



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะด้านเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)

ว่าจ้างปรับปรุงท่อส่งน้ำ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน
โครงการแม่มอน 1 และ 2 ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง 1 โครงการ

กลุ่มดำเนินการและบำรุงรักษา กองพัฒนาพลังงานทดแทน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค
ว่าจ้างปรับปรุงท่อส่งน้ำ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน
โครงการแม่มอน 1 และ 2 ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง 1 โครงการ

หมวดที่ 1

งานขุดดินและงาน ROCK EXCAVATION

1.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานขุดดิน ขุดหินผุ และงาน ROCK EXCAVATION สำหรับการก่อสร้างของอาคารต่างๆ เช่น งานก่อสร้างฝาย งานก่อสร้างโรงไฟฟ้า และงานวางท่อส่งน้ำ เป็นต้น ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ

1.2 วิธีการขุด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

(2) ในกรณีที่แบบไม่ได้กำหนดแนวเส้นขอบเขตการขุดไว้ ถ้าเป็นการขุดดินให้ใช้ลาด 1:1.5 (ตั้ง:ราบ) ถ้าเป็นการขุดหินผุให้ใช้ลาด 1:1 (ตั้ง:ราบ) และถ้าเป็นการขุดหินให้ใช้ลาด 1:0.5 (ตั้ง:ราบ) หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดในสนาม

(3) ในกรณีที่วัสดุอยู่นอกขอบเขตแนวการขุดที่กำหนดในแบบ เช่น หินหลวม หินแยก หรือ วัสดุอื่นที่หลวม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหลได้ ผู้รับจ้างต้องทำการขุดออก ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้าง การขุดในกรณีนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้พิจารณากำหนดในสนาม

(4) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากอาคารโครงสร้าง ถ้าในแบบก่อสร้างไม่ได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดเผื่อออกไปจากแนวอาคารที่กำหนดอย่างน้อยข้างละ 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น

(5) ในกรณีที่พื้นดินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่ได้กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนของดินไหลย่นเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม

(6) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการขุดของผู้รับจ้างและความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

(7) พื้นด้านล่างและด้านลาดของการขุดส่วนที่ติดกับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้างานขุดจะต้องเตรียมการปรับแต่งให้เรียบและทำการรองพื้นด้วยคอนกรีตหยาบตามที่ระบุไว้ในแบบ ในบริเวณงานขุดที่เกิด

ความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซมปรับแต่งให้มีความมั่นคงเพื่อทำงานคอนกรีตได้ โดยใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

1.3 การแบ่งประเภทการขุด

การขุดโดยทั่วไปให้จัดแบ่งประเภทตามชนิดของวัสดุที่จะต้องขุดและลักษณะ หรือตำแหน่งของบริเวณที่ขุดดังต่อไปนี้

1.3.1 งานขุดดิน

หมายถึง งานขุดดินธรรมดาทั้งหมด นอกเหนือจากงานที่จัดประเภทเป็นงาน ROCK EXCAVATION โดยจะต้องทำการขุดขนย้ายดินออกจากบริเวณฐานรากตัวฝาย โรงไฟฟ้า รวมทั้งบริเวณร่องระบายน้ำ และส่วนประกอบอื่นๆ ของอาคารดังกล่าว ตามที่กำหนดไว้ในแบบของอาคารแต่ละแห่ง หรือตามที่วิศวกรวิศวกรรมควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบ

1.3.2 งานขุดและงานดินขุดยาก

การแบ่งลักษณะ “หิน” จะแบ่งตามลักษณะชั้นหิน โดยถือวิธีการขุดเป็นเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(1) หินผุ อาจเป็นดินดาน ดินลูกรัง หรือหินผุ ที่มีค่า Blow Count ไม่น้อยกว่า 30 ($N > 30$) ขึ้นไปจนถึงความแข็งของชั้นหินแข็ง หินผุดังกล่าวจะทำการขุดขนย้ายด้วยเครื่องจักรที่เหมาะสมโดยถือเป็นงานดินขุดยาก

(2) หินชั้น หมายถึง Sound Rock ที่มีความแข็ง (Hardness) จนไม่สามารถทำให้หลวมตัว หรือเคลื่อนย้ายโดยใช้เครื่องจักรกลตามขนาดต่อไปนี้

- Power Shovel ขนาด 0.75 ลูกบาศก์หลา
- Single Ripper Coupled with Tractor ขนาด 230 แรงม้า

(3) หินก้อน (BOULDER) หมายถึง หินลอยเป็นก้อน ซึ่งมีขนาดโตตั้งแต่ 1.00 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

ในกรณีหินชั้น หรือหินก้อน ซึ่งไม่สามารถทำให้สลายตัว หรือเคลื่อนย้ายด้วยวิธีการดังกล่าวได้ ให้ทำการขุดโดยใช้วัตถุระเบิดและจัดเป็นงานขุดระเบิดหิน

1.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน

หมายถึง การขุด สกัด เศษหิน หินผุ หรือวัสดุอื่นๆ ออกจากรอยต่อระหว่างหิน รอยแตก โพรงหรือช่องว่างระหว่างหินก้อน ในส่วนที่อยู่ต่ำกว่าแนวระดับการขุดที่กำหนดในแบบ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร รวมถึงงานขุดหินเป็นร่องเพื่อการระบายน้ำ

1.3.4 งานขุดจากบ่อถมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการถมบ่ออัดแน่น

1.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน

หมายถึง การขุด-ระเบิด ขนย้ายหินจากแหล่งหิน เพื่อใช้ในการหินทั้ง หินเรียง และอื่นๆ

1.4 ความคลาดเคลื่อนในการขุด

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการขุด ได้ดังต่อไปนี้

(1) งานขุดดิน

- แนวราบ	± 3	เซนติเมตร
- แนวลาด	± 5	เซนติเมตร

(2) งาน ROCK EXCAVATION

- แนวราบ	± 5	เซนติเมตร
- แนวลาด	± 10	เซนติเมตร

1.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานขุดดินให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

สำหรับงานขุดดินจากบ่อถมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบ่ออัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

(2) งานขุดหินผุหรือดินขุดยากให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(3) งานขุด - ระเบิดหิน ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว ในกรณีที่ทำงานในบางพื้นที่โดยไม่ได้ทำการถางป่า ขุดต่อ แต่ได้ทำงานขุด - ระเบิดหินอย่างเดียว ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาการจ่ายเงินในรายการถางป่าขุดต่อให้

สำหรับงานขุดหินจากแหล่งหินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานหินทิ้ง หินเรียง หินเรียงยาแนวและหินก่อที่เกี่ยวข้อง รวมถึงงานปู Gabion

(4) งานขุดหินร่องระบายน้ำให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุด สกัดหิน ค้ำวัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(5) งานดินขุดด้วยแรงคนให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุดดิน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(6) งานขุดรื้อย้ายอาคารเดิมให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุดรื้อถอน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

หมวดที่ 2

งานถมบดอัดดิน

2.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณอาคาร ฐานราก ถนน บริเวณรอบท่อ เป็นต้น ให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2.2 คำจำกัดความ

(1) งานถมกลับบดอัดแน่น (BACK FILL) หมายถึง ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้าง และเมื่อทำการก่อสร้างอาคารเสร็จแล้วทำการถมบดอัดดินรอบๆ อาคาร โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างอาคารนั้นหรือ จากงานบ่อก่อสร้างอาคารอื่นที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) งานปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ (FOUNDATION SURFACES) หมายถึง การปรับปรุงผิวดินที่จะถมขึ้นต่อไป หรือปรับปรุงผิวดินที่รองรับอาคารให้สามารถรับน้ำหนักได้

(3) งานดินถม (EMBANKMENT) หมายถึง ดินที่ใช้ถมเป็นถนน คันดิน โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อถมดินที่กำหนดไว้ในแบบ

2.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม

ดินที่จะนำมาใช้ถมถนน คันดิน ถมรอบบริเวณอาคารและดินของงานถมกลับ จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้าง จากบ่อถมดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

2.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

ก่อนที่จะทำการถมดินถนน คันดิน ทำการเรียงหิน หรือเทคอนกรีต จะต้องขนย้ายเอาผิวดินและอินทรีย์วัตถุออกให้หมดแล้วตกแต่งผิวดินที่จะถมดิน เรียงหิน หรือเทคอนกรีตให้สะอาดเรียบร้อยได้ความชื้น และความแน่น ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร ทำการขุดหรือถมดินบดอัดแน่นให้ได้แนวระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ในกรณีที่จะต้องถมบดอัดแน่นบริเวณที่แคบ หรือบริเวณรอบๆ อาคาร ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือเล็ก เช่น PLATE VIBRATOR, TAMPING ฯลฯ ในการบดอัดแน่น

2.5 การบดอัดดิน

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นขึ้นต่อไป จะต้องปฏิบัติดังนี้

- (1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำการให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ แล้วทำการบดอัด
- (2) ความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้
 - (ก) เมื่อใช้ลูกกลิ้งดินเกาะ ดินแต่ละชั้นต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของดินเกาะ หรือหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร แล้วแต่อย่างไหนจะน้อยกว่ากัน
 - (ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร
 - (ค) การใช้เครื่องจักรอื่นๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดิน แต่ละชั้นเมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- (3) การบดในชั้นหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด
- (4) การบดอัดแน่นโดยรอบอาคาร การถม และบดอัดจะต้องทำให้รอบตัวอาคารให้ได้ความสูงเท่ากันทุกครั้ง และจะต้องให้ความระมัดระวังทุกประการ เพื่อป้องกันการเสียหาย หรือเกิดการเคลื่อนย้ายของตัวอาคาร

2.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)

ความชื้นที่มีอยู่ในดินก่อนหรือระหว่างบดอัดดินแต่ละชั้น จะต้องมีความชื้นไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์จากจุด OPTIMUM MOISTURE CONTENT ถ้ามากหรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดนี้ จะไม่ยอมให้บดอัด นอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน หรือจนกว่าจะทำให้ดินนั้นเปียกหรือปล่อยให้แห้งให้ได้ตามความต้องการเสียก่อน

2.7 ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)

ความแน่นของดินถมบดอัดแน่นแต่ละชั้น เมื่อทำการทดสอบความแน่นด้วยวิธี STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST ASTM-D-698 METHOD A แล้วจะต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่า 95 % ของความหนาแน่นสูงสุดตามวิธีการทดสอบ AASHTO T99 หรือที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

2.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน

วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะตรวจสอบความแน่นของดินที่อัดแล้วในสนาม ตามหลักวิชาการ ที่เห็นสมควร จำนวนความถี่ (FREQUENCY OF DENSITY TESTING) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลยพินิจ ของวิศวกรควบคุม การก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มาตรวจสอบ

2.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการถมดินได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- | | |
|---|----------|
| 1. ความคลาดเคลื่อนทางระดับ (ELEVATION) | + 2 ซม. |
| 2. ความคลาดเคลื่อนทางด้านข้าง (CROSS SLOPE) | + 2 ซม. |
| 3. ความคลาดเคลื่อนทางด้านยาว (LONGITUDINAL SLOPE) | + 10 ซม. |

2.10 การถมทรายบดอัดแน่น

การถมทรายบดอัดแน่นรอบๆ อาคาร หรือที่อื่นใดที่กำหนดในแบบก่อสร้างจะต้องเป็นทรายสะอาดปราศจากวัสดุ ที่สลายได้เจือปน วัสดุที่เจือปนจะมีขนาดไม่โตเกินไป และจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและประเภทของงาน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้บดอัด ความหนาของชั้นทรายที่บดอัดและ ความชื้นของทรายจะต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการ และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งาน การถมบดอัดเป็นชั้นๆ ให้สูงเสมอกันขึ้นไป จนถึงระดับที่กำหนดไว้

