังกล่าวจะต้องนำมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดี จนได้ความข้นเหลวที่เหมาะกับการปฏิบัติงาน
- ขนาดของตะแกรงที่ใช้ จะมีขนาดเป็นมิลลิเมตร เพื่อให้เป็นไปตาม ASTM E11 หรือ ASTM E-323

3.2.2 มาตรฐานของคอนกรีต

- คอนกรีตแต่ละชนิด จะต้องมีอัตราส่วนผสม วิธีการผสมและขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานตามมาตรฐาน American Society of Testing Materials (ASTM)

3.2.3 อัตราส่วนผสมคอนกรีต

- ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการออกแบบ และกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตแต่ละประเภทที่ต้องใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าได้คุณภาพตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดวิศวกรรม
- กำลังอัดของคอนกรีต (Compression strength) ที่น้อยที่สุดเมื่ออายุ 28 วันจะใช้ กำลังอัดประลัย 175 กก./ตร.ซม. หรือตามที่ระบุในแบบ

3.2.4 การควบคุมส่วนผสมคอนกรีต

- ก่อนเริ่มการทำงานคอนกรีตผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับรายละเอียดของคอนกรีตประเภทต่างๆ โดยต้องทำการทดลองหลายๆตัวอย่างให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทำการตรวจสอบจนเป็นไปตามข้อกำหนดทางวิศวกรรม
- แหล่งที่มาของวัสดุ และชนิดของอัตราส่วนผสมคอนกรีตจะต้องเป็น แหล่งเดียวกับที่ได้ทำการออกแบบและทดสอบไว้ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงนอกจากจะได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

3.2.5 การควบคุมความสามารถเทได้ (Workability)

- หลังจากที่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสมลงสู่แบบแล้ว ก่อนทำการเขย่าหรือทำให้แน่น ค่าความยุบตัว (Slump) ของคอนกรีต จะต้องไม่เกินไปกว่า
  1) 80 มม. สำหรับคอนกรีตที่เทโดยการใช้แบบและมีเหล็กเสริม
  2) 50 มม. สำหรับคอนกรีตประเภทอื่นๆ
- ผู้ว่าจ้างอาจกำหนดให้ค่ายุบตัวของคอนกรีตน้อยกว่านี้ได้ ถ้ายังสามารถทำงานได้สะดวก

3.2.6 การขนส่งคอนกรีต

- การขนส่งคอนกรีตและการเท โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ใดๆ เช่น ถัง รางเทกรวยรับคอนกรีต รถบรรทุกชนิดมีใบกวนในตัว หรือรถสูบอัดคอนกรีต โดยไม่ทำให้ค่าความยุบตัวของคอนกรีตเกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 3.2.5 ที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น

3.3 คุณภาพวัสดุสำหรับคอนกรีต

3.3.1 ซีเมนต์ ซีเมนต์ต้องได้มาตรฐาน ASTM C 150 Type I

3.3.2 น้ำผสมคอนกรีต

- น้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ปูนทรายหรือวัสดุมวลรวม หรือน้ำสำหรับบ่มคอนกรีตต้องเป็นน้ำจืดมีคุณสมบัติ ปราศจากอินทรีย์วัตถุ กรด ด่าง เกลือ น้ำมัน สิ่งโสโครกและสิ่งเจือปนอื่นๆ ในปริมาณที่ก่อให้เกิดอันตรายกับคอนกรีตและมีตะกอนแขวนลอยอยู่ไม่เกิน 2,000 ส่วนในล้านส่วน มีคุณสมบัติตาม ASTM C94

3.3.3 วัสดุมวลรวม (Aggregates)

- วัสดุมวลรวมละเอียด (Fine Aggregate) เปอร์เซ็นต์ของสารที่ไม่พึงประสงค์ที่ปนอยู่ในวัสดุมวลรวมละเอียด จะต้องมีค่าไม่เกินตามตารางข้างล่างนี้

รายการ	เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก (% by weight)
วัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มม.	2.0
วัสดุน้ำหนักเบา	2.0
อินทรีวัตถุ	0.0
ดินเหนียว	1.0
สสารอื่นๆ	2.0

- วัสดุมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่จะใช้ผสมคอนกรีตต้องมี เปอร์เซนต์ของวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ในขนาดต่างๆ ไม่เกินจากตารางต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

รายการ	เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก (% by weight)
วัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มม.	0.5
วัสดุน้ำหนักเบา	2.0
อินทรีวัตถุ	0.0
ดินเหนียว	0.5
สสารอื่นๆ	1.0

3.4 การเทคอนกรีต

3.4.1 ทั่วไป

เครื่องมือเครื่องใช้ในการเทคอนกรีต รวมทั้งลำดับการเทคอนกรีต ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน และผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้าก่อนดำเนินการเทคอนกรีตอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้รื้อทุบคอนกรีต และนำคอนกรีตใหม่มาเปลี่ยน ถ้าหากเทคอนกรีตก่อนได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และไม่พิจารณาจ่ายเงินให้

3.4.2 วิธีการเทคอนกรีต

(ก) ในการเทคอนกรีต ต้องเทลงไปในลักษณะเป็นชั้นๆ ไปในทางราบจนกระทั่งเสร็จในชั้นนั้นๆ และชั้นต่อไปก็ปฏิบัติในทำนองเดียวกันในขณะที่คอนกรีตยังเหลวอยู่ ระยะสูงสุดที่เทคอนกรีตลงสู่แบบต้องไม่เกิน 1.50 ม. นอกจากจะหาเครื่องมือใดๆที่เหมาะสมมารองกั้นคอนกรีตที่กำลังเท โดยต้องได้รับความยินยอมจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างด้วย

(ข) ความหนาของคอนกรีตแต่ละชั้น ควรอยู่ระหว่าง 30 – 60 ซม. หรือตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด

(ค) การเทคอนกรีตทุกครั้งจะต้องเทต่อเนื่องตั้งแต่เริ่ม จนกระทั่งเสร็จสิ้นการเท นอกจากจะมีเหตุฉุกเฉิน หรืออุปสรรคที่ไม่สามารถเลี่ยงได้ และมีความจำเป็นต้องหยุดเทคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องหาวิธีที่เหมาะสม โดยการทำรอยต่อก่อสร้าง (Construction Joints) โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างด้วย

(ง) คอนกรีตที่เทเสร็จแล้วแต่ละชั้น ต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการทำให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นสม่ำเสมอ ไม่มีรูพรุน จับยึดแน่นกับผิวไม้แบบ และสิ่งที่ฝังจมในเนื้อคอนกรีต โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างด้วย

(จ) การเทคอนกรีตลงไปในแบบที่มีการเสริมเหล็ก ต้องระมัดระวังที่จะไม่ให้ส่วนผสมเกิดการแยกตัว หรือเกิดการกระแทกเหล็กเสริมจนเกิดการขยับตัว หรือเคลื่อนย้ายไปได้ ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น รางเทคอนกรีต ท่อหรือกรวยที่สามารถนำคอนกรีตลงไปในแบบที่แคบหรือบริเวณที่มีความลึก จนสามารถทำให้คอนกรีตแทรกตัวกับเหล็กเสริมได้อย่างทั่วถึงกันตลอดทั้งหมด การเทคอนกรีตบนพื้นลาดเอียง ต้องใช้ส่วนผสมที่มีค่ายุบตัวต่ำ โดยเริ่มเทจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน การเกลี่ยคอนกรีตและทำให้คอนกรีตแน่นอาจใช้บรรทัดยาวพาดบนโครงไม้ที่ปรับแนวเอียงได้ตามต้องการ โครงไม้ที่วางเพื่อใช้เป็นแนวหรือระดับต้องรื้อออกไปก่อนที่คอนกรีตจะเริ่มก่อตัว

(ฉ) การเทคอนกรีตระหว่างฝนตก ห้ามเทคอนกรีตกลางแจ้งในขณะกำลังมีฝนตก นอกจากจะมีเครื่องป้องกันมิให้เกิดผลเสียหายแก่คอนกรีตนั้น โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน หรือถ้าพิจารณาว่าฝนตกหนักและอาจชะล้างเอาน้ำปูนหรือปูนทรายออกไป จะต้องหยุดการเทคอนกรีตทันที แล้วเตรียมทำผิวหน้าไว้เป็นรอยต่อก่อสร้างด้วย

(ช) การเทคอนกรีตระยะที่สอง (Second Stage Concrete)
ในกรณีที่ปฏิบัติงานคอนกรีตใดๆไม่สามารถที่จะเทให้เสร็จได้ในครั้งเดียวและมีความจำเป็นต้องเทคอนกรีตในระยะที่สองต่อจากของเดิม งานจึงจะเสร็จสมบูรณ์นั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำรอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint) ซึ่งจะได้กำหนดวิธีการปฏิบัติงานในข้อ 3.5