2.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานดินถมบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้าย ดิน งานเกลี่ยและบดอัดดิน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(2) การวัดงานดินถมกลับบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้าย ดิน งานเกลี่ยและบดอัดดิน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(3) การวัดงานถมทรายบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตรของทรายที่ได้บดอัดแน่น ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยได้รวมการจัดหาวัสดุ ขนย้ายทราย งานเกลี่ยและบดอัดแน่น รวมทั้งค่าทดสอบไว้ด้วยแล้ว

หมวดที่ 3

งานท่อพีวีซี

3.1 ทัวไป

ท่อพีวีซีที่ใช้เป็นท่อส่งน้ำของโครงการนี้ จะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยี่ยม ไม่บิดเบี้ยว แตกร้าว มีรั้วรอยขีดข่วน เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต ยาวติดต่อกัน ไม่มีการรั่วซึมบริเวณรอยต่อท่อ และเมื่อนำไปประกอบเข้ากับอุปกรณ์ท่ออื่นๆ จะต้องสามารถเข้ากันได้เป็นอย่างดี ไม่มีการรั่วซึม

3.2 คุณสมบัติของท่อพีวีซี

3.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้วท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ชั้นคุณภาพตามที่ระบุไว้ในแบบ

ท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง จะมีปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายธรรมดา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งภายในและภายนอกเท่ากันตลอดความยาว และอีกปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายบานทำหน้าที่เป็นหัวต่อ ทำจากท่อปลายธรรมดา โดยใช้ความร้อนขึ้นรูปเป็นหัวต่อท่อปลายบาน

ท่อต้องมีความยาวท่อนละ 4.00 ± 0.03 หรือความยาวท่อนละ 6.00 ± 0.03 เมตร มีลักษณะกลม ตรง มีความหนาสม่ำเสมอ พื้นผิวภายในและภายนอกเรียบ ไม่มีรอยตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน ปลายทั้งสองข้างมีหน้าตัดเรียบและตั้งฉากกับแนวแกนของท่อ

แหวนยางสำหรับใช้กับหัวต่อ (ท่อปลายบาน) ต้องได้รับการออกแบบให้มีรูปร่างเหมาะสมให้สมรรถนะการกันซึมสมบูรณ์สูงสุด คุณสมบัติของยางเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM F477 "Standard Specification for Elastomeric Seal (Gaskets) for Joining Plastic Pipe" หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

3.2.2 ขนาดและมิติ

ขนาดและมิติของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 3.1 หรือ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ตารางที่ 3.1 ขนาด และมิติ ของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง

ขนาดท่อ ระบุ (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ภายนอก ของท่อ (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ภายในท่อ ต่ำสุด (min.) (มม.)	ความยาว ช่วงหัวต่อ (ปลายบาน) (มม.)	ความหนาของผนังท่อ ช่วงปลายเรียบ			ความหนาของผนังท่อ ช่วงหัวต่อ		
				PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
				5	8.5	13.5	5	8.5	13.5
(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)
55	60 ± 0.15	60.40	100	1.8 ± 0.20	2.9 ± 0.25	4.3 ± 0.30	1.45	2.40	3.60
65	76 ± 0.20	76.40	105	2.2 ± 0.20	3.5 ± 0.25	5.4 ± 0.35	1.80	2.95	4.55
80	89 ± 0.20	89.50	110	2.5 ± 0.20	4.1 ± 0.30	6.4 ± 0.40	2.10	3.45	5.40
100	114 ± 0.30	114.50	135	3.2 ± 0.25	5.2 ± 0.35	8.1 ± 0.50	2.70	4.40	6.85
150	165 ± 0.40	165.70	155	4.6 ± 0.30	7.5 ± 0.45	11.7 ± 0.65	3.90	6.35	9.95
200	216 ± 0.50	216.90	170	5.4 ± 0.35	8.8 ± 0.50	13.7 ± 0.75	4.55	7.50	11.70
250	267 ± 0.70	268.10	195	6.6 ± 0.40	10.9 ± 0.60	16.9 ± 0.90	5.60	9.30	14.40
300	318 ± 0.80	319.30	220	7.8 ± 0.45	12.9 ± 0.70	20.1 ± 1.05	6.65	11.00	17.15
350	370 ± 0.90	371.50	235	9.1 ± 0.55	15.0 ± 0.80	23.4 ± 1.20	7.70	12.80	20.00
400	420 ± 1.10	421.70	275	10.3 ± 0.60	17.0 ± 0.90	26.5 ± 1.35	8.75	14.50	22.65
450	470 ± 1.20	471.90	285	11.5 ± 0.65	19.0 ± 1.00	29.7 ± 1.50	9.80	16.20	25.40
500	520 ± 1.30	522.10	300	12.7 ± 0.70	21.0 ± 1.10	32.8 ± 1.65	10.80	17.95	28.05
600	630 ± 1.60	633.80	340	15.3 ± 0.80	25.4 ± 1.30	39.7 ± 2.00	13.05	21.70	33.95

- หมายเหตุ :
1. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ของ $L = \pm 10\%$
 2. ขนาดของข้อต่อแหวนยางมีความเหมาะสมเมื่อประกอบกับท่อแล้ว สามารถเปียงเบนเป็นมุมได้ไม่ต่ำกว่า 3 องศา
 3. มิติต่างๆ เป็นมิลลิเมตร นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

3.3 อุปกรณ์ท่อ

อุปกรณ์ท่อพีวีซี เช่น ข้อต่อ ข้อโค้ง ข้อลด สามทาง ท่อสั้นหน้างาน เป็นต้น โดยทั่วไปจะผลิตจากพีวีซี เหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียว สำหรับอุปกรณ์ท่อที่จะนำมาใช้ในโครงการนี้ให้ใช้ผลิตจากวัสดุตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ข้อต่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง ต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่มอก.1131-2535 “มาตรฐานข้อต่อท่อพีวีซีแข็ง สำหรับใช้กับท่อรับความดัน” ชั้นคุณภาพ PVC 5 ,8.5 ,13.5 หรือ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

อุปกรณ์ข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับท่อพีวีซี ต้องผลิตตามมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ส่วนภูมิภาค วัสดุที่ใช้เป็นเหล็กหล่อเทาสำหรับใช้กับท่อส่งน้ำชนิดทนความดัน โดยมีคุณสมบัติทางกล ดังนี้

- ความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 200 Mpa
- ความแข็งสูงสุด 230 HB
- ผิวเหล็กหล่อภายนอกเคลือบด้วย Non-bleeding Type Coal Epoxy
- ผิวเหล็กหลอด้านในเคลือบด้วย Liquid Epoxy

เหล็กเหนียวที่ใช้ทำอุปกรณ์ท่อต้องมีคุณสมบัติทางกลอย่างน้อยตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

- ASTM A 283, “Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates” Grade C or D
- ASTM A 570, “Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot Rolled Structural Quality” Grade 30, 33, 36, 40, 45 or 50 หรือ
- JIS G 3457 “Arc Welded Carbon Steel Pipe” หรือ
- JIS G 3101, “Hot Rolled Steels for General Structures” Class SS 400

ขนาดและมิติต่างๆ ของอุปกรณ์ท่อให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แบบมิได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบเพื่อขอรับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.4 การทดสอบท่อ

ท่อและข้อต่อพีวีซีชนิดต่อด้วยแหวนยาง ต้องผ่านการทดสอบการทนความดันน้ำ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก.17-2532 และ มอก.94-2517

ท่อและอุปกรณ์ท่อพีวีซีเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้ว จะต้องสามารถทนต่อความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งาน (Working Pressure) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที โดยไม่มีการรั่วซึม

3.5 การวางท่อพีวีซี

(1) ข้อกำหนดทั่วไป

- บรรดาท่อพีวีซีและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการวางและติดตั้งทั้งหมด จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

- การวางท่อ การประกอบท่อ การติดตั้งข้อต่อท่อ การเตรียมสถานที่ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- ผู้รับจ้างจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับขนาดท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อท่อ
- ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ว่าไม่แตก รั่ว ชำรุดเสียหาย ก่อนนำไปวางในร่องดิน ท่อหรืออุปกรณ์ที่แตกชำรุดห้ามใช้ในการวางท่อ
- ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อพีวีซีพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ประตุน้ำ ประตูระบายอากาศ (ถ้ามี) ข้อลด และข้อโค้ง ฯลฯ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะให้ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาการ
- การตัดท่อให้ยาวพอเหมาะแก่ระยะทาง ผู้รับจ้างจะต้องตัดปลายท่อด้วยความระมัดระวังและเรียบร้อย การตัดและแต่งปลายท่อให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- การวางท่อตลอดถนนตามจุดที่กำหนดในแบบ หรือจุดที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนกำหนด ให้เทคอนกรีตเสริมเหล็กหุ้มท่อ หรือใช้ท่อปลอกเหล็ก ให้มีความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามข้อกำหนดของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนน หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้แล้วแต่กรณี นอกจากนั้นแล้ว ต้องปฏิบัติตามระเบียบของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนนอย่างเคร่งครัด

(2) การขุดดินและการกลับดินตามแนวท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องขุดร่องดินวางท่อให้มีความลึกและกว้างไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ สำหรับการวางท่อและการติดตั้งอุปกรณ์ ให้ดำเนินการตามแบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรมและคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างอย่างเคร่งครัด
- การขุดร่องดินเพื่อวางท่อ จะต้องให้เรียบที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการใช้เครื่องจักรขุด ซึ่งอาจจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือขนาดเล็กในการขุดแต่งให้เรียบ
- การขุดร่องดินในบางกรณี เช่นการขุดดินลึกใกล้กับสิ่งก่อสร้างอื่นๆ หรือการขุดร่องดินบริเวณดินอ่อน อาจจะต้องติดตั้งระบบป้องกันดินพังที่มีความปลอดภัยเพียงพอ เช่น เข็มพีดกันดิน (Sheet Pile) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- ดินที่ขุดขึ้นจากร่องดิน ผู้รับจ้างต้องกองไว้ข้างร่องดิน โดยมีระยะห่างร่องดินพอสมควร ซึ่งดินจะไม่ร่วงหล่นลงในร่องดินได้ และไม่เป็นกีดขวางทางจราจร

(3) การประกอบและวางท่อ

- ก่อนทำการวางท่อ ผู้รับจ้างจะต้องกำจัดของแข็งต่างๆ เช่น หิน อิฐ และรากไม้ เป็นต้น ออกให้หมด แล้วทำการปรับพื้นร่องดินให้แน่นและมีผิวหน้าเรียบตลอดความยาวของท่อ การทำฐานรองรับท่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในกรณีต่างๆ ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรม และคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- หากจำเป็นจะต้องตัดท่อพีวีซี ให้ตัดโดยใช้ใบเลื่อยที่มีฟันละเอียด การตัดจะต้องให้แนวท่อที่ตัดทำมุมฉากกับแกนท่อ หลังจากตัดท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องตกแต่งผิวที่ตัดให้เรียบ โดยใช้ตะไบแต่งปลายท่อเป็นมุมเอียงประมาณ 15 องศา นับจาก $\frac{1}{2}$ ของความหนาท่อ

- ให้ทำความสะอาดผิวภายในด้านปากกระบังบริเวณที่จะใส่แหวนยางและผิวด้านนอกของท่อด้านที่จะสวม โดยใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำเช็ดแล้วปล่อยให้แห้ง เมื่อแห้งสะอาดดีแล้วให้ใส่แหวนยางเข้าไปโดยบีบแหวนยางให้เป็นรูปหัวใจและจัดแหวนยางให้เข้าร่องเรียบร้อย หลังจากนั้นก็ให้น้ำยาหล่อลื่น (Pipe Lube) บริเวณปลายท่อด้านที่จะสวมเข้ากับแหวนยาง แล้วทำการดันต่อท่อเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องมือช่วยเช่น เครื่องดึง (Puller) หรือคานงัดปลายท่อ (Lever) แต่ถ้าเป็นท่อขนาดเล็กกว่า 200 มิลลิเมตร อาจจะต่อโดยไม่ใช้เครื่องมือช่วยก็ได้
- หลังจากที่ได้ต่อท่อแล้ว จะต้องตรวจสอบว่าแหวนยางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ โดยการใช้แผ่นโลหะบางๆ (Check Plate) เสียบเข้าไปโดยรอบท่อ ซึ่งระยะของแผ่นโลหะที่เสียบเข้าชนขอบแหวนยางในแต่ละครั้งควรจะได้ระยะเท่ากันหรือใกล้เคียงกันทุกครั้ง
- หลังจากเสร็จสิ้นงานต่อท่อในแต่ละวัน ควรหาวัสดุมาหุ้มท่อปลายท่อด้านที่เปิดไว้ เพื่อป้องกันมิให้น้ำดิน ผุ่นละออง เศษขยะ หรือสัตว์ต่างๆ เล็ดลอดเข้าไปในท่อซึ่งได้วางไว้แล้ว
- ก่อนทำการกลบดินต้องทำการตรวจสอบความดันน้ำตามข้อ 11.4

(4) แนวท่อและระดับของท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอ โดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้นหรือกดท่อลงโดยกระทันหัน
- การวางท่อต้องให้ได้แนวตรง สำหรับการเบี่ยงเบนแนวท่อสำหรับข้อต่อแบบต่างๆ อาจจะกระทำได้แต่ต้องไม่เกินข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้
- แม้ว่าท่อพีวีซีจะมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี แต่เมื่อต้องการจะเปลี่ยนทิศทางของท่อ ควรใช้ข้องอแบบต่างๆ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดงอท่อเป็นอันขาด
- การวางท่อที่ขนานกัน ห้ามวางซ้อนกัน และให้วางห่างจากท่อข้างเคียงให้มากที่สุดตามสภาพพื้นที่นั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ให้ผู้รับจ้างทำความเข้าใจกับผู้ว่าจ้างในอันที่จะแก้ไขตัดแปลงหรือย้ายแนวท่อไปวางในที่ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดี

(5) การกลบดินตามแนวท่อ

- เมื่อได้ทดสอบความดันน้ำแล้ว โดยไม่ปรากฏมีรอยรั่วและท่อไม่แตกหรือชำรุด จึงจะทำการกลบดินให้เรียบร้อย ดินที่เหลือให้เฉลี่ยพูนไว้บนร่องดินทั้งหมด หรือนำไปกองไว้ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้ ขยะหรือมูลฝอยต่างๆ ห้ามใช้ในการกลบร่องดิน
- ในการกลบดิน ผู้รับจ้างจะต้องอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่น และระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้แล้ว

หมวดที่ 4

งานคอนกรีต

4.1 ทัวไป

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีต อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ซึ่งได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว คอนกรีตนั้นไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือไม่ก็ตาม และอาจจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture) หรือไม่ก็ตาม จะต้องก่อสร้างตามข้อกำหนดนี้ทุกประการ โดยให้ได้แนวได้ระดับ ได้ลำดับชั้น (Grades) ได้ขนาดตรงกันกับแบบก่อสร้าง และตรงตามความต้องการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอนกรีตดังกล่าวนี้จะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุหยาบ (หินย่อยหรือกรวด) วัสดุละเอียด (ทราย) และอาจจะรวมถึงน้ำยาผสมคอนกรีต

4.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติการดำเนินงานกับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปนี้คือ ข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

4.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหาคำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตขึ้นให้ตรงกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้ระบุกำลังกด (Compressive Strength) ไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว และต้องเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเพื่อขออนุมัติ

4.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต

วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตตามข้อ 4.2.1 นั้น ต้องเป็นวัสดุเช่นเดียวกันกับวัสดุที่จะใช้งานจริง ซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว ณ บริเวณก่อสร้าง

4.2.3 ความเหลวของคอนกรีต

ต้องเหมาะสมกับลักษณะงาน ความเหลวของคอนกรีตวัดได้จากการยุบตัว (Slump) ซึ่งอยู่ระหว่าง 5-9 ซม. แต่ไม่เกิน 9 ซม. การตรวจสอบการยุบตัว (Slump Test) ให้ปฏิบัติตาม ASTM C143 ในกรณีต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixtures) ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และต้องส่งตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มฟองอากาศให้กับคอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดฟองอากาศ (Air Meter) ไว้ด้วย

4.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

(1) ปูนซีเมนต์

(ก) ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ประเภทหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ล่าสุด การใช้ปูนซีเมนต์ประเภทอื่น เช่น สอง สาม หรือห้า ต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ปูนซีเมนต์ใหม่ และไม่หมดอายุใช้งาน ไม่เสื่อมคุณภาพ ไม่เปื่อยขึ้น โดยนับอายุตั้งแต่ออกจากโรงงาน ไม่เกิน 1 เดือน ในฤดูฝน และไม่เกิน 3 เดือน ในฤดูแล้ง

(ค) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(ง) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยาที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้วยคุณภาพ

(จ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(2) ทราย (วัสดุละเอียด)

(ก) ต้องเป็นทรายน้ำจืด และเป็นทรายหยาบ มีลำดับขนาดดี (Well Grade) โดยยอมให้ขนาดโตกว่ารูตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5 % และขนาดเล็กกว่าลวดหลั่นลงไปจนถึงขนาดเล็กที่สุดที่ผ่านมาตะแกรงเบอร์ 100 ได้ไม่เกิน 10 % แต่ต้องไม่มีตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เกินกว่า 3 %

(ข) ต้องสะอาดและปราศจากวัตถุอื่นๆ และมีสารอินทรีย์เจือปนได้ไม่เกินเกณฑ์กำหนดจากผลการทดลองด้วยวิธีแช่น้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 3% ซึ่งการทดลองนั้นต้องปรากฏสีอ่อน สีมาตรฐานเบอร์ 3

(ค) ไม่มีวัสดุอ่อนมาก เช่นดินเหนียว และวัสดุกรอบร่วนเจือปนอนุโลมให้ได้ ไม่เกิน 1% ตามวิธีทดลองของ ASTM-C-142

(ง) ค่าพิกิตความละเอียด (Finesse modulus) ต้องไม่น้อยกว่า 2.3 และไม่มากกว่า 3.1

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้อายุมีความชื้นเพิ่มขึ้น

(3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องมือหินหรือย่อยด้วยฆ้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนเรียวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือส่วนเฉลี่ยมากสุดทางด้านเรียวยาวไม่มากกว่า 5 เท่าของส่วนเฉลี่ยน้อยสุด ทางด้านแบน

(ค) ขนาดหินย่อยและกรวดต้องพิจารณาเลือกใช้ขนาดให้เหมาะสมกับลักษณะของอาคาร และความหนาแน่นของเหล็กเสริม เพื่อให้่ายต่อการปฏิบัติงาน ตามกรรมวิธีของงานคอนกรีต ซึ่งจะไปสู่เป้าหมายให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพวัสดุหยาบใหญ่สุด 3 นิ้ว จะใช้งานคอนกรีตล้น และกับส่วนอาคารที่มีความหนามากกว่า 50 ซม. วัสดุหยาบใหญ่สุด 1.5 นิ้ว จะใช้กับส่วนของอาคารที่มีความหนาตั้งแต่ 20 ซม. ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่า 20 ซม. ควรใช้วัสดุหยาบขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดก็ตามต้องมีลำดับขนาดดี (Well Grade) ตามเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 1

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4" เล็กสุด เท่ากับตะแกรงเบอร์ 4)

ขนาดตะแกรง (มาตรฐานอเมริกัน)	% ของส่วนที่ผ่านตะแกรง (โดยน้ำหนัก)
1"	100
3/4"	90-100
3/8"	22-55
NO. 4	0-10
NO. 8	0-5

ขนาดและลำดับขนาดหินย่อยเบอร์ 2

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 1 1/2" เล็กสุด 3/4")

ขนาดตะแกรง (มาตรฐานอเมริกา)	% ของส่วนที่ผ่านตะแกรง (โดยน้ำหนัก)
2"	100
1 1/2"	90-100
1"	20-55
3/4"	0-15
3/8"	0-5

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 3

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 2 1/2" เล็กสุด 1 1/2")

ขนาดตะแกรง (มาตรฐานอเมริกัน)	% ของส่วนที่ผ่านตะแกรง (โดยน้ำหนัก)
3"	100
2 1/2"	90-100
2"	35-70
1 1/2"	0-15
3/4"	0-5

ขนาดและลำดับขนาดของกรวด

- ขนาดใหญ่สุดของกรวดต้องค้ำตะแกรง 1 1/2" ไม่เกิน 5 % และมีขนาดเล็กกลดหล่นลงไปจนถึงขนาดเล็กสุดเท่ากับตะแกรงเบอร์ 4 และยอมให้หลุดตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5 %
- หินย่อยต้องมีคุณสมบัติแข็งแรง แน่น สะอาด ไม่มีสะเก็ดหินผุเจือปน ไม่เปราะเปื้อน และมีฝุ่นมากเกินไป ไม่มีวัตถุอื่นๆ ปนอยู่ แต่อนุโลมให้ใช้ได้ เมื่อได้เกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ฝุ่นและฝุ่นผ่านตะแกรงเบอร์ 200	1.5
วัสดุอ่อนมาก ASTM C-142	0.25
วัสดุอ่อนอื่น ASTM C851	5
การขัดสี (RESISTANCE TO ABRASION) ASTM C-131	50
ความมั่นคง (SOUNDNESS) ASTM C-88	12

- ในกรณีที่ใช้กรวด ให้อนุโลมเกณฑ์กำหนดต่างๆ เช่นเดียวกับหินย่อย
- ไม่ยอมให้ใช้กรวดผสมหินย่อยเป็นส่วนผสมของคอนกรีต
- การเก็บและกองหินย่อย ต้องเก็บและกองไว้บนพื้นแข็งราบเรียบสูงกว่าบริเวณรอบด้าน พร้อมทั้งจะระบายน้ำออกได้ตลอดเวลา เพื่อเป็นมาตรการป้องกันการเปราะเปื้อน และอาจจะมียาวัตถุอื่นเข้าไปเจือปน หินย่อยแต่ละขนาดตามเบอร์ ต้องแยกการเก็บกองไม่ให้ปนกัน
- การเก็บและกองกรวดให้อนุโลมตามวิธีของหินย่อย

(4) น้ำ

น้ำที่ใช้เพื่อผสมคอนกรีต รวมทั้งน้ำที่ใช้ล้างหินหรือทราย จะต้องเป็นน้ำใสสะอาดไม่มีสารต่างๆ ต่อบนนี้เจือปนอยู่ เช่น น้ำมัน เกลือ ด่าง ตะกอนสารอินทรีย์ หรือวัตถุใดๆ ที่เป็นอันตราย (Deleterious Substance)

(5) น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture)

ในกรณีที่มีความต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตกับงานคอนกรีต ต้องเสนอขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างล่วงหน้าก่อนในเวลาอันสมควร พร้อมกับส่งตัวอย่างน้ำยานั้นๆ เพื่อพิจารณาเห็นชอบ การใช้น้ำยาผสมคอนกรีตแต่ละชนิดต้องพิจารณาตามความเหมาะสม ของลักษณะงานและเมื่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นควรต้องใช้ เพื่อให้มีความสามารถทำงานได้ (Workability) ง่ายกับงานคอนกรีตนั้น น้ำยาผสมคอนกรีตทุกชนิด ต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM ดังต่อไปนี้