3.5 การทำรอยต่อ

3.5.1 <u>รอยต่อก่อสร้าง</u> (Construction Joints)

(ก) บริเวณที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างผิวของคอนกรีตเก่ากับคอนกรีตใหม่ เรียกว่ารอยต่อก่อสร้าง ซึ่งรอยต่อก่อสร้างนี้ต้องยึดเกาะกันแน่นเป็นเนื้อเดียว และมีกำลังของคอนกรีตเท่ากันรอยต่อก่อสร้างอาจระบุไว้ในแบบหรือจากการกำหนดขึ้นของผู้ว่าจ้าง การทำรอยต่อก่อสร้างจะกระทำเมื่อมีเหตุที่จะต้องหยุดเทคอนกรีตไปเกินกว่า 1 ชั่งโมง

(ข) การทำรอยต่อก่อสร้างควรพยายามให้คอนกรีตมีการหดตัวน้อยที่สุด หลังจากเทคอนกรีตและควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถรับแรงเค้นภายในอาคารนั้นได้เป็นอย่างดี บริเวณขอบหรือริมอาคารคอนกรีตควรหลีกเลี่ยงอย่าให้มีรอยต่อเกิดขึ้น จุดตัดของรอยต่อคอนกรีตและผิวหน้าของคอนกรีตที่มองเห็นได้ง่าย จะต้องให้เป็นแนวเส้นตรง

(ค) การเตรียมรอยต่อ เมื่อคอนกรีตเริ่มก่อตัวแต่ยังไม่ถึง Final Set ให้ฉีดล้างผิวหน้าให้น้ำปูนหลุดออกไปให้หมด จนเหลือแต่วัสดุมวลหยาบที่แข็งแกร่งเท่านั้น หลังจากนั้นจะทิ้งระยะเวลาไว้พอสมควรก่อนที่จะมีการเทคอนกรีตครั้งต่อไป ต้องทำความสะอาดผิวหน้านั้นอีกครั้งด้วยน้ำฉีดพ่นแรงดันสูง

(ง) ถ้าผิวหน้าคอนกรีตเดิมขวางด้วยเหล็กเสริม ซึ่งไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้สะดวก ควรปล่อยให้คอนกรีตแข็งตัวเสียก่อน ต่อจากนั้นจะต้องทำความสะอาดโดยใช้เครื่องพ่นทรายในการทำความสะอาดและจะต้องทำทันทีก่อนจะมีการเท-คอนกรีตในชั้นต่อไป หรือทำการกะเทาะผิวหน้าให้ขรุขระด้วยเครื่องมือ เช่น เหล็กสกัด เพื่อให้ผิวหน้าที่เคลือบด้วย

ปูนซีเมนต์และทรายออกจนเห็นเนื้อคอนกรีตที่แกร่ง และทำความสะอาดด้วยการเป่าด้วยเครื่องอัดลมที่มีความดันไม่น้อยกว่า 10 กก./ตร.ซม. หรือน้ำฉีดที่มีกำลังมากพอที่จะชะล้างสิ่งที่ไม่ต้องการออกได้หมดตามต้องการ

3.5.2 รอยต่อเผื่อขยายและรอยต่อเผื่อหด (Expantion and Contraction Joints)

(ก) ในการปฏิบัติงานคอนกรีตจะยอมให้มีรอยต่อได้โดยคอนกรีตที่อยู่ชิดกันจะสามารถขยายตัวหดตัวหรือการทรุดตัวของฐานรากที่ไม่เท่ากันเรียกว่ารอยต่อเผื่อขยายตัวและรอยต่อเผื่อหดตัว

(ข) รอยต่อดังกล่าวจะระบุไว้ในแบบ หรืออาจกำหนดขึ้นโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(ค) ผิวหน้าของคอนกรีตด้านตรงข้ามของรอยต่อ จะต้องแยกจากกันอย่างเด็ดขาด ดังนั้นจึงต้องทาหรือหุ้มด้วยวัสดุที่กำหนดให้โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อป้องกันมิให้ผิวหน้าทั้งสองยึดติดกัน

(ง) ผิวหน้าของรอยต่อเผื่อขยายตัวและรอยต่อเผื่อหดตัว ต้องทำความสะอาดโดยการเอาเศษปูนหรือวัสดุแปลกปลอมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

3.5.3 วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Sealer)

(ก) วัสดุอุดรอยต่อ สำหรับรอยต่อเผื่อขยายต้องจัดหาและทำการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือโดยการกำหนดของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(ข) วัสดุ

(1) วัสดุที่จะใช้อุดรอยต่อต้องมีคุณสมบัติตาม ASTM D 3405

(2) วัสดุอุดรอยต่อเมื่อหยอดแล้วต้องมีความยืดหยุ่นได้ วัสดุอุดรอยต่อนี้เมื่อได้รับความร้อนประมาณ 150 – 200 ฟาเรนไฮต์ จะกลายเป็นของเหลว และสามารถไหลได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อย่างอื่นเข้าช่วย การหยอดจะต้องกระทำขณะที่วัสดุนี้มีความร้อนอยู่

(3) การจะใช้วัสดุอุดรอยต่อในแนวดิ่ง ต้องใช้วัสดุที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งผู้รับจ้างต้องเสนอและต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างด้วย

3.6 การบ่มคอนกรีต

3.6.1 ทั่วไป

ก่อนเริ่มงานเทคอนกรีต เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ในการบ่มคอนกรีต ต้องจัดเตรียมไว้ให้พร้อมและเพียงพอ พร้อมที่จะใช้งานได้ทันที

3.6.2 ระยะเวลาในการบ่ม

ในการบ่มคอนกรีต ควรเริ่มบ่มให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้หลังจากที่คอนกรีตเริ่มก่อตัวและต้องต่อเนื่องกันไปตลอดระยะเวลาอย่างน้อย 14 วัน นับจากวันที่เทเสร็จ ทั้งคอนกรีตที่เทโดยใช้แบบหรือไม่ใช้แบบ คอนกรีตที่เทโดยใช้แบบ หลังจากถอดแบบเสร็จแล้ว จะต้องทำการบ่มทันที

วิธีการบ่มคอนกรีตจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อนตามประเภทของผิวหน้าคอนกรีตและวิธีบ่มคอนกรีต ดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

วิธีบ่มคอนกรีตชนิดใช้แบบและไม่ใช้แบบ

ผิวหน้าคอนกรีต	ประเภท	วิธีการบ่ม
<u>ผิวหน้าชนิดมีแบบ</u> ผิวหน้าติดกับดินถมหรือคอนกรีต	F1	น้ำ , Water wax base, white water-emultion, rasin-base curing compound
อาคารประกอบของเขื่อนดิน รอยต่อก่อสร้าง รอยต่อเผื่อขยาย	F2	น้ำ , Water wax base, white water-emultion
ผิวหน้าที่เห็นได้ชัด หรือผิวโชว์	F3	Clear curing compound ; water emultion rasin-base
<u>ผิวหน้าคอนกรีตที่ไม่มีแบบ</u> ผิวหน้าที่ปกคลุมด้วยวัสดุ	U1	น้ำ , White wax base, white water-emultion, rasin-base curing compound,polyethylene film
พื้น เช่น ทางระบายน้ำล้น อาคารส่งน้ำ และอาคารลดกระแสน้ำ	U3	น้ำ, หรือ polyethylene film

3.6.3 <u>การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำ</u> (Water Curing)

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำนั้น จะต้องรักษาผิวหน้าของคอนกรีตให้เปียกชุ่มตลอดเวลา ปิดด้วยวัสดุชุ่มน้ำหรือใช้เครื่องพ่นน้ำ (Sprinker) หรือวิธีอื่นใดก็ตาม ที่จะรักษาผิวหน้าของคอนกรีตให้เปียกชุ่มอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ใช้บ่มต้องเป็นน้ำที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหน้าคอนกรีต

3.6.4 <u>การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต</u> (Membrane curing)

(ก) การบ่มโดยใช้สารผสมทางเคมี ซึ่งประกอบด้วย ส่วนผสมที่เป็นของเหลว ทำนองเดียวกับที่บ่มด้วยน้ำ แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน สารผสมเหล่านี้ส่วนผสมจะประกอบไปด้วย สารกึ่งใสกึ่งทึบ โดยไม่มีสีหรือสารกึ่งใส แห้งเร็ว ผสมสีขาว มีคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM C309 ซึ่งส่วนผสมจะต้องมีความข้นเหลวสม่ำเสมอกัน การบรรจุใส่ถังรวมทั้งการขนส่งจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ส่วนผสมยังคงรักษาคุณภาพเหมือนสถานะเดิมตลอดเวลา