(ก) Air Entraining Admixture เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มฟองอากาศในคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-260

(ข) Water Reducing Admixture เป็นน้ำยาผสมคอนกรีต สำหรับลดปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตมีความสม่ำเสมอตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

(ค) Set Retarding Admixture เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตสำหรับหน่วงเวลาการแข็งตัวของคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

4.2.5 การผสมคอนกรีต

(1) วัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีต

ต้องจัดเตรียมวัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีตให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงานคอนกรีตได้ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา

(2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต

(ก) บรรดาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือและสิ่งจำเป็นทั้งหมดที่จะนำเข้าใช้ในการผสมคอนกรีตต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่จะทำงานได้ดี

(ข) ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตรให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด

(ค) เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer) จะต้องเป็นแบบ Drum Type ที่มีประสิทธิภาพและขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิต หิน ทราย ซีเมนต์และน้ำให้คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้และเมื่อเทคอนกรีตออกจากเครื่องผสมแล้ว ส่วนผสมจะต้องไม่แยกตัวออกจากคอนกรีต (Segregation)

(3) อัตราส่วนผสมและการผสม

(ก) อัตราส่วนผสมของวัสดุ เช่น หิน ทราย ปูนซีเมนต์ น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีตต้องใช้วัสดุตามอัตราส่วนให้ตรงกับความต้องการของงานแต่ละประเภท ในหัวข้อ 4.2.1

(ข) วัสดุที่ใช้ผสม เช่น หิน ทราย และปูนซีเมนต์ ต้องให้ได้สัดส่วน โดยการชั่งน้ำหนักนอกจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยอมให้วัดปริมาตรจากการเทียบหาสัดส่วนจากน้ำหนักของวัสดุนั้นๆ

(ค) ปริมาณและระยะเวลาการผสม (เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยินยอมหรืออนุมัติเป็นอย่างอื่น) คอนกรีตแต่ละครั้งจะไม่เกินปริมาตรและระยะเวลาไม่น้อยกว่า ความสามารถของเครื่องผสมที่ผู้ผลิตได้ระบุไว้ เวลาการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดโดยการทดลองดูผลของการทำงานของเครื่องผสมคอนกรีต ณ ที่นั้น

4.2.6 การลำเลียงคอนกรีต

วิธี เครื่องมือ และเวลาในการลำเลียงคอนกรีตไปอยู่ที่ ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมหยาบแยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

4.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้อง และให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ถือว่าผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ

(2) ต้องเตรียมพื้นที่ที่เป็นผิวสัมผัสกับคอนกรีตให้สะอาดปราศจากน้ำ โคลน เศษไม้ น้ำมัน วัสดุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์และพื้นผิวหน้าที่สามารถดูดน้ำจากคอนกรีตได้จะต้องทำให้ชื้นโดยตลอด จนไม่สามารถดูดน้ำจากคอนกรีตได้ เช่น การทำให้ชื้นจนอิ่มตัว และรักษาความชื้นนั้นไว้จนกว่าจะได้เทคอนกรีตทับลงไป

(3) ก่อนการเทคอนกรีตใหม่ต่อกับคอนกรีตเก่าที่ได้กำหนดให้เป็นรอยต่อเพื่อการก่อสร้าง (Construction Joint) ต้องทำรอยต่อนั้น ขรุขระ สะอาด ชื้น และแล้วใช้ส่วนผสมปูน-ทราย-น้ำ เหมือนส่วนผสมคอนกรีตที่คลุกเคล้ากันดีแล้ว เทลงไปปิดรอยต่อให้มีความหนา 1 ซม. จึงเทคอนกรีตใหม่ตามลงไป การปฏิบัติการเทคอนกรีตบนผิวหน้าที่เป็นหินให้ใช้วิธีการเช่นเดียวกัน

(4) ระยะเวลาเทคอนกรีตต้องไม่เกิน 30 นาที นับตั้งแต่การผสมเสร็จแล้ว และนำไปเทลงในแบบหล่อคอนกรีต ถ้าใช้ Set Retarding Admixture จะต้องไม่เกิน 1 ชม.

(5) การเทคอนกรีตบนผิวหน้าเป็นหินและรอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint) ให้ใช้ปูนทรายมีอัตราส่วนผสมเหมือนคอนกรีตและมีความเหลวพอเหมาะกับการเท เมื่อผสมปูน-ทราย-น้ำ เข้ากันดีแล้วให้เทลงไปก่อนทันที โดยให้มีความหนา 1 ซม. แล้วจึงเทคอนกรีตทับลงไป

(6) ระยะทางเทคอนกรีตทางดิ่งต้องไม่เกิน 150 ซม. และใช้วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง เพื่อไม่เกิด Segregation และเกิดการเลื่อนตัวของเหล็กเสริม

(7) จะไม่มีการเทคอนกรีตถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีความเห็นว่าจะเกิดความเสียหาย เนื่องจากเหตุการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศหรือคาดว่าจะการปฏิบัติงานนั้นจะไม่สำเร็จลุล่วงไปตามปริมาณงานคอนกรีตที่กำหนดไว้

(8) การเทคอนกรีตสำหรับส่วนหนึ่งๆ ของอาคารต้องเทให้แล้วเสร็จในครั้งเดียวกันตลอดส่วนของอาคาร เว้นแต่ในส่วนนั้นกำหนดไว้เป็นรอยต่อคอนกรีต หรือได้รับคำสั่งจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ถ้าในกรณีเป็นเหตุการณ์ฉุกเฉินที่ไม่สามารถเทคอนกรีตติดต่อกันได้และมีความจำเป็นต้องหยุดเทในกรณีเช่นนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจจะเป็นผู้สั่งและกำหนดตอนใดให้เป็นรอยต่อการก่อสร้าง (Construction Joint)

(9) การเทคอนกรีตบนพื้นเอียงที่ไม่แบบหล่อคอนกรีตต้องเทคอนกรีตจากส่วนล่างสุดไปหาตอนบน ถ้าใช้แบบหล่อคอนกรีตชนิดเลื่อนได้ (Slip Form Screen) ต้องเทคอนกรีตล้นหน้าแบบเลื่อนขึ้นไปก่อนประมาณ 75 ซม. และทำคอนกรีตให้แน่นด้วยเครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่ม (Immersion Type Vibrator) จุ่มที่คอนกรีตเหนือแบบเลื่อนนั้น

(10) ไม่ว่ากรณีใดๆ จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่ที่มีน้ำหรือเทได้น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตรส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษนอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว

(11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้าตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

4.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น

(1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเบียดกันแน่น

(2) การทำให้เนื้อคอนกรีตมีเนื้อแน่นต้องใช้เครื่องเขย่า (Vibrator) ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (Immersion Type Vibrator) กับชนิดติดกับแบบหล่อ (Form Vibrator) ถ้าเป็นชนิดหัวจุ่มต้องมีความถี่ของการสั่น

(Oscillation Frequency) อย่างน้อย 7,000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต ถ้าเป็นชนิดติดกับแบบหล่อต้องติดให้แน่น และให้การสั่นอย่างน้อย 8,000 ครั้งต่อนาที เมื่อขณะเขย่าคอนกรีต

(3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก่อนโลมในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกันประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหวที่ผิวหน้าคอนกรีต การฟังเสียงของการสั่นคงที่ หรือความรู้สึกที่มีมือถือเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีตในชั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้นสมานกันได้ดีทุกครั้งในการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริม

4.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดหารูปกรณ์ที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถ เพื่อเก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

(1) การเก็บตัวอย่างเพื่อหาการยุบตัว (Slump) จะเก็บอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและจะเก็บทุกครั้งเมื่อมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบหาแรงอัด วิธีการปฏิบัติตามข้อ 4.2.3

(2) การเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบหาแรงอัด (Compressive Strength) ต้องทำอย่างน้อยวันละ 1 ชุดๆ หนึ่งประกอบด้วย 6 ตัวอย่าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะร้องขอ

(3) การทดลองแท่งคอนกรีต

(ก) แบบหล่อ (Mold) ต้องเป็นเหล็กประกอบกันเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 6" และสูง 12" วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้ว และถูกยึดด้วยสกรูน็อต ก่อนหล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หาล้นั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องให้ผู้รับจ้างเก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการลำเลียงไปถึงที่ที่จะเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

(ค) การหล่อคอนกรีตทำเป็น 3 ชั้น โดยใส่คอนกรีตชั้นละ 1 ใน 3 ของความสูงของ Mold แต่ละชั้นกระทุ้งโดยสม่ำเสมอ 25 ครั้ง ด้วยแท่งเหล็กเกลี้ยงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ยาว 60 ซม.โดยทำปลายข้างหนึ่ง (ข้างที่ใช้กระทุ้ง) มนแบบหัวลูกปืน

(ง) การกระทุ้งครั้งแรกต้องกระทุ้งให้ถึงแผ่นเหล็กที่เป็นฐานของ Mold ส่วนการกระทุ้งชั้นสองและชั้นสามให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นที่กระทุ้งไปแล้วเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งชั้นที่สามแล้ว ใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ

(4) หลักการปฏิบัตินอกเหนือจาก (1), (2) และ (3)

(ก) พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ

(ข) พื้นที่วางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใด ๆ

(ค) การปาดผิวหน้าให้ใช้ควมระมัดระวังอย่าให้ผิวฉุน

(ง) แบบเมื่อหล่อคอนกรีตแล้วควรไว้ในร่ม ไม่ให้ถูกแดดหรือฝน

(จ) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบในวันรุ่งขึ้น

- (ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ
- (ช) เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยวบยัวและหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ
- (ซ) จะต้องคลุมแท่งคอนกรีตด้วยกระสอบชื้นหรือแช่น้ำไว้ไม่น้อยกว่า 5 วัน แล้วนำลงบรรจุในหีบซึ่งมีทรายเปียกล้อมรอบทุกด้าน หนาไม่น้อยกว่า 5 ซม. แล้วจัดส่งให้ห้องทดลองเพื่อทดลองคุณภาพ
- (ณ) แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรนำมาทดลอง

4.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดลองหาแรงอัด

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เก็บได้แล้วตามข้อ 4.2.9 วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะต้องดำเนินการจัดส่งไปทดสอบยังที่เป็นที่เชื่อถือและทางราชการยอมรับ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด การทดสอบจะดำเนินการตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- (1) แท่งคอนกรีต 1 ชุด จำนวน 6 แท่ง จะแบ่งส่วนให้ห้องทดลองของส่วนราชการจำนวน 3 แท่ง เพื่อทดสอบกำลังกดที่อายุ 28 วัน ที่เหลืออีก 3 แท่ง จะทดสอบที่อายุ 7 วัน เพื่อใช้ควบคุมการก่อสร้าง
- (2) กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

กำลังกดของแท่งคอนกรีต ที่อายุ 28 วัน	กำลังของแท่ง คอนกรีต ที่อายุ 7 วัน	หมายเหตุ
แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม ²	ต้องไม่ต่ำกว่า 100 กก./ซม ²	ถ้าผลการทดสอบกำลังกดที่อายุ 7 วัน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวจะต้อง เปลี่ยนส่วนผสมใหม่ แต่การพิจารณา กำลังของคอนกรีตจะพิจารณาที่อายุ 28 วัน
แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 175 กก./ซม ²	ต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม ²	
แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 210 กก./ซม ²	ต้องไม่ต่ำกว่า 170 กก./ซม ²	