(ข) น้ำยาบ่มคอนกรีตต้องพ่นลงไปบนผิวหน้าคอนกรีต เพื่อให้คลุมผิวสม่ำเสมอและมีความต่อเนื่อง

(ค) เศษวัสดุ ปูน ทราย ที่ติดอยู่ตามผิวหน้าคอนกรีต ต้องเก็บออกให้หมดก่อนที่จะพ่นน้ำยาลงไป ผิวหน้าคอนกรีตที่ยังตบแต่งไม่เรียบร้อยจะต้องตบแต่งก่อนที่จะทำการพ่นน้ำยาลงไป

(ง) หลังจากถอดแบบแล้ว ทำการพ่นด้วยน้ำบางๆ บนผิวหน้าคอนกรีตจนกระทั่งเห็นว่าบนผิวหน้าของคอนกรีตไม่สามารถดูดซับความชื้นได้อีกแล้ว ขณะที่ผิวของคอนกรีตยังหมาดๆ อยู่ ให้เริ่มทำการบ่มด้วยน้ำยาทันที

(จ) การพ่นน้ำยาต้องระวังเพื่อให้แน่ใจว่า ส่วนผสมของน้ำยานั้นเคลือบคลุมผิวหน้าของคอนกรีตได้ทั่วทั้งหมด หากมีการซ่อมเสริมใดๆ และเมื่อซ่อมแล้วเสร็จต้องให้ความชื้นกับผิวคอนกรีตส่วนนั้นและการเคลือบปิดผิวคอนกรีตด้วยน้ำยาให้ใช้วิธีการเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในข้อ (ง)

(ฉ) เครื่องมือในการพ่นบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยานี้ รวมทั้งวิธีการพ่น จะต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ Bureau of Concrete Manual ฉบับล่าสุด และภายในระยะเวลา 21 วันนับจากวันพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังผิวหน้าคอนกรีต ไม่ให้ถูกรบกวนด้วยยวดยานหรือการกระทำที่ทำให้เกิดความเสียหาย

(ช) น้ำยาบ่มคอนกรีตต้องมีใบรับรองของโรงงานผู้ผลิต เพื่อแสดงว่ามีคุณสมบัติตามข้อกำหนดทางวิศวกรรมจึงจะได้รับความเห็นชอบ การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจากเอกสารดังกล่าว มิได้ทำให้ผู้รับจ้างหมดภาระในการรับผิดชอบต่อการจัดหาวัสดุที่ดีตามสัญญานี้แต่ประการใด ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างของน้ำยาบ่มคอนกรีตและผ่านการทดลองจนเป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น การเก็บตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASTM C 309

(ซ) ผิวที่เคลือบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต หากได้รับความเสียหายหรือลอกออกจากผิวของคอนกรีตในระยะเวลา 14 วัน หลังจากการฉีดพ่น ผู้รับจ้างจะต้องทำการพ่นน้ำยาซ่อมแซมโดยทันที

3.7 การประเมินผลทดสอบกำลังของคอนกรีต

3.7.1 ทั่วไป

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องเก็บแท่งตัวอย่างคอนกรีตจากเครื่องผสมคอนกรีต รถขนส่งคอนกรีตเก็บจากแบบหรือเก็บจากที่อื่นๆในขณะที่กำลังขนหรือกำลังเทอยู่

(ข) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆเมื่อมีความจำเป็นจะต้องเก็บตัวอย่าง หรือเมื่อผู้ว่าจ้างต้องการที่จะสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดลอง เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามที่จะกล่าวต่อไปข้างล่างนี้

(ค) การทดลองหากำลังอัดของคอนกรีต ต้องทำการทดลองโดยใช้แท่งคอนกรีตทรงกระบอกตามข้อกำหนดของ ASTM C31 และ ASTM C39

3.7.2 ความถี่และจำนวนตัวอย่าง

ผู้รับจ้างจะต้องทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีต ในช่วงเวลาที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างต้องการ ตลอดระยะเวลาการทำงาน โดยทั่วๆไปความถี่ในการเก็บตัวอย่างของคอนกรีต จะเก็บตามวิธีข้างล่างนี้

(ก) สำหรับอาคารขนาดเล็ก

ไม่เกิน 10 ลบม.	1	ตัวอย่าง
10 – 40 ลบม.	2	ตัวอย่าง
40 – 80 ลบม.	3	ตัวอย่าง

(ข) ในการเทเป็นปริมาณมากๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ชุดๆ ละ2 แท่ง จากคอนกรีตทุกๆ 300 ลบ.ม. ของการปฏิบัติงานคอนกรีตในแต่ละวัน (หรือกะ) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 แท่งของคอนกรีตแต่ละประเภทและแต่ละกะ

3.7.3 การทดสอบกำลังของคอนกรีต

(ก) การทดลองหากำลังอัดของคอนกรีตของแต่ละตัวอย่าง ต้องใช้ค่าเฉลี่ยของสองแท่งตัวอย่างเมื่ออายุครบ 28 วัน

(ข) เพื่อให้เป็นไปตามรายละเอียดข้อกำหนดทางวิศวกรรม ค่าเฉลี่ยกำลังอัดของคอนกรีตแต่ละประเภท จะต้องมีค่าไม่น้อยกว่ากำลังอัดต่ำสุดที่กำหนด และกำลังอัดจากการทดลองแท่งคอนกรีตตัวอย่างใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 90 % ของกำลังอัดที่ต้องการ

3.7.4 คอนกรีตที่ใช้ไม่ได้ (Rejection)

(ก) คอนกรีตส่วนใดๆของงาน ที่ผู้ว่าจ้างได้ทำการทดสอบจากแท่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคอนกรีตบริเวณนั้น ถ้าผลปรากฏว่าไม่ผ่านการทดลองตามข้อ 4.7.3 คอนกรีตบริเวณนั้นใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้าง

(ข) จะต้องทำการรื้อคอนกรีตบริเวณนั้น และทำการเทใหม่ทันที ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(ค) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการรื้อคอนกรีตที่ไม่ผ่านการทดสอบตามข้อ 4.7.3 รวมทั้งการเท-คอนกรีตใหม่ทดแทนจนเป็นที่เรียบร้อยนั้น เป็นของผู้รับจ้างทั้งหมด ผู้ว่าจ้างจะไม่จ่ายเงินค่าใช้จ่ายดังกล่าวให้

3.8 แบบหล่อคอนกรีต (Form work)

3.8.1 ทั่วไป

(ก) แบบหล่อคอนกรีตจะต้องมีความแน่นหนา แข็งแรง เพียงพอที่จะรับแรงกระทำอันเนื่องมาจากการเทคอนกรีต การเขย่าคอนกรีต และหลังเทคอนกรีตแล้วเสร็จ แบบหล่อต้องอยู่ใน สภาพแข็งแรงคงที่เหมือนเดิม รักษารูปร่างของคอนกรีตให้อยู่ในพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ มีความแน่นหนาปกปิดมิดชิดพอที่ป้องกันมิให้น้ำปูนจากส่วนผสมคอนกรีตไหลซึมออกมาได้

(ข) วัสดุที่ใช้ทำแบบต้องทำให้หน้าของคอนกรีตเรียบ ได้แก่

- แบบไม้ แผ่นไม้ต้องไม่โก่งงอ สม่ำเสมอกันทั้งแผ่น ปราศจากตาไม้ ปุ่ม รอย ผุ หรือตำหนิอื่นๆ
- แบบเหล็ก

(ค) ความคลาดเคลื่อนของขนาด แนว ระดับของอาคารคอนกรีต ที่แสดงไว้ในแบบหรือโดยการสั่งการของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก็ตาม จะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในพิกัดที่กำหนดให้ดังนี้

โครงสร้างทั่วไป	+/- 15 มม.
ช่องเปิดของพื้นและกำแพง	+/- 12 มม.

พื้น กำแพง ขั้นบันได +/- 10 มม.

อาคาร สันฝาย และอาคารเพื่อติดตั้งเครื่องกลไกต่างๆ +/- 5 มม.