4.3 แบบหล่อคอนกรีต

4.3.1 ทั่วไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยรั่ว อันที่จะทำให้ น้ำซีเมนต์ไหลออกได้และความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีต โดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนว ผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

4.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม่บิดเบี้ยวไม่มีรอยบุบ สะอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็น

อันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมีความแข็งแรงเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

4.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลึบสวยตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและมีความหนาสม่ำเสมอ การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

4.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ

ควรใช้ไม้แบบหรือไม้บุแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวผิวปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน จะอนุโลมให้ใช้ไม้แบบเช่นนี้ได้

4.3.5 การยึดแบบ

อนุโลมให้มีการยึดแบบด้วยโลหะ เช่น ลวด เส้นเหล็กกลม หรือท่อเหล็กขนาดเล็กได้ แต่หลังจากถอดแบบหล่อคอนกรีตออกแล้ว ต้องตัดหรือสกัดปลายให้สั้นเข้าไปในผิวคอนกรีตอย่างน้อย 2 ซม. และอย่างน้อย 3 ซม. สำหรับผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับน้ำ รูซึ่งเกิดจากการตัดหรือสกัดนั้น ต้องซ่อมแซมทันที โดยการอุดด้วยปูนทราย มีส่วนผสม 1 : 2 หรือตามวิธีการซ่อมผิวคอนกรีตในข้อ 4.5.1 หรือตามวิธีที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

4.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวผิวปูน จะไม่ต้องการทาด้วยน้ำมัน

4.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

4.4.1 ทัวไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ฉะนั้น ควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหายหรือได้รับการยอมรับจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยปกติทั่วไปจะไม่มีการถอดแบบหล่อคอนกรีตที่มีอายุน้อยกว่า 48 ชม.

4.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต

การรับน้ำหนักและแรงต่างๆ ของอาคารบางตอนไม่เหมือนกัน อาจจะมีลักษณะและขนาดของแรงที่กระทำต่ออาคารนั้นต่างกัน ฉะนั้นการถอดแบบหล่อต้องพิจารณาความแข็งแรงตามอายุคอนกรีตที่จะใช้งานได้ของแต่ละส่วนในอาคารนั้นๆ ซึ่งพอประมาณได้ดังนี้

- ไม้แบบด้านตอม่อ เสา และคาน (โดยไม่มีแรงอื่น ๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง) ไม่น้อยกว่า 2 วัน
- ไม้แบบท้องคานและไม้ค้ำยัน ไม่น้อยกว่า 21 วัน (โดยไม่มีแรงอย่างอื่น นอกจากน้ำหนักตัวเอง)
- ไม้แบบพื้น และค้ำยัน ไม่น้อยกว่า 21 วัน (โดยไม่มีแรงอย่างอื่น นอกจากน้ำหนักตัวเอง)
- การติดตั้งไม้ค้ำยัน ไม่นั่งร้าน แบบหล่อให้เกิดความสะเทือน จะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีอายุเกิน 48 ชม.

จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณแสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

4.5 การซ่อมคอนกรีต

4.5.1 ทัวไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้โดยเฉพาะ ก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบ และต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

คอนกรีตที่เสียหายจากเหตุใดก็ตาม และคอนกรีตที่เป็นรวงผึ้ง แตกร้าว หรือเสียหายอย่างอื่นใด และคอนกรีตที่มีผิวหน้าบวมมากเกินไป ซึ่งจะต้องสกัดออกให้หมดแล้วแต่งด้วยปูนทรายแห้ง ปูนทรายหรือคอนกรีต (Drypack, Mortar, Concrete) ตามความเหมาะสมและให้ระดับกับแนวที่กำหนดไว้

4.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack) จะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

- (1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัดลวดเหล็ก หรือน็อตที่ใช้ยึดแบบออก
- (2) ร่องแคบๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตบแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะ ดังนี้
 - (ก) ร่องรูตื้นมากเมื่อเทียบกับความกว้าง
 - (ข) ร่องรูลึกถึงเหล็กเสริมคอนกรีต
 - (ค) ร่องรูลอดผ่านทะลุตลอดหน้าตัดของคอนกรีต

4.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต

การซ่อมด้วยคอนกรีต จะใช้วิธีนี้เมื่อคอนกรีตเป็นช่องผ่านทะลุตลอด และมีลักษณะดังนี้

- (1) ช่องในคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1 ตารางฟุต และลึกตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป
- (2) ช่องในคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1/2 ตารางฟุต และลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริม

4.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย

การซ่อมด้วยปูนทราย (Mortar) จะใช้ได้เมื่อ

- (1) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและก็ยังตื้นเกินไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต

- (2) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

4.5.5 การซ่อมด้วย Epoxy

การซ่อมด้วย Epoxy นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือจะใช้เมื่อไม่มีความมั่นใจว่า การซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัสดุที่ใช้ซ่อมกับคอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำได้ตามคาบหมาย และจะใช้ Epoxy เมื่อคอนกรีตเป็นแผลรอยกะเทาะบาง

หมายเหตุ : รายละเอียดการซ่อมคอนกรีตให้อ้างตามคำแนะนำใน Concrete Manual พิมพ์ครั้งที่ 4 บทที่ 7 ของ U.S. Bureau of Reclamation

4.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดีเมื่อเกิดฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องหาวัสดุมาปกปิดผิวหน้าคอนกรีต เพื่อป้องกันผิวหน้าคอนกรีตถูกฝนชะล้าง ถ้าจะป้องกันโดยใช้กระสอบคลุม จะต้องไม่ใช่กระสอบที่เคยใส่น้ำตาล เกลือ หรือปุ๋ย

4.7 การบ่มคอนกรีต

เพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตระเหยออกได้ จำเป็นจะต้องป้องกันผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศและโดนแสงแดดเผา โดยการบ่มด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

4.7.1 การบ่มด้วยน้ำ

เมื่อผิวหน้าคอนกรีตแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีอยู่ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป จะต้องรักษาคอนกรีตไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการหล่อน้ำข้างไว้ คลุมด้วยวัสดุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

4.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้น้ำยา 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำทันทีหลังจากการแต่งผิวหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยการฉีดน้ำให้เป็นฝอยจนกระทั่งผิวนั้นไม่ดูดความชื้นเข้าไปอีก ทันใดที่น้ำที่ติดอยู่บนคอนกรีตแห้งแต่คอนกรีตยังชื้นอยู่ จะต้องพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงไปที่ ทันที หลังจากพ่นน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเมื่อแต่ละผืนน้ำยาแห้งแล้ว ก็จะเริ่มทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมได้ การซ่อมแต่ละแห่งนั้น เมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะต้องทำความสะอาดและทำให้เปียกชื้นแล้วพ่นด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตอีกครั้งหนึ่ง

ภายในระยะเวลา 28 วัน หลังจากพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต การดำเนินการใดๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องทำการพ่นใหม่ทันทีและถ้าจำเป็นในการก่อสร้างที่จะต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เคลื่อนที่บนผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องใช้ทรายหรือดินหยาบไม่น้อยกว่า 1 นิ้วฟุต ปิดทับผิวนั้นเสียภายหลังที่น้ำยาแห้งตัวดีแล้ว

4.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

หลังจากได้ทำการพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตและน้ำยาที่ฉาบแห้งสนิทแล้ว ให้ทำเครื่องหมายแสดงวัน เดือน ปี ที่ทำงานคอนกรีตนั้นเสร็จไว้บนผิวคอนกรีต โดยการเขียนด้วยสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

4.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต

(1) ลักษณะทั่วไป น้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไม่ไวไฟ และไม่เป็นน้ำยาที่หมดอายุแล้ว

(2) คุณภาพ น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(ก) ความเหลว (Consistency) : น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีความเหลวพอเหมาะที่จะสามารถพ่นได้สะดวกและสม่ำเสมอบนผิวคอนกรีตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยให้หัวฉีดชนิด Atomizing Nozzles และเมื่อพ่นกับผิวคอนกรีตขึ้นตั้งฉากกับพื้นราบโดยใช้อัตราที่กำหนดน้ำยาจะต้องไม่ไหลหรือย่อย

(ข) คุณสมบัติในการป้องกันน้ำระเหยจากผิวคอนกรีต (Water Retention) : เมื่อทดสอบโดย Water Retention Test ASTM C156 - 80A เป็นเวลา 3 วัน น้ำจะต้องหายไปจากคอนกรีตได้ไม่เกิน 0.055 กรัมต่อตารางเซนติเมตรของผิวหน้า Mortar

(3) ตัวอย่าง ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างน้ำยาน้อย 1 U.S แกลลอน และให้ระบุชื่อบริษัทผู้ผลิตและประเทศด้วย เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้

4.8 รอยต่อคอนกรีต

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามที่แสดง หรือกำหนดไว้ในแบบอย่างเคร่งครัด รอยต่อในอาคารคอนกรีต แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

4.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขัดส่วนที่ยุบสกรปรกและไม่แข็งแรงต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้ น้ำฉีดหรือทรายฉีด (Sand Blast) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อก่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

4.8.2 รอยต่อเพื่อหด (Contraction Joint)

จะต้องทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ การเทคอนกรีตใหม่ สัมผัสกับผิวคอนกรีตเดิมที่เทไว้ จะต้องกระทำภายหลังจากคอนกรีตเดิมแข็งตัวแล้ว โดยมีอายุไม่น้อยกว่า 3 วัน และผิวคอนกรีตเดิมจะต้องถูกเคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว (Sealing Compound) ชนิดใดชนิดหนึ่งเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตทั้งสองส่วนจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

4.8.3 รอยต่อเพื่อขยาย (Expansion Joint)

ให้ทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ ช่องว่างระหว่างการเทคอนกรีตครั้งแรก และครั้งที่สองให้มีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 ซม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ และให้ใส่ช่องว่างระหว่างผิวคอนกรีตด้วยวัสดุประเภท Elastic Filler และอุดรอยต่อด้วยวัสดุประเภท Joint Sealant

4.9 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต

4.9.1 ทั่วไป

ความคลาดเคลื่อนในที่นี้ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นจากวิธีการก่อสร้าง ผู้รับจ้าง จะต้องทำการก่อสร้างงานคอนกรีตทั้งหมดให้ได้ตามแนวระดับและขนาดที่บ่งไว้ในแบบ แต่เมื่อทำด้วยความระมัดระวังดีที่สุดแล้วยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ความคลาดเคลื่อนจะต้องไม่เลยขีดกำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมรับความคลาดเคลื่อนนั้น เมื่อพิจารณาเห็นว่าจะมีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้าง รูปร่าง และการใช้งานของอาคาร งานที่ไม่ยอมรับนี้ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนหรือทุบออก แล้วทำการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

4.9.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต

นอกจากจะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบรายละเอียด

(1) ความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง

(ก) แนวหรือผิวของเสาตอม่อ กำแพง และแนวที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ สำหรับส่วนสูงที่ไม่เกิน 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ 0.012 เมตร ส่วนที่สูงกว่า 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ 0.025 เมตร

(ข) เสาที่อยู่ตรงมุม หรือ GROVES ของ CONTROL JOINTS ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ครึ่งหนึ่งของข้อ (ก)

(2) ความคลาดเคลื่อนของระดับ จากที่บ่งไว้ในแบบ

(ก) พื้น เพดาน และ คาน

สูง 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร

สูง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

สูง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(ข) ธรณีประตู หน้าต่าง ราวลูกกรง และส่วนที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ ยอมให้คลาดเคลื่อนเป็นครึ่งหนึ่งของข้อ (ก)

(3) ความคลาดเคลื่อนในแนวราบจากตำแหน่งที่กำหนดไว้

- ช่วง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร

- ช่วง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

- (4) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง หรือขนาดของช่องเปิดที่พื้น หรือกำแพง
- ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- (5) ความคลาดเคลื่อนของ FOOTING
- ความคลาดเคลื่อนของขนาดในแนวราบ ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
 - ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผิดตำแหน่ง ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ 2% ของความกว้างของด้านที่วางคลาดเคลื่อนแต่ไม่เกิน 0.05 เมตร
 - ความคลาดเคลื่อนของความหนา ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ +5% ของความหนาที่กำหนดให้

หมวดที่ 5

งานท่อเหล็ก

5.1 ท่อไป

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ประกอบด้วย ท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE), ท่องอ (BENDS PIPE) และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จะใช้ในงานก่อสร้างขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดีและมีมาตรฐานเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.2 อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ทุกชนิดก่อนเริ่มดำเนินการจัดซื้อและผลิตจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนดำเนินการ การปฏิบัติงานทุกขั้นตอนของผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง สงวนสิทธิ์ที่จะเข้าทำการตรวจสอบและควบคุมการทำงานได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือแก่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเข้าไปตรวจสอบ

ในกรณีที่งานท่อเหล็กไม่ได้แสดงไว้ในแบบผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบก่อนการปฏิบัติงาน

ก่อนการวางอุปกรณ์ท่อเหล็กตามแบบที่โครงการเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการสำรวจวางแผนและระดับให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ขุดดิน และตัดแต่งร่องท่อ (TRENCH) ร่องระบายน้ำ, ก่อสร้างฐานรองรับท่อ (CONCRETE PIERS) (ถ้ามี), อาคารยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCKS)

อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องผลิตจากบริษัทซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และแรงดันน้ำในการออกแบบไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ ตารางเซนติเมตร

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอซื้อบริษัท หรือห้างหุ้นส่วน หรือผู้รับจ้างเอง เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กให้กับผู้รับจ้างนำไปใช้งานก่อสร้างมาพร้อมกับยื่นของประกันราคาเพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาให้ความเห็นชอบด้วย

5.2 มาตรฐาน

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการผลิต และการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

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
JIS	-	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS
TIS	-	THAI INDUSTRIAL STANDARDS

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่น นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

5.3 งานท่อเหล็ก

ท่อเหล็กเหนียวที่นำมาใช้ในโครงการนี้ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.427 ชั้นคุณภาพ PN10 รับแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

5.4 วัสดุ

5.4.1 ท่อ

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องเป็นเหล็กเหนียว (MILD CARBON STEEL) คุณสมบัติของเหล็กจะต้องมีค่าของจุดล้า (YIELD STRENGTH) ไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม. หรือมาตรฐานของวัสดุที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือในที่นี้วัสดุจะต้องมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งานและจะต้องเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติเสียก่อน

5.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

วัสดุอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ ให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท่ออง	JIS - G3101 Class SS400
EXPANSION JOINTS	ASTM - A36
BOLTS, NUTS, WASHERS	ASTM - A325
ANCHOR BOLTS	ASTM - 307 GRADE B
	ASTM - A36
SADDLE	ASTM - A36
STRUCTURAL FRAME	ASTM - A36
PLATES, BARS	ASTM - A36
AIR VENT STEEL PIPE	TIS277 - TYPE 3

5.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ได้ทราบถึงสถานที่หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้างพร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุภายในเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อยืนยันว่าวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5.5.1 การม้วนท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้ข้อทุบ ในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการ มาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

5.5.2 การเชื่อม

การเชื่อมจะต้องเชื่อมด้วยวิธี SHIELD METALS ARC WELDING หรือวิธีอื่นที่มีคุณภาพของการเชื่อมดีกว่า หรือเทียบเท่า ซึ่งต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดแสดงการเตรียมตัดของแผ่นเหล็ก ส่วนผสมของลวดเชื่อม, FLUX, ชนิดและขนาดของลวดเชื่อมกระแสไฟฟ้า (CURRENT) และแรงเคลื่อน (VOLTAGE) ในการเชื่อม ความเร็ว (SPEED) ของการเชื่อมเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบเสียก่อนทำการเชื่อมมาตรฐานและวิธีการเชื่อมให้ใช้ AWS CODE และ ASME "BOILER & PRESSURE VESSEL CODE" เป็นมาตรฐานของงานเชื่อมอุปกรณ์ท่อเหล็ก

ช่างเชื่อมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบและมีใบรับรองจากสถาบัน หรือหน่วยงานที่ได้รับ ความเชื่อถือภายในประเทศ อาทิเช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฯลฯ และในกรณีที่ช่างเชื่อมไม่ได้ทำงานเชื่อมติดต่อกันมานานหรือใบรับรองอายุเกินกว่า 6 เดือน ก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ ช่างเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบใหม่

การเชื่อมตามแนวยาวของท่อเหล็ก (LONGITUDINAL BUTT JOINT WELDING) จะต้องเป็นการเชื่อมแบบ COMPLETE JOINT PENETRATION GROOVE WELD และการเชื่อมต่อปลายท่อเหล็ก (CIRCULAR BUTT JOINT WELDING) เข้าด้วยกันทั้งในโรงงานและที่โครงการจะต้องเป็นการเชื่อมแบบ COMPLETE JOINT PENETRATION GROOVE WELD เช่นกัน ส่วนงานเชื่อมอุปกรณ์ประกอบงานท่อ ซึ่งเป็นการเชื่อมแบบ FILLET WELD, BEVEL GROOVE WELD, FLARE-BEVEL GROOVE WELD ขนาดของงานเชื่อมจะต้องทำตามแบบก่อสร้างกำหนดไว้

ขนาดของลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับงานเชื่อมแต่ละแบบ ชนิดลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องเป็น LOW-HYDROGEN ELECTRODE หรือมีคุณสมบัติดีกว่าและเหมาะสมกับโลหะที่ต้องการเชื่อม งานเชื่อมในโรงงานให้ใช้ลวดเชื่อม

(COVERED ELECTRODE) ชนิด E60xx และงานเชื่อมในโครงการให้ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70xx โดยลวดเชื่อมจะต้องเก็บรักษาไว้ในกล่องป้องกันความชื้น การนำลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ออกมาใช้งาน จะต้องนำออกมาใช้ให้พอเหมาะกับการใช้งาน เพื่อไม่ให้ลวดเชื่อมรับความชื้นเกินไป ลวดเชื่อมจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งานว่าแห้งก่อนนำไปใช้งานหรือมีความชื้นไม่เกินกว่ากำหนดของผู้ผลิตลวดเชื่อมที่กำหนดไว้ ในกรณีที่ลวดเชื่อมเอาออกจากกล่องและทิ้งไว้นานกว่า 3 ชั่วโมง หรือลวดเชื่อมมีความชื้นมากจะต้องนำลวดเชื่อมเข้าเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ 300-400°C เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิของบรรยากาศขณะทำการเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 21°C ห้ามทำการเชื่อมในขณะที่ฝนตกหรือบรรยากาศมีความชื้นจัด นอกจากนี้จะมีวิธีป้องกันที่เหมาะสม

ก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อนไม่ให้มีรอยเปื้อน ของสีสนิม คราบน้ำมันและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมดก่อนทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อมและผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรงเพื่อป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปลงลวดขัด SLAG บนผิวผิวนที่ได้อ่อนก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อมควรจัดทำจากโรงงานด้วย AUTOMATIC WELDING MACHINE และพยายามลดงานเชื่อมในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ AUTOMATIC WELDING MACHINE ในโรงงานได้ จะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวางท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการขุดร่องดินให้ลึก และกว้างเพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก ภายหลังจากการตรวจสอบและทดสอบงานเชื่อม เคลือบ และทาสีท่อบริเวณเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบอัดดินให้แน่นตามแบบก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (WELD QUALITY CONTROL) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไปนี้เป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

- (1) ผิวนางส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน และอื่นๆ
- (2) ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน
- (3) ถ้าการต่อเป็นแบบที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มม. ขนาดของแนวเชื่อมแบบ FILLET จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย
- (4) ในกรณีที่ต้องการ การ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องการทำให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด
- (5) ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้
- (6) จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อม ขนาดลวดเชื่อมตลอดจนอุณหภูมิในการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง
- (7) แนวเชื่อมยึดใดๆ ที่เกิดแตกร้าวหรือมีจุดบกพร่อง จะต้องเอาออกให้หมดก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป

- (8) แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าวหรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมต่อไป
- (9) แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (POROSITY) จำเป็นจะต้องขจัดออก และทำการเชื่อมใหม่
- (10) หลุม (CRATER) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
- (11) จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด MULTIPLE-PASS WELD
- (12) ข้อกำหนดขนาดและความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ 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) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าเชื่อมนั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม
- (16) แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลก (SLAG) หรือความไม่เรียบร้อย อยู่ภายใน จะต้องเขาสกัดจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลกหรือจุดบกพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้
- (17) การแตกร้าวใต้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย (NON DESTRUCTIVE TESTING) จะต้องเขาสกัด (GROUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่
- (18) งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้
- (19) ช่างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

5.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะทำการทดสอบประสิทธิภาพรอยเชื่อมในระหว่างที่ทำการผลิต การทดสอบจะประกอบด้วยการทดสอบแรงดึงของรอยเชื่อม (Reduced-suction Tension Test) และการทดสอบการดัดงอของรอยเชื่อม (Guided-bend Test)

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว วิธีทดสอบ การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสินจะถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C200 Sub-section 3.3.5

5.6 การเคลือบและทาสี

5.6.1 ทัวไป

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะจัดการเคลือบและทาสีอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องเสนอวิธีการทำความสะอาดผิวของอุปกรณ์ท่อเหล็กก่อนการทาสี ชนิดของสี สารเคลือบ และวิธีการเคลือบ และทาสีให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานให้ความเห็นชอบ และอนุมัติเสียก่อนเริ่มดำเนินการ หมายกำหนดการทำความสะอาดผิวอุปกรณ์ท่อเหล็ก การเคลือบและทาสีจะต้องส่งให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงานเคลือบและทาสี

ก่อนการเคลือบและทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบและการทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในบรรยากาศ และอุณหภูมิขณะทำงานเคลือบและทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุต่างๆ อาทิเช่น โลหะ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 10°C ความชื้นในบรรยากาศสูง หรือขณะฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องทำการเป่าโลหะด้วยอากาศร้อน หรือความร้อนให้กับชิ้นโลหะนั้นๆ หรือใช้วิธีที่เหมาะสมอื่นๆ การเคลือบและทาสีจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดฝุ่นฟองอากาศ สีฟอง เป็นรูพรุน หรือรอยร้าวบนผิวของสีที่ทา หรือเคลือบไว้

บริเวณ 3 เซนติเมตร ของปลายท่อเหล็กที่ต้องการเชื่อมต่อในสนามจะไม่มีเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น และถัดไปอีก 12 เซนติเมตร จะต้องทาสีด้วยสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามเสร็จแล้วจึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 5.6.3 และ 5.6.4

การเคลือบและระยะเวลาระหว่างการเคลือบสีแต่ละชั้น ต้องกระทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบอาจใช้แปลงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

5.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ .

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

การทำความสะอาดผิวโลหะที่จะทำการเคลือบ และทาสีควรใช้วิธีพ่นขัดผิวด้วยเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก (SAND OR STEEL GRIT BLASTING) ผิวของโลหะหลังจากการพ่นขัดแล้ว จะต้องมีความผิวสัมผัสตรงกับ SWEDISH STANDARD SA 2.5 บริเวณรอยเชื่อมต่อของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่มีรอยขรุขระโผล่มาเหนือผิวท่อ จะต้องทำการขัดด้วยหินขัดให้เรียบเสียก่อน ทำการทาสีรองพื้น ส่วนการซ่อมแซมอาจใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ขัดผิวตรงบริเวณที่ต้องการซ่อมก็ได้ การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อทำความสะอาดผิวโลหะเสร็จแล้ว จะต้องนำโลหะไปทำการเคลือบหรือทาสีทันที

(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (SITE)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบ และทาสีที่โครงการจะเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ท่อเหล็ก เชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย หรือหินขัดมอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อม จะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อน จนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนาของเนื้อเหล็กเชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

5.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก

การเคลือบสีภายในท่อเหล็ก และท่อจะต้องกระทำที่โรงงานตามมาตรฐาน AWWA C210 โดยรองพื้นด้วยสี HIGH BUILD TAR EPOXY 1 ชั้น หนาไม่น้อยกว่า 0.05 มม. ชั้นกลางให้เคลือบด้วย HIGH BUILD COAL TAR EPOXY 1 ชั้น หนาไม่น้อยกว่า 0.15 มม. ชั้นนอกให้เคลือบด้วย HIGH BUILD COAL TAR EPOXY 1 ชั้น หนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม.

5.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ

(1) การเคลือบภายนอก

การเคลือบภายนอกท่อและอุปกรณ์ท่อใต้ดิน ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องได้รับการพ่นทรายเพื่อกำจัดสนิม สะเก็ดสนิมและสิ่งสกปรกอื่นๆ ตามที่กำหนดของ AWWA C203 หลังจากพ่นทรายและทำความสะอาดแล้วผิวภายนอกของท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องทาสีรองพื้น (primer) ทันทันที น้ำยารองพื้น จะต้องเป็นของผู้ผลิตรายเดียวกับ coal-tar enamels

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องเคลือบภายนอกที่โรงงานและจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดของมาตรฐาน AWWA C203 ดังต่อไปนี้

- (ก) Coal tar enamel and bonded double asbestos-felt จะต้องเคลือบเป็นชั้นตามลำดับ ดังนี้
 - Primer
 - Coal-tar enamel หนา 2.40+0.8 มม.
 - พ่นด้วย Coal-tar-saturated asbestos felt

- Coal-tar enamel หนา 0.8 มม.
- พ้นด้วย Whitewash หรือพ้นด้วย Kraft paper หรือ

(๗) Coal-tar enamel. Glass-fiber mat. And bonded asbestos-felt wrap or glass-fiber felt จะต้องเคลือบเป็นชั้นตามลำดับดังนี้

- Primer
- Coal-tar enamel หนา 2.40+0.8 มม.
- พ้นด้วย Glass-fiber mat
- Coal-tar enamel หนา 0.8 มม.
- พ้นด้วย Coal-tar-saturated asbestos felt หรือ Glass-fiber felt
- เคลือบด้วย Whitewash หรือ Kraft paper

ในกรณีที่เคลือบชั้นนอกสุดด้วย Glass-fiber felt ผู้ขายหรือผู้รับจ้างผลิตจะต้องแสดงผลงานวางท่อที่เคลือบชั้นนอกสุดด้วย Glass-fiber felt สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี

สำหรับโครงการนี้ท่อเหล็กที่ฝังดินรอยต่อของท่อแต่ละท่อนจะใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น เมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จให้ปิดรอยเชื่อมโดยวิธีการเคลือบภายนอกท่อตามวิธีการข้างต้นนี้

(2) ท่อฝังในเนื้อคอนกรีต

ท่อส่วนที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะไม่ทำการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากการเตรียมผิวให้สะอาด ตามข้อ 12.6.2 แต่จะต้องเคลือบสีท่อชนิดเดียวกับส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตเข้ามาในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 15 ซม.

(3) ท่อที่สัมผัสอากาศ

สำหรับท่อที่สัมผัสอากาศ จะต้องรองพื้นชั้นแรกจากโรงงานด้วย ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาอย่างน้อย 0.03 มม. ชั้นกลางให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER 1 ชั้น หนาอย่างน้อย 0.07 มม. ชั้นนอกให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED FINISH 2 ชั้น หนาอย่างน้อยชั้นละ 0.035 มม. การเคลือบสีท่อชั้นกลางและชั้นนอก อาจจะกระทำจากโรงงาน หรือกระทำที่โครงการก็ได้

(4) สำหรับท่อบางส่วนอยู่ใต้ดินและบางส่วนอยู่เหนือดิน

การเคลือบและทาสีให้ทำตามข้อ 5.6.4 (1)

5.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมต่อที่โครงการ

ภายหลังจากการเชื่อมต่อท่อที่บริเวณโครงการแล้ว ให้ทำความสะอาดผิวท่อ และรอยเชื่อมต่อให้เรียบร้อยโดยการใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ ตามข้อ 5.6.2 (2) จากนั้นจึงทำการเคลือบสีภายในตามข้อ 5.6.3 และทำการเคลือบสีภายนอก ตามข้อ 5.6.4

5.6.6 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)

ส่วนประกอบต่างๆ ของ PIPE SUPPORTS อาทิเช่น SADDLE, BASE PLATE, FRAME, GUIDE BARS AND ANCHOR BOLTS จะต้องเคลือบด้วยสังกะสี (HOT DIP GALVANIZED) หนาอย่างน้อย 0.15 มม. ก่อนทำการ GALVANIZED จะต้องทำความสะอาดวัสดุผิวสีผิวเสียก่อน บริเวณที่ทำการเชื่อมภายหลังทำความสะอาดแนวเชื่อมแล้วให้ทาสีด้วย GALVANIZED ทับแนวเชื่อมจนมีความหนาอย่างน้อย 0.15 มม.

5.7 การขนส่ง

เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็กไปยังที่โครงการก่อสร้าง กำหนดการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการขนส่ง วิธีการยกท่อขึ้นลง เครื่องจักรเครื่องมือการเตรียมการป้องกันอุปกรณ์ท่อเหล็กขณะขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแผนงานเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนดำเนินการ ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดกับอุปกรณ์ท่อเหล็กจากการขนส่ง ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ถึงแม้ว่าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะให้ความเห็นชอบกับแผนงานขนส่งของผู้รับจ้าง

การขนส่ง การยกขึ้นลง (TRANSPORTATION AND HANDLING) ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกัน และระมัดระวังมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็ก เกิดความเสียหายแตกทำลายได้ โดยเฉพาะสีที่เคลือบภายนอกอุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบท่อชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็กจากโรงงานซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้าง จะต้องจัดหาที่วางไว้ที่โครงการ เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อสร้าง อนึ่ง การวางท่อนำไปก่อสร้างจะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับท่อให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวจับท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวจับยึดท่อที่ยก โดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่ง ควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งบากเป็นรอยท่อลึกลงไปในเนื้อไม้และจับยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวได้ขณะขนส่ง ซึ่งอาจใช้ทรายหรือซีเมนต์บรรจุลงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ทันที
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามวางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อนำไปก่อสร้าง

5.8 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก

อาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK) จะก่อสร้างบริเวณพ้องอ (MITER BENDS) หรือตรงบริเวณที่ท่อเปลี่ยนแนวทาง งานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบจะต้องจัดทำตามที่กล่าวไว้ในหมวดที่ 7 ซึ่งผู้รับจ้างอาจเติมหินใหญ่ (DUMP ROCKS) ขนาด 20-30 เซนติเมตร ลงไป แต่ไม่เกิน 40% โดยปริมาตรคอนกรีต โดยให้เติมลงไปให้สม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีตและมีช่องว่างระหว่างรอบหินใหญ่ ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และต้องอยู่ห่างจากเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรด้วย ก่อนเทคอนกรีตฝังท่ออ จะต้องทำการจับยึดเหนี่ยวให้มั่นคงในแบบหล่อคอนกรีต และตรวจสอบระดับและแนวของปลายท่อทั้งสองข้างให้ถูกต้องตามที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้างเสียก่อนเทคอนกรีตลงในแบบ และเมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องตรวจสอบระดับและแนวท่ออีกครั้งว่าไม่ทรุด บิด เอียง ออกจากแนวท่อที่ต้องการ

5.9 การซ่อมแซม

ความผิดพลาด ความบกพร่องของชิ้นงานทั้งหลายที่เกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้าง ซึ่งวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่า พอดีซ่อมแซมแก้ไขได้ ผู้รับจ้างจะต้องรีบซ่อมแซมโดยเร็วจนให้ได้ผลงานเป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น งานเชื่อมจะต้องพยายามจัดทำงานเชื่อมให้มีการซ่อมแซมน้อยที่สุดกรณีที่ขนาดของรอยเชื่อมต่อเล็กกว่าขนาดที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้าง (UNDERCUT) หรือมีจุดบกพร่อง จะต้องทำการซ่อมแซมตามมาตรฐานของ ASME - SECTION VIII PARA. UW-38

ในกรณีที่มีรอยตำหนิบนผิวของอุปกรณ์งานท่อเหล็ก อาทิเช่นรอยขรุขระ รอยร้าว รอยจากการบีบรัด หรือรอยเนื่องจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งมีความลึกจากผิวโลหะน้อยกว่า 2 มม. จะต้องทำการซ่อมแซม โดยการขัดรอยตำหนิออกเสียก่อนให้ดี แล้วจึงเชื่อมพอกทับรอยตำหนินั้นๆ แล้วจึงขัดด้วยเครื่องหินขัดให้มีผิวเสมอเรียบกับแผ่นผิวโลหะนั้นๆ

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มม. ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้าหรือออก การขัดควรพึงระมัดระวัง และป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนสูงเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมงานเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

งานซ่อมแซมแก้ไขการเชื่อม แนวเชื่อมเดิมจะต้องถูกเขาสกัดจนถึงเนื้อวัสดุ (BASE METAL) เสียก่อนจึงจะสามารถทำการเชื่อมแก้ไขใหม่ได้ เมื่อซ่อมแก้ไขแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธี LIQUID PENETRATION INSPECTION

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมีผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้างเอง ร่วมกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บรายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจำนวน 2 ชุด ทุกๆ อาทิตย์หรือเร็วกว่านี้

5.10.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันต่ำและสูง ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจตรวจสอบสภาพด้วยสายตา หรือขอคู่มือสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาใช้งานหรือตรวจคุณสมบัติของโลหะด้วยประกายไฟ (SPARK TEST) ด้วยการใช้ล้อหินขัดหมุนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอย่างน้อย 500 ฟุต/นาที่ ขัดผิวโลหะในที่ที่แสงสว่างไม่มากนัก ประกายไฟของเหล็กเหนียว (MILD STEEL) จะเป็นเส้นประกายสีเหลืองยาว บางครั้งมีลักษณะเหมือนส้อม ปลายสุดคล้ายลูกศรนอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้าสงสัยคุณภาพของวัสดุ

(ข) การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และมีมือช่างเชื่อม ชนิด และขนาดของลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงาน

(ค) การตรวจสอบวิธีการเตรียมแนวเชื่อมการทำความสะอาดแนวเชื่อม จะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน น้ำ และอื่นๆ การบากขอบปลายสำหรับแนวต่อชนกัน (BUTT) แบบร่อง และการเว้นระยะห่างของขอบแนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน การใช้แผ่นโลหะนำมาปะกบด้านหลังของรอยต่อของงานเชื่อมต่อชนกันแบบร่อง