ผู้ว่าจ้างอาจมีความต้องการให้ผู้รับจ้างทำการซ่อมแซมหรือรื้อย้าย หรือทำใหม่ ถ้างานคอนกรีตมีความคลาดเคลื่อนเกินพิกัดที่กำหนดให้ข้างบนนี้ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.8.2 การถอดแบบ

การถอดแบบออกจากคอนกรีต จะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีกำลังอัดเพียงพอที่จะไม่ทำให้คอนกรีตเสียหาย อย่างไรก็ตามห้ามทำการถอดแบบก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากที่เทคอนกรีตเสร็จ

ระยะเวลาที่น้อยที่สุด นับจากเสร็จสิ้นการเทคอนกรีต จนกระทั่งถอดแบบนั้น ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้สำหรับอาคารที่มีความสำคัญ เมื่อผู้รับจ้างได้รับการอนุมัติให้ทำการถอดแบบได้แล้ว ต้องรีบการถอดให้เร็วที่สุดและเมื่อถอดแบบออกแล้ว ต้องทำการบ่มทันที ขณะเดียวกันถ้าหลังจากการถอดแบบแล้วมีผิวหน้าคอนกรีตที่จะต้องทำการซ่อมแซม จะต้องซ่อมแซมทันทีที่ถอดแบบออก

4. เหล็กเสริมคอนกรีต

4.1 ทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดที่จะใช้กับงานคอนกรีต ตามที่ระบุไว้ในแบบ (Drawing) หรือโดยคำสั่งของผู้ว่าจ้าง เหล็กเสริมทั้งหมดจะต้องแสดงรายละเอียดตามข้อกำหนดของ ACI 315-80

4.2 วัสดุ

(ก) เหล็กเส้น จะต้องเป็นเหล็กชั้นคุณภาพ SR 24 เหล็กกลมตามมาตรฐาน มอก.20 –2559 และ SD 30 เหล็กข้ออ้อยตาม มอก.24-2559

(ข) กำลังดึงที่จุดคลาก อย่างน้อยต้องมีค่าตามนี้

SR 24	2400 KSC.
SD 30	3000 KSC.

(ค) ใบรับรองคุณภาพของเหล็กเส้น จะต้องมีแนบไปกับการส่งของด้วย

4.3 การใส่เหล็กเสริม

(ก) ระยะหุ้มเหล็ก

หากมิได้กำหนดไว้ในแบบแล้ว ผิวเหล็กจะต้องมีคอนกรีตหุ้มอยู่ไม่น้อยกว่าดังนี้

(1) คอนกรีตที่หล่อติดกับดินหรือหิน 80 มม.

(2) คอนกรีตที่โผล่ขึ้นจากดิน น้ำ หรืออากาศ คอนกรีตเททับคอนกรีตหยาบ

- เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มม. 50 มม.
- เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 16 มม. 40 มม.

(3) คอนกรีตที่ไม่สัมผัสดิน น้ำ หรืออากาศ

- ใต้สะพาน 25 มม.
- กำแพง เสา 40 มม.

(ข) วัสดุยึดหรือหนุนเหล็กเสริม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเหล็กค้ำ ตะขอหิ้ว โลหะอื่นๆ หรือลูกปูน ต้องเตรียมไว้ให้พร้อมและเพียงพอที่จะใช้งาน เพื่อจับยึดเหล็กเสริมให้อยู่ในสภาพมั่นคง ลูกปูนที่จะใช้ในการหนุนเหล็กต้องมีกำลังตามข้อกำหนดของคอนกรีตชนิดนั้นๆด้วย

(ค) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการใส่เหล็กให้ถูกต้อง การตัดเหล็ก การงอเหล็ก การวางเหล็กจะมีความถูกต้องตามประเภท ขนาด รูปร่าง ความยาว จุดเชื่อมต่อ ตำแหน่งและจำนวนเส้น หลังจากการติดตั้งลงในแบบแล้ว

4.4 การต่อเหล็กเสริม

(ก) เมื่อมีความจำเป็นจะต้องต่อความยาวของเหล็กจะต้องมีระยะเหลื่อมกัน โดยการเชื่อมหรือเครื่องมืออื่นๆ

(ข) รอยต่อหรือการต่อเหล็ก โดยทั่วไป จะระบุไว้ในแบบ (Drawings) แต่ผู้รับจ้างอาจได้รับอนุญาตให้ต่อเหล็กได้ในตำแหน่งอื่นๆ นอกจากที่ระบุไว้นั้น หากได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง รอยต่อเหล็กหรือการเหลื่อมเหล็กต้องจัดระยะช่วงรอยต่อตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ฉะนั้นการที่จะอนุญาตให้ทำการต่อเหล็กโดยทั่วๆไปแล้ว จะจำกัดระยะห่างให้อยู่ในระยะไม่น้อยกว่า 8.00 ม. ในทางราบ และ 4.00 ม. ในทางตั้ง โดยการวัดจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลางของระยะเหลื่อมนั้น อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่จำเป็นควรพยายามให้มีการต่อน้อยที่สุด

5. <u>งาน Non – Shrink Mortar</u>

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Non – Shrink Mortar เพื่อใช้ในงานตามสัญญานี้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือเทียบเท่าตามที่ระบุข้างล่างนี้ หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด โดยก่อนนำมาใช้งานต้องผ่านการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน

5.1 คุณสมบัติทั่วไป

(1) เป็นปูนนอนชริงค์ชนิดสำเร็จรูป พร้อมใช้งาน มีลักษณะเป็นผงสีเทา

(2) ค่าการยึดเกาะบนผิวคอนกรีต (Bonding Strength) ไม่มากกว่า 4.5 MPa.

(3) ค่ารับแรงอัดไม่น้อยกว่า (Compressive Strength) 65 MPa. (w/c = 16% , 28 day)

(4) ค่าการขยายตัว (Expansion) ที่ 28 วันไม่น้อยกว่า 1.4 %

(5) ระยะเวลาในการใช้งานไม่เกิน 1 ชั่วโมง

(6) Setting Time 7 ชั่วโมง

(7) ปริมาณการใช้ 1,875 กก./ ลบ.ม.

5.2 การใช้งาน

(1) พื้นผิวที่ต้องการติดต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น คราบดิน สิ่งสกปรก โดยใช้แปรงลวด กระดาษทราย หรือใช้เครื่องไฟเบอร์เจียรออก

(2) ควรพรมน้ำที่พื้นผิวคอนกรีตให้ชุ่มก่อนการเทคอนกรีตนอนชริงค์

(3) ผสมด้วยเครื่องปั่นเท่านั้น ความเร็วประมาณ 500 รอบ / นาที

(4) ควรเทวัสดุไปในทิศทางเดียวกัน และต้องบ่มวัสดุทันทีที่ปูนเริ่มเซ็ทตัว และบ่มต่อเนื่องจนวัสดุเย็นลงเท่าอุณหภูมิปกติ

6. งานท่อ HEADRACE

6.1 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการวาง PVC หรือท่อเหล็ก เพื่อผันน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดโดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์และแรงงานในการทำงานนี้ทั้งหมด

6.2 รายละเอียดงาน

6.2.1 รื้อท่อ HEADRACE ของเดิมที่ชำรุดออก แล้ววางท่อใหม่ โดยใช้ PVC ขนาดตามแบบ ตามมาตรฐาน มอก.17-2561 หรือเทียบเท่า พร้อมข้อต่อตรง , โค้ง 22.5 และ45 องศาและแหวนยาง 1 ด้าน หรืออุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ตามมาตรฐาน มอก.1131-2535 หรือเทียบเท่า

6.2.2 รื้อท่อ HEADRACE ของเดิมออก แล้ววางท่อใหม่ โดยใช้ท่อเหล็ก ขนาดตามแบบ หรืออุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ตามมาตรฐาน มอก.427-2531 หรือเทียบเท่า โดยมีรายละเอียดของงานเหล็กโครงสร้างและงานเหล็กอื่นๆในข้อ 7

6.2.3 จัดหาพร้อมติดตั้ง REDUCER หรือ ADAPTER สำหรับต่อท่อ PVC ขนาดตามแบบ ตามมาตรฐาน มอก.17-2532 หรือเทียบเท่า

6.2.4 จัดหาพร้อมติดตั้ง หน้าแปลน PVC ขนาดตามแบบ ตามมาตรฐาน มอก.17-2561 หรือเทียบเท่า

6.2.5 ปรับปรุง บล็อกคอนกรีต (Anchor Block) รัดท่อ PVC หรือท่อเหล็ก รายละเอียดตามแบบ

6.2.6 จัดหาพร้อมติดตั้ง ประตูน้ำ ชนิด Slide Gate พร้อมหน้าแปลน ปะเก็นยางและน๊อต

6.2.7 ติดตั้งประตูน้ำ ชนิดเกทวาวล์ (Gate Valve) ตามมาตรฐาน มอก.256-2540 หรือเทียบเท่า

6.2.8 จัดหาพร้อมติดตั้ง Air Vent ตำแหน่งการติดตั้งตามแบบ

7.งานท่อ PENSTOCK

7.1 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อเหล็ก เพื่อส่งน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดโดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์และแรงงานในการทำงานนี้ทั้งหมด

7.2 รายละเอียดงานทั่วไป

7.2.1 รื้อท่อ PENSTOCK ของเดิมออก แล้ววางท่อใหม่ โดยใช้ท่อเหล็ก ขนาดตามแบบ หนา 6 มม. ตามมาตรฐาน มอก.427-2531 หรือเทียบเท่า โดยมีรายละเอียดของงานเหล็กโครงสร้างและงานเหล็กอื่นๆใน ข้อ 7

7.2.2 ติดตั้ง ADAPTER สำหรับต่อท่อ PVC ขนาดตามแบบ ตามมาตรฐาน มอก.17-2561 หรือเทียบเท่า

7.2.3 ติดตั้ง หน้าแปลนเหล็ก PVC ขนาดตามแบบ ตามมาตรฐาน มอก.427-2531 หรือเทียบเท่า

7.2.4 ติดตั้งประตูน้ำ ชนิดเกทวาวล์ (Gate Valve) ตามมาตรฐาน มอก.256-2540 หรือเทียบเท่า

7.2.5 ติดตั้ง Air Vent ตำแหน่งการติดตั้งตามแบบ

7.3 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

7.3.1. ทั่วไป (GENERAL)

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ประกอบด้วย ท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE) ท่องอ (MITER BENDS) และอุปกรณ์ อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จะใช้ในงานก่อสร้าง ขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดี และมีมาตรฐาน เป็นไปตามที่กำหนดให้ในข้อ 6.3.2 ในกรณีที่งานท่อเหล็กไม่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง/ปรับปรุงให้ความเห็นชอบก่อนปฏิบัติงาน

ก่อนการวางอุปกรณ์ท่อเหล็กตามแบบก่อสร้างที่โครงการเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการสำรวจวางแนวและระดับให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ขุดดิน และตัดแต่งร่องท่อ (TRENCH) ร่องระบายน้ำ ก่อสร้างฐานรองรับท่อ (CONCRETE PIERS) อาคารยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCKS) อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องผลิตจากบริษัท ซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE)

7.3.2. 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 INSTITURE.

AWWA	-	AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION.
API	-	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.
AISC	-	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION.
AWS	-	ANERICAN WELDING SOOIETY
ISO	-	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
TIS	-	THAI INDUSTRIAL STANDARDS

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่นนอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆมาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

7.3.3 วัสดุ (MATERIALS)

1. ทั่วไป (GENERAL)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเป็นเหล็กเหนียว (MILD CARBON STEEL) คุณสมบัติของเหล็กจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุที่ได้กำหนดให้ไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดให้ไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือในที่นี้ วัสดุจะต้องมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งาน และจะต้องเสนอให้ผู้รับจ้าง อนุมัติเสียก่อน

2. วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท่องอ	ASTM – A 283 GRADE D

3. การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINGTING)

ก่อนที่ผู้รับจ้างจัดทำการเคลือบและทาสีอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเสนอวิธีการทำความสะอาดผิวของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ชนิดของสี สารเคลือบ และวิธีการเคลือบ และทาสีให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อนเริ่มดำเนินการหมายกำหนดการทำความสะอาดผิวอุปกรณ์ท่อเหล็ก การเคลือบ และทาสี จะต้องส่งให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงานเคลือบและทาสีก่อนการเคลือบและการทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบสี และการทาสี แต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีทับชั้นต่อไป ตามที่บริษัทผู้ผลิตสารเคลือบและสีกำหนดไว้ นอกจากนี้ก่อนทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องจำกัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

7.3.4 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษร ต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ให้ได้ทราบถึงสถานที่ หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้าง พร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุ ภายใน 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างงานนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหา

ใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อยืนยันว่า วัสดุมีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

7.3.5 <u>การม้วนท่อ</u> (PIPE FORMING)

ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกลที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้ฆ้อนทุบในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการ มาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

7.3.6 <u>การเชื่อม</u> (WELDING)

การเชื่อมจะต้องเชื่อมด้วยวิธี SHIELD METAL ARC WELDING หรือวิธีอื่นที่มีคุณภาพของการเชื่อมดีกว่าหรือเทียบเท่า ซึ่งต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนนอกจากนี้ ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดแสดงการเตรียมตัดขอบของแผ่นเหล็ก ส่วนผสมของลวดเชื่อม FLUX ชนิด และขนาดของลวดเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม กระแสไฟฟ้า (OURRENT) 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 เดือนก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ 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 ชนิดลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องเป็น LOW-HYDROGEN ELECTODE หรือมีคุณสมบัติดีกว่า และเหมาะสมกับโลหะที่ต้องการเชื่อม งานเชื่อมในโรงงานให้ใช้ลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ชนิด E 60 XX และงานเชื่อมในโครงการให้ใช้ลวดเชื่อมชนิด E 70 XX ลวดเชื่อมจะต้องเก็บรักษาไว้ในกล่องป้องกันความชื้น การนำลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ออกมาใช้งาน จะต้องนำออกมาใช้ให้พอเหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อไม่ใช้ลวดเชื่อมรับความชื้นเกินไปลวดเชื่อมจะต้องตรวจสอบก่อนใช้งานว่าแห้งก่อนนำไปใช้งานหรือมีความชื้นไม่เกินกว่ากำหนดของผู้ผลิตลวดเชื่อมที่กำหนดไว้ในกรณีลวดเชื่อมเอาออกจากกล่องและทิ้งไว้นานกว่า 3 ชั่วโมง หรือลวดเชื่อมมีความชื้นมาก ลวดเชื่อมจะต้องนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ 300° - 400° เซนติเกรด เป็นเวลาประมาณ 1

ชั่วโมง อุณหภูมิของบรรยากาศ ขณะทำการเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 21° เซนติเกรด ห้ามทำการเชื่อมขณะฝนตกหรือบรรยากาศมีความชื้นจัด นอกจากจะมีวิธีป้องกันที่เหมาะสม

ก่อนทำการเชื่อม จะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อน ไม่ใช้มีรอยเปื้อนของสีสนิม คราบน้ำมัน และสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมด โลหะที่ฉาบไว้ด้วย GALVANIZED จะต้องขัดผิว GALVANIZED บริเวณที่ต้องการเชื่อมออกให้หมดก่อนทำการเชื่อม เพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อม และผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรง เพื่อป้องกันไม่ใช้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปรงลวดขัด SLAG บนผิวที่ได้เชื่อมไว้แล้วก่อนทำการเชื่อมทับขั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อม ควรจัดทำจากโรงงานด้วยเครื่อง AUTOMATIC WELDING และพยายามลดงานเชื่อม ในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ AUTOMATIC WELDING MEACHINE ในโรงงานได้ จะต้องขออนุญาตจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวางท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการขุดร่องดินให้ลึกและกว้างเพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก 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 บวกระยะห่างของแนวท่อต่อด้วย
4. ในกรณีที่ต้องการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องกระทำให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด
5. ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้อมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดไว้
6. จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดลวดเชื่อมขนาด ตลอดจนอุณหภูมิในการPREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง
7. แนวเชื่อมยึดใดๆ ที่เกิดแตกร้าว หรือมีจุดพกพร่อง จะต้องเอาออกให้หมด ก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป
8. แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าว หรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
9. แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (POROSITY) จำเป็นจะต้องขจัดออกและทำการเชื่อมใหม่
10. หลุม (CRATER) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป

11. จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด MULTIPLE – PASS WELD
12. ข้อกำหนดขนาด และความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ ขนาดของแนวเชื่อมจะมีพิกัด (TOLERANCES) เท่ากับ + 1.5 มม. ถึง 0.00 มม.
13. ความนูนของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ
14. การแหว่ง (UNDER-CUT) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง
15. แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (ROOT OPENING) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าการเชื่อม นั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม
16. แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลก (SLAG) หรือความไม่เรียบร้อยอยู่ภายใน จะต้องเซาะออกจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลก หรือจุดพกพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้
17. การแตกร้าวใต้แนวเชื่อมซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย จะต้องเซาะออก (GOUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่
18. งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้
19. ช่างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ ถ้าผู้ตรวจ หรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

7.3.7 <u>การเคลือบและทาสี</u> (COATING AND PAINTING)

<u>ทั่วไป</u> (GENERAL)

ก่อนที่ผู้รับจ้างจัดทำการเคลือบและทาสีอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเสนอวิธีการทำความสะอาดผิวของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ชนิดของสี สารเคลือบ และวิธีการเคลือบ และทาสีให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อนเริ่มดำเนินการหมายกำหนดการทำความสะอาดผิวอุปกรณ์ท่อเหล็ก การเคลือบ และทาสี จะต้องส่งให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงานเคลือบและทาสี

ก่อนการเคลือบและการทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบสี และการทาสี แต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีทับชั้นต่อไปตามที่บริษัทผู้ผลิตสารเคลือบและสีกำหนดไว้ นอกจากนี้ก่อนทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องจำกัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในบรรยากาศและอุณหภูมิขณะทำงานเคลือบและทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ อาทิ เช่น โลหะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10° เซนติเกรด ความชื้นในบรรยากาศสูง หรือขณะฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องทำการเป่าโลหะด้วยอากาศร้อนหรือทำความร้อนให้กับชิ้นโลหะนั้นๆ หรือใช้วิธีที่เหมาะสมอื่นๆ การเคลือบ และทาสีจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดตุ่มฟองอากาศ สีพอง เป็นรูพรุน หรือรอยสีย่นบนผิวของสีที่ทาเคลือบไว้

ประมาณ 15 องศาเซนเซียส ของปลายท่อเหล็กที่จะต้องการเชื่อมต่อในสนาม จะต้องทาด้วยสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามแล้วเสร็จ จึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 7.3.7

7.3.8 <u>การทำความสะอาดผิวโลหะ</u> (SURFACE CLEANING)

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

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

(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (SITE)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบและทาสีที่โครงการจะเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ท่อเหล็กเชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย แปรงลวดเหล็ก หรือ หินขัดมอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดสึกกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนาของเนื้อเหล็กเชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

7.3.9 <u>การเคลือบและทาสีภายใน และภายนอกท่อ</u> (COATING)

(1) <u>สำหรับท่อที่ฝังอยู่ใต้ดิน</u> (BURRIED PIPE LINE)

<u>ภายใน</u> การเคลือบและทาสีภายในของท่อเหล็ก และท่องอที่โรงงานจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรกด้วย ZINC – RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หนาอย่างน้อย 0.15 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงทาด้วย COAL-TAR PRIMER อีกอย่างน้อย 2 ชั้นและมีความหนารวมอย่างน้อย 0.40 มิลลิเมตรของสีเมื่อแห้งแล้ว (DRY FILM THICKNESS) การทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งให้แห้ง (CURING) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี จึงจะทาสีทับต่อไปแต่ละชั้น วิธีการทาสีแต่ละชั้นอาจให้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่อสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

<u>ภายนอก</u> ชั้นแรกจะต้องทาด้วยสีรองพื้น COAL-TAR PRIMER หนาอย่างน้อย 0.15 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ให้สีแห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงเคลือบด้วย HOT COAL-TAR ENAMEL หรือ COAL-TAR ENAMEL พร้อมกับพันด้วยเทป (TAPE COATING) หรือแผ่นใยหิน (ASBESTOR FELT) อีก 2 ชั้น แต่ละชั้นของแผ่นใยหินจะต้องทาด้วย ENAMEL หลังจากทิ้งให้แห้งสนิมดีแล้ว ให้ทาด้วย WATER RESISTANT WHITEWASH อีก 1 ชั้น ความหนารวมต้องไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร วัสดุและวิธีการเคลือบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ AWWA C203 และ APPENDIX A ของ AWWA C203

(2) สำหรับท่อเหล็กที่ฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีต (EMBEDED IN CONCRETE)

<u>ภายใน</u> การเคลือบและทาสีภายในของท่อเหล็ก และท่องอที่โรงงานจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรกด้วย ZINC – RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หนาอย่างน้อย 0.15 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงทาด้วย COAL-TAR PRIMER อีกอย่างน้อย 2 ชั้นและมีความหนารวมอย่างน้อย 0.40 มิลลิเมตรของสีเมื่อแห้งแล้ว (DRY FILM THICKNESS) การทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งให้แห้ง (CURING) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง หรือตามคำแนะนำ

ของผู้ผลิตสี จึงจะทาสีทับต่อไปแต่ละชั้น วิธีการทาสีแต่ละชั้นอาจให้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่อสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

ภายนอก ท่อที่ผังอยู่ในคอนกรีต จะต้องทาสีภายนอกด้วยสีกันสนิม (COAL TAR EPOXY) 2 ชั้น ความหนาของสี เมื่อแห้งสนิทดีแล้ว รวมกันจะต้องไม่น้อยกว่า 0.10 มิลลิเมตร

(3) สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ (EXPOSED TO ATMOSPHERE)

ภายใน การเคลือบและทาสีภายในของท่อเหล็ก และท่องอที่โรงงานจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรกด้วย ZINC – RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หนาอย่างน้อย 0.15 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงทาด้วย COAL-TAR PRIMER อีกอย่างน้อย 2 ชั้นและมีความหนารวมอย่างน้อย 0.40 มิลลิเมตรของสีเมื่อแห้งแล้ว (DRY FILM THICKNESS) การทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งให้แห้ง (CURING) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี จึงจะทาสีทับต่อไปแต่ละชั้น วิธีการทาสีแต่ละชั้นอาจให้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่อสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

ภายนอก จากโรงงานให้ทาสีรองพื้นชั้นแรกด้วย ZINC-RICH PRIMER (ความหนาแน่นอย่างน้อย 90 %) หรือทาด้วยสีกันสนิม (ชนิด RED-LEAD RUST-PRECENTIVE PAINT) 2 ชั้น อย่างใดอย่างหนึ่ง ภายหลังจากท่อได้วางเสร็จเรียบร้อยแล้วที่โครงการตามแบบก่อสร้าง ให้ทำความสะอาดสีที่เคลือบไว้จากโรงงานให้สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกใดๆ แล้วให้เคลือบทาด้วย PHENOLIC RASIN ENAMEL 1 ชั้น หรือทาทับด้วยสีอลูมินั่มอย่างใดอย่างหนึ่ง ความหนาของสีที่ทาทั้งหมด เมื่อแห้งแล้วจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 350 ไมครอน

(4) สำหรับท่อที่บางส่วนอยู่ใต้ดิน และบางส่วนอยู่เหนือผิวดินการเคลือบและทาสีให้ทำ ตามข้อ 7.3.9

7.3.11 การเคลือบและทาสีบริเวณเชื่อมท่อที่โครงการ

ภายหลังจากทำความสะอาดผิวท่อและรอยเชื่อมดีแล้วให้ทำการทาและเคลือบสีภายใน และทำการเคลือบและทาสีภายนอก

7.3.11.1 หมายเลขของอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MARKING) ผู้รับจ้าง จะต้องทำแบบสำหรับการก่อสร้างวางแนวท่อต่างๆ โดยกำหนดขนาดและความยาวของท่อแต่ละท่อน ซึ่งจะนำไปก่อสร้างวางและแนวระดับ และเชื่อมต่อที่โครงการ อุปกรณ์ท่อเหล็กแต่ละชิ้นจะต้องกำหนดหมายเลขเพื่อความสะดวกในการนำเอาไปก่อสร้างเสนอ ต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนทำการก่อสร้างวางท่อที่โครงการ 30 วัน เพื่อให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อนอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ได้ผลิตจากโรงงาน จะต้องทำการพ่นสีหมายเลขลงบนผิวภายนอกท่อเหล็ก ก่อนทำการขนส่งไปสู่โครงการ

7.3.12 การขนส่ง (TRANSPORTATION)เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง จะต้องจัดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก ไปยังที่โครงการก่อสร้างหมายกำหนดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการขนส่ง วิธีการยกท่อขึ้นลง เครื่องจักรเครื่องมือ การเตรียมการป้องกันอุปกรณ์ท่อเหล็กขณะขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแผนงานเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนดำเนินการ ความเสียหายใดๆ ที่เกิดกับอุปกรณ์ท่อเหล็กจากการขนส่ง ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ถึงแม้ว่าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะให้ความเห็นชอบกับแผนงานขนส่งของผู้รับจ้างการขนส่ง การยกขึ้นลง (TRANSPORTATION AND HANDIING) ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกัน และระมัดระวังมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็ก เกิดความเสียหายแตกทำลายได้โดยเฉพาะสีที่

เคลือบภายนอกอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบท่อชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก จากโรงงานซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้าง จะต้องจัดหาสถานที่วางไว้ที่โครงการก่อน เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อนสร้าง อนึ่ง การวางท่อพักก่อนนำไปก่อสร้างจะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับท่อให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวจับยึดท่อที่ยกโดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่งควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งบากเป็นรอยท่อลึกลงไปในเนื้อไม้และจับยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวในขณะขนส่ง หรืออาจใช้ทราย หรือขี้เลื่อย บรรจุถุงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามมิให้วางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อก่อนนำไปก่อสร้าง

- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซม หรือจัดหามาใหม่ทันที

7.3.13 งานติดตั้งท่อเหล็ก

7.3.13.1 ท่อเหล็กหุ้มคอนกรีต

จะต้องเทคอนกรีตรอบท่อให้ได้ตามมิติที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ก่อนวางท่อผู้รับจ้างจะต้องทำค้ำยันท่อให้มั่นคงแข็งแรง และมีค่าระดับที่ถูกต้องก่อนแล้ว จึงนำท่อไปวางบนค้ำยันนั้น ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบ เพื่อทำการตรวจสอบความเรียบร้อย ก่อนทำการเทคอนกรีตและจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย ตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้แล้วเสร็จในการเทครั้งเดียว สำหรับในกรณีที่ซึ่งท่ออาจมีการลอยตัว เนื่องจากเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตรึงท่อให้แน่น เพื่อป้องกันมิให้เกิดการลอยเช่นที่ว่า ภายหลังจากการเทคอนกรีตหุ้มท่อแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 7 วัน จึงทำการบดอัดดินรอบคอนกรีตหุ้มท่อ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

7.3.13.2 ท่อฝังใต้ดิน

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

7.3.14 การซ่อมแซม (REPAIRS)

ความผิดพลาด ความบกพร่องของชิ้นงานทั้งหลายที่เกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้าง ซึ่งวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าพอที่จะซ่อมแซมแก้ไขได้ ผู้รับจ้างจะต้องรีบซ่อมแซมโดยเร็ว จนให้ได้ผลงานเป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น งานเชื่อมจะต้องพยายามจัดทำงานเชื่อมให้มีการซ่อมแซมน้อยที่สุด ขนาดของรอยเชื่อมต่อเล็กกว่าขนาดที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้าง(UNDERCUT) หรือมีจุดบกพร่องจะต้องทำการซ่อมแซมตามมาตรฐานของ ASME SECTION VIII PAPA UW 38

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

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มิลลิเมตร ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้า หรือออก การขัดควรพึงระมัดระวังและป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนจนเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหายเนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

7.3.15 <u>การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก</u> (INSPECTION AND TESTING)

<u>ทั่วไป</u> (GENERAL)

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

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำการทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ที่โครงการแสดงหมายกำหนดการและระยะเวลาของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานนี้ให้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการเริ่มงานติดตั้งที่โครงการ

แผนงานดังกล่าวข้างต้นนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะพิจารณาเห็นชอบหรือไม่ภายใน 14 วัน หลังจากที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

ก่อนเริ่มการผลิตการเคลือบและทาสี การตรวจสอบ - ทดสอบ และการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งหมายกำหนดการที่แน่นอนของการดำเนินงานขั้นตอนนั้นๆ อีกครั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบเป็นการล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง จะได้เตรียมการเข้าร่วมการตรวจสอบ แบบแปลน (SHOP DRAWING) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แบบแปลนการตัดต่อท่อเหล็กท่องอ (MITER- BENDS) แผนงานและวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต ชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงานก่อนการเชื่อม และทาสี ชนิดของลวดเชื่อม การเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เสียก่อนเริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่า กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะให้ความเห็นชอบดังกล่าว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำงานให้ได้ตามกำหนดของเอกสารนี้

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมีผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้างเองร่วมมือกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บรายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง จำนวน 2 ชุด

7.3.16 <u>การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน</u>

อุปกรณ์ท่อเหล็กซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน มีดังนี้

- ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจตรวจดูสภาพด้วยสายตา หรือขอดูเอกสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาใช้งาน นอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้าสงสัยคุณภาพของวัสดุ

- การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และฝีมือช่างเชื่อม ชนิดและขนาดของลวดที่เหมาะสมกับงาน

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

- การตรวจสอบขนาดของการเชื่อมด้วยสายตา และสภาพของแนวเชื่อม อาทิเช่น รอยแตกร้าว การเชื่อมเว้าแหว่ง หรือหลุม ความนูนของแนวเชื่อม แนวเชื่อมมี SLAG ฝังอยู่- การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENETRATION INSPECTION) ชนิด DRY PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้น จะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธีทดสอบชั้นแรก ให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาทั่วไป (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึงใส่น้ำยาแทรกซึมชนิด DRY PENETRANT ลงไปบนผิวงานเชื่อมโดยตลอดแนวแล้วปล่อยทิ้งไว้ชั่วระยะหนึ่งที่น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าวแล้ว จึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANERอีกครั้ง ทิ้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทดีแล้ว ขั้นต่อไป พ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะพบจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

- ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นรอบวงความยาว ให้ได้ขนาดตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 7.5 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

- ตรวจสอบเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี
- ตรวจสอบความหนาของสีที่ทา เมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 7.3.9
- ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข
- ตรวจสอบวิธีการดำเนินงานการขนส่ง
- ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (MITER BENDS)

7.3.17 <u>การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ</u>

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบ และทดสอบที่โครงการ ดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็กภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการ เป็นการตรวจสอบขนาดของท่อ และตรวจสภาพ และตรวจสภาพผิวท่อที่เคลือบและทาสีไว้ทั้งภายในและภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหามาใหม่

2. ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อจากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณก่อสร้าง โดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย
3. ตรวจสอบการทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อให้มีเพียงพอสำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของอาคารชั่วคราวด้วย
4. ตรวจสอบการจัดยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง
5. ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และไม่ให้แนวเชื่อมตามยาวท่อมาต่อชนกัน
6. ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม
7. ตรวจสอบขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม
8. ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน
9. ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้ว ให้ทำความสะอาดแนวเชื่อมตรวจดูขนาดของแนวเชื่อมและผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที
10. ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม ตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน
11. ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน
12. ตรวจสอบการเคลือบและทาสีผิวภายนอกท่อเหล็กที่สัมผัสกับอากาศตามที่กำหนดไว้ แต่ละชั้น และตรวจสอบวัดความหนาของสีที่ทาแห้งแล้วด้วยวิธี PINHOLE TEST
13. ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท่องอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนวและระดับของปลายท่อทั้งสองของท่องอก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ
14. ภายหลังจากการประกอบ และติดตั้งท่อรับแรงดันแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ HYDROSTATIC TEST ซึ่งมีแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันใช้งานปกติ

เครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการทดสอบท่อเหล็ก การเสริมป้องกันท่อ โครงสร้างชั่วคราวรับท่อเหล็กขณะทดสอบ การติดตั้ง การทดสอบ การขนย้ายตลอดจนการรื้อถอนอาคารชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกทั้งสิ้น

อนึ่งความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบกับอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

7.3.18 <u>การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ</u>

ผู้รับจ้างจะต้องทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ งานทดสอบงานเชื่อม รวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และการซ่อมแซมงาน เชื่อม การเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อม ขนาด และชนิดของลวดเชื่อมสภาพอากาศขณะทำการเชื่อม ขนาดของร่องเปิด (ROOT OPENING) ของการเชื่อมต่อกัน ผลการทดสอบด้วยน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อมตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่างๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอีกครั้ง

7.4 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิกัดของความผิดพลาดในการผลิตตามที่กำหนดไว้ใน ข้อ 7.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไข และผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดหามาใหม่

7.5 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)

1. ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อท่อนเดียวกัน วัดที่ปลายทั้งสองข้าง จะต้องผิดไม่มากกว่า 0.25 % ของความยาวเส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

2. ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อ 2 ท่อน ที่จะมาเชื่อมต่อกันวัดที่ปลายท่อ จะต้องผิดไม่มากกว่า 0.10 % ของความยาวเส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

3. ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละท่อน จะต้องไม่มากกว่า 0.05 % ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่กำหนดให้ตามแบบก่อสร้าง

4. ความคลาดเคลื่อนของการเตรียมแนวเชื่อม จะต้องไม่มากกว่าที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

- ระยะห่างของการชนต่อแผ่นเหล็ก (ROOT OPENING OF BUTT JOING) +/-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) ด้านมุนป้านจะต้องไม่เกิน 135 องศา และมุมแหลมจะต้องไม่น้อยกว่า 60 องศา
- ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้
- การเชื่อม FILLET WELD แบบเว้นระยะห่างกัน (INTERMITTENY FILLET WELD) ความยาวของแนวเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่า ของขนาดเชื่อมหรือไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร

8. งานเหล็กโครงสร้าง หรือประตูระบายน้ำ หรืออุปกรณ์ประกอบอื่น

8.1 ขอบเขตของงาน

เหล็กโครงสร้างและงานเหล็กอื่นๆ ซึ่งกำหนดนี้ให้หมายถึง งานเหล็กทุกชนิดทั้งที่ฝังในเนื้อคอนกรีตและที่เป็นอิสระจากงานคอนกรีต ทั้งนี้ ยกเว้นเหล็กเสริมคอนกรีตประเภทที่เป็นเหล็กเส้น ซึ่งให้ถือปฏิบัติตามข้อกำหนดบทที่ว่าด้วยงานเหล็กเสริมคอนกรีตและ/หรือผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

8.2 วัสดุ

เหล็กโครงสร้างและเหล็กรูปพรรณต่างๆต้องเป็นของใหม่และมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

8.3 การต่อเชื่อม

การต่อเชื่อมเหล็กโครงสร้าง และงานเหล็กอื่นๆ ต้องต่อด้วยวิธีเชื่อมไฟฟ้า (ElecticArc Welding) เสมอ และต้องต่อเชื่อม ณ ตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

8.4 การเชื่อม

การเชื่อมเหล็กโครงสร้างต้องปฏิบัติตาม Standard Code For Arc Welding In Building Construction ของ American Welding Society โดยเคร่งครัด

8.5 การตัดด้วยไฟ

เหล็กเหนียวสามารถตัดโดยใช้เครื่องมือควบคุม หรือควบคุมด้วยมือแทนการใช้เลื่อย หรือเหล็กตัด หากเป็นเหล็กอย่างอื่น การตัดด้วยไฟจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

8.6 การต่อส่วนของโครงสร้าง

ต้องใช้วิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Arc Welding) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

(1) ลวดเชื่อม (welding rod) จะต้องใช้ชนิดลวดเคลือบหนา (heavily coated electrodes) แบบ E.70 32. มม. ซึ่งเมื่อนำมาใช้งานต้องมีคุณภาพดี

(2) การเชื่อมใช้แบบต่อทาบ (fillet weld) เป็นการเชื่อมแผ่นเหล็กที่ตั้งฉากกันหรือซ้อนกันซึ่งมีข้อกำหนดดังนี้ คือ

- ขนาดของรอยเชื่อมแบบต่อทาบจะต้องไม่ใหญ่กว่าความหนาแน่นของแผ่นเหล็กที่บางกว่าซึ่งเชื่อมติดหรือไม่เกิน 8 มม. และสำหรับแผ่นเหล็กที่หนากว่า 6 มม. ขนาดของรอยเชื่อมแบบทาบจะต้องไม่เล็กกว่า 4 มม.
- ความยาวของการเชื่อมแบบต่อทาบจะต้องไม่น้อยกว่า 40 มม. หากใช้เชื่อมตามความยาว แต่เพียงอย่างเดียว ตรงรอยต่อที่ปลายท่อเหล็กแบนๆ ความยาวของรอยเชื่อมแบบทาบแต่ละรอยจะต้องไม่เล็กกว่าความกว้างของท่อเหล็กแบนที่นำมาต่อนั้น
- การเชื่อมแบบต่อทาบจะต้องมีการเชื่อมอ้อมปลาย (end return) ซึ่งมีความยาวไม่น้อยกว่า 2 เท่าของการเชื่อม
- ลักษณะของการเชื่อมนี้จะต้องเชื่อมโดยให้จุดศูนย์ถ่วงของการเชื่อมอยู่ในแนวเดียวกับจุดศูนย์ถ่วงของเหล็กที่จะเชื่อม
- หลังจากการเชื่อมแล้วรอยเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังนี้
  - i. หลอมละลายทั่วทั้งผิวของรอยต่อ
  - ii. หลอมละลายซึมลึกตลอดความหนา
  - iii. ไม่มีรูอากาศหรือกาก (slag) แทรกอยู่ภายใน

8.7 การติดตั้งเหล็กโครงสร้างเหล็ก

การติดตั้งเหล็กโครงสร้าง ต้องปฏิบัติตามแบบก่อสร้างโดยเคร่งครัด เหล็กรูปพรรณต่างๆ อาทิเช่น เหล็กหล่อ เหล็กดัด เหล็กตะแกรง น๊อต แหวน สกรู ฯลฯ ต้องจัดหาและติดตั้งตามแบบก่อสร้าง และทุก ๆ แห่งที่จำเป็นต้องใช้ แม้จะไม่ปรากฏในแบบก่อสร้างก็ตาม น๊อต (Bolt) แหวน (Washer) และสกรู (Screw) ที่ใช้นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้างต้องเป็นแบบ Heavy Duty Type ตาม American Standard ส่วนน๊อตยึด Bolt หรือ Screw Anchors ต้องเป็นแบบ Pawl หรือแบบ Expansion Bolts หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง แต่ทั้งนี้ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมการก่อสร้างก่อนนำไปติดตั้งใช้งาน

งานเหล็กทุกชนิดทุกประเภท เมื่อติดตั้งแล้วต้องทำความสะอาดผิวเหล็ก เศษ สะเก็ด และ Slag ที่เกิดจาก การเชื่อมและอื่นๆ ต้องสกัดออกให้หมด และขัด ถูด้วยแปรงลวดหรือกระดาษทราย หรือวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมจนเกลี้ยงเกลา ปราศจากสนิมสิ่งเปรอะเปื้อน หรือน้ำมัน

การทาสีกันสนิม หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้างจะต้องทาสีกันสนิม (Rod Lead Primer) และ สีน้ำมันทาทับตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อเรื่องงานทาสีโครงสร้างเหล็ก

9. งานวัสดุรองพื้น (ทรายปรับระดับบดอัดแน่น)

9.1 ทั่วไป

งานทรายปรับระดับบดอัดแน่นจะต้องดำเนินการหลังจากดำเนินการวางท่อแล้วเสร็จ จึงจะลงทรายปรับระดับได้ ตามรายละเอียด และค่าระดับที่ระบุไว้ในแบบและ/หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

9.2 วัสดุ

(ก) วัสดุ ทรายหรือชั้นวัสดุกรองที่รองการวางท่อจะต้องเป็นชั้นที่ต่อเนื่องของทราย และกรวดหรือหินย่อยและจะต้องปูแยกเป็นคนละชั้นกัน กรวดและทรายจะต้องประกอบด้วยขนาดก้อนที่มีความแข็งแรงทนทานปราศจากก้อนเรียว แบน หรือยาว และอินทรียวัตถุ หรืออนุภาคที่อ่อนแตกง่ายปะปนอยู่ กรวดหรือหินย่อยและทราบ ต้องมีขนาดคละตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

วัสดุกรอง	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน									
	เบอร์ 200	เบอร์ 100	เบอร์ 50	เบอร์ 30	เบอร์ 16	เบอร์ 8	เบอร์ 4	3/8"	$^{3}/_{4}$"	$1^{1/2}$
ทราย	0-3	3-7	15-25	30-60	55-85	90-100	-	-	-	-
กรวดหรือหินย่อย	-	-	-	-	0.5	10-25	20-40	40-60	65-80	100

(ข) การเตรียมพื้นล่าง พื้นที่ที่จะปูชั้นวัสดุกรอง จะต้องอัดแน่นและถากแต่งรูปตัดตามแบบ โดยยอมให้คลอดเคลื่อนทางบวกหรือทางลบ 5 ซม. จากแนวและระดับที่ได้จากการคำนวณ พื้นที่ที่ต่ำกว่าความคลาดเคลื่อนในทางลบที่ยอมให้ จะต้องแทนที่ด้วยวัสดุกรองบดอัดแน่นและไม่มีการจ่ายเงินเพิ่มให้เป็นค่าวัสดุที่ต้องใช้นี้ ในทันทีก่อนปูวัสดุกรองลงไป จะต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบผิวหน้าเสียก่อนและห้ามปูวัสดุใดๆ ลงไปโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน ของผู้ว่าจ้าง วัสดุที่มีขนาดคละตามตารางมาจากการร่อนและการเลือกขนาดคละจากกรวดแม่น้ำหรือโดยการผสมกรวดและหินย่อยเข้าด้วยกัน

(ค) การเกลี่ยวัสดุกรอง วัสดุกรองจะต้องปูลงบนผิวหน้าที่เตรียมไว้อย่างสม่ำเสมอตามแนวและระดับที่แสดงในแบบหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ไม่ให้ใช้วิธีการปูวัสดุกรองที่อาจทำให้ส่วนคละเกิดการแยกตัว ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวหน้าที่เตรียมไว้ในระหว่างการปูวัสดุกรองจะต้องซ่อมให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการต่อไป ชั้นกรองจะต้องกระทุ้งให้แน่นด้วยและจะต้องแต่งผิวหน้าให้เรียบ ชั้นกรองใต้หินจะต้องมีความหนาตามที่แสดงในแบบการดำเนินงาน