(ง) การตรวจสอบขนาดของการเชื่อมด้วยสายตา และสภาพของแนวเชื่อม อาทิเช่น รอยแตกร้าว การเชื่อมเว้าแหว่งหรือหลุม ความนูนของแนวเชื่อม แนวเชื่อมมี SLAG ผงอยู่

(จ) การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENETRATION INSPECTION) ชนิด DYE PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้นจะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธีทดสอบขั้นแรกให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาให้ทั่ว (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึงใส่น้ำยาแทรกซึมชนิด DYE PENETRANT ลงไปบนผิวของงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ชั่วขณะหนึ่ง ให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าว แล้วจึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANER อีกครั้ง ทิ้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทแล้ว ขั้นตอนต่อไปพ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะมีจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

(ฉ) ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นรอบวง ความยาวให้ได้ขนาด ตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิภักความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.11 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

(ช) ตรวจสอบความสะอาดของผิวอุปกรณ์ท่อทั้งภายนอก และในที่ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่นขัดผิวเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก ให้มีผิวสีของโลหะหลังจากทำความสะอาดแล้วต้องมีผิวสีตรงกับ SWEDISH STANDARD SA 2.5 (มีแผ่นเทียบสีประกอบ)

- (ซ) ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้เคลือบและทาสี
- (ณ) ตรวจสอบการเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี
- (ญ) ตรวจสอบความหนาของสีที่ทาเมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดไว้ในข้อ 5.6
- (ฎ) ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข
- (ฏ) ตรวจสอบวิธีการดำเนินงานการขนส่ง
- (ฐ) ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กรอง (MITER BENDS)

5.10.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ

- (1) อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โครงการดังนี้
 - (ก) ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการเป็นการตรวจสอบขนาดของท่อและตรวจสอบผิวท่อที่เคลือบ และทาสีไว้ทั้งภายในและภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่องผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหาใหม่
 - (ข) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อ จากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณบ่อก่อสร้างโดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย
 - (ค) ตรวจสอบระดับพื้นแนวร่องท่อ และขนาดของร่องท่อ ตลอดจนระดับของ BASE PLATE ให้ได้ขนาดและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - (ง) ตรวจสอบการนํานํ้ารั้นชั่วคราวรองรับท่อให้มีเพียงพอ สำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของนํ้ารั้นชั่วคราวด้วย
 - (จ) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อลงในบ่อก่อสร้าง โดยมีให้ท่อเกิดความเสียหาย
 - (ฉ) ตรวจสอบการจับยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง
 - (ช) ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และให้แนวเชื่อมตามยาวท่อแต่ละท่อนสลับกันไม่ต่อเนื่องเป็นแนวเดียวกัน
 - (ซ) ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม
 - (ณ) ตรวจสอบช่องว่างรอยต่อท่อที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ให้มีความห่างเท่ากับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - (ญ) ตรวจสอบโลหะปะกบด้านในของตัวท่อตรงรอยต่อท่อที่จะเชื่อมต่อกัน
 - (ฎ) ตรวจสอบ ขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม
 - (ฏ) ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน
 - (ฐ) ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดแนวเชื่อม ตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที
 - (ฑ) ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยนํ้ายาแทรกซึมตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน

- (ค) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้น บริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน
- (ณ) ตรวจสอบการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมในสนาม
- (ด) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อนอกท่อทั้งหมด ตลอดแนวท่อก่อนทำการเคลือบ และทาสีภายนอกท่อในสนาม สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ
- (ต) ตรวจสอบการเคลือบและทาสีท่อเหล็ก ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.6 แต่ละชั้น และตรวจสอบความหนาของสีที่ทาด้วยวิธี PINHOLE TEST
- (ถ) ตรวจสอบการรองทราย การบดอัดทรายใต้ท่อ และการถมบดอัดดินฝังท่อจนถึงระดับดินเดิม
- (ท) ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท้องอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนว และระดับของปลายท่อทั้งสองข้างของท้องอ ก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ

(2) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันสูง (PENSTOCK) จะต้องทำการทดสอบแรงดันน้ำ (HYDROSTATIC PRESSURE) เพิ่มเติมจากที่กล่าวไว้แล้วในข้อ (1) การทดสอบแรงดันน้ำ ให้กระทำตลอดความยาวของท่อ PENSTOCK จาก SURGE TANK ถึง POWER HOUSE ก่อนทำการทดสอบแรงดันน้ำที่โครงการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธี และแบบการทดสอบให้วิศวกรควบคุม การก่อสร้างได้ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำออกแบบ และคำนวณหาขนาดของแผ่นเหล็ก หรือหัวครอบท่อเหล็ก (BULKHEAD) สำหรับปิดปลายท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ และจะต้องตัดออกภายหลังการเสร็จการทดสอบแล้ว

การทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำต่อเมื่อท่อเหล็ก (PENSTOCK) ได้ติดตั้งและเชื่อมต่อกันเสร็จหมดแล้ว ตลอดความยาวทั้งระบบ ตลอดจน CONCRETE ANCHOR BLOCKS, PIPE SUPPORTS ได้ก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาคารคอนกรีตประกอบงานท่อ PENSTOCK จะต้องมียาวไม่น้อยกว่า 28 วัน อนึ่งในการทดสอบแรงดันน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาและจัดทำการป้องกันความเสียหายจากการทดสอบน้ำซึ่งแรงดันทดสอบสูงกว่าแรงดันของน้ำในการคำนวณออกแบบ อาทิเช่น ทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อเหล็กตามจุดต่างๆ ที่เห็นสมควร หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างต้องการให้จัดทำขึ้น

วิธีทดสอบแรงดันน้ำให้เพิ่มแรงดันน้ำอย่างช้าๆ จนถึงแรงดันของน้ำภายในท่อที่ปลายท่อของจุดต่ำสุดก่อนเข้า POWER HOUSE มีแรงดันไม่น้อยกว่า 1.8 เท่าของ Static Head แล้วให้คงแรงดันน้ำทดสอบไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงทำการตรวจสอบรอยรั่วตามตัวท่อเหล็กตลอดแนว ถ้าหากตรวจพบรอยรั่วตามแนวท่อ ผู้รับจ้างจะต้องรีบทำการซ่อมแซมทันที และทำการทดสอบใหม่จนผลการทดสอบเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

เครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการทดสอบแรงดันน้ำในท่อเหล็ก อาทิเช่น เครื่องสูบน้ำเติม และระบายน้ำออกจากท่อ เครื่องอัดแรงดันน้ำ เครื่องวัดแรงดัน การเสริมป้องกันท่อ โครงสร้างชั่วคราว รับท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ การติดตั้ง การทดสอบแรงดันน้ำ การขนย้าย ตลอดจนการรื้อถอนโครงสร้างชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแรงดันน้ำนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

อนึ่ง ความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบแรงดันน้ำ กับอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

5.10.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ งานทดสอบงานเชื่อม รวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และการซ่อมแซมงานเชื่อม การเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อม ขนาดและชนิดของลวดเชื่อม สภาพอากาศ ขณะทำการเชื่อมขนาดของร่องเปิด (ROOT OPENING) ของการเชื่อมต่อกัน ผลการทดสอบด้านน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อม ตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่าง ๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ทุก ๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเข้าจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมงานอีกครั้ง

5.10.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิสัยของความผิดพลาด ในการผลิตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5.11 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขและผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดทำใหม่

5.11 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้

(1) ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อท่อนเดียวกัน วัดที่ปลายทั้งสองข้าง จะต้องผิดไม่มากกว่า 0.25% ของความยาว เส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อ 2 ท่อน ที่จะมาเชื่อมต่อกัน วัดที่ปลายท่อจะต้องผิดไม่มากกว่า 0.10% ของความยาวเส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละท่อน จะต้องไม่มากกว่า 0.05% ของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่กำหนดให้ตามแบบ

(4) ความคลาดเคลื่อนของการเตรียมแนวเชื่อม จะต้องไม่มากกว่าที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

(ก) ระยะห่างของการชนต่อแผ่นเหล็ก (ROOT OPENING OF BUTT JOINT) + 1.0 มม.

(ข) ร่องมุมของการชนต่อแผ่นเหล็ก (GROOVE ANGLE OF BUTT JOINT) +5 DEGREES

(ค) ความเหลื่อมของแผ่นเหล็กที่นำมาชนกันในแนวราบ (OFFSET OF BUTT JOINT) จะต้องไม่มากกว่า 2 มม.

(ง) ช่องว่างระหว่างแผ่นเหล็กสองชิ้นนำมาซ้อนทับกัน (LAP JOINT) จะต้องไม่มากกว่า 1 มม. สำหรับการเชื่อมแบบ FILLET WELD

(จ) ช่องว่างระหว่างชิ้นงานที่นำมาต่อกันทำเป็นมุมฉากหรือเฉียง (T-JOINT OR SHEWED T-JOINTS) ต้องไม่มากกว่า 2 มม. สำหรับการเชื่อมแบบ FILLET WELD และขนาดของเหล็กเชื่อมจะต้องเพิ่มตามขนาดของช่องว่างด้วย

(ฉ) การเชื่อมของแบบ FILLET มุมของชิ้นงาน ซึ่งนำมาต่อกัน (SHEWED J-JOINT) ด้านมุมป้าน จะต้องไม่เกิน 135 องศา และมุมแหลมจะต้องไม่น้อยกว่า 60 องศา

(ช) ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้

(ซ) การเชื่อม FILLET WELD แบบเว้นระยะห่างกัน (INTERMITTENT FILLET WELD) ความยาวของแนวเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อม หรือน้อยกว่า 38 มม.

(5) ความคลาดเคลื่อนของการติดตั้ง PIPE SUPPORT จุดศูนย์กลางของ SADDLE เบี่ยงเบนออกจากศูนย์กลางของ BASE PLATE ได้ไม่เกิน 10 มม. ช่องว่าง ALIGNMENT GUIDE ไม่เกิน + 0.50 มม.

(6) ความคลาดเคลื่อนของการผลิตมุมท่อนอ (MITER BEND) ได้ไม่เกิน + 0.50 องศา

(7) ความยาว EXPANSION JOINT + 5 มม.

(8) ระยะความยาวระหว่างศูนย์กลาง CONCRETE PIER ผิดได้ไม่เกิน + 10 ซม.

(9) ความหนาของการเคลือบและทาสีผิดได้ไม่เกิน 5%

หมวดที่ 6

เหล็กเสริมคอนกรีต

6.1 ทั่วไป

เหล็กเสริมคอนกรีตสำหรับงานนี้จะรวมถึง การจัดหาเหล็กเสริมให้ได้ตามกำหนดชั้นคุณภาพ (Grade) ชนิด (Type) ขนาด และการตัด วางเหล็ก ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดและตรงตามแบบก่อสร้าง

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น เหล็กเสริมต้องผลิตขึ้นในประเทศไทย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือ มอก. ซึ่งอาจจะเป็นเหล็กเกลียวกลม (Round Bars) หรือเหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

เหล็กเสริมทั้งหมดต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสีหรือการเสียหายอย่างอื่น ๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

6.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติของเหล็กเสริม

ทั้งเหล็กเสริมชนิดเกลียวกลม (Round Bar) และเหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars) ที่ได้กำหนดให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ (Grade) โดยใช้ตัวย่อ “SR 24” และ “SD 30” ตามลำดับ จะต้องมีความสมบัติ ดังต่อไปนี้

(1) คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ (GRADE)	แรงเค้นดึง ที่จุดยืด กก./ มม ² ไม่น้อยกว่า	แรงเค้นดึง ที่จุดยืด กก./ มม ² ไม่น้อยกว่า	ความยืด ร้อยละ ไม่น้อย กว่า	การทดสอบการดัดโค้งเย็น	
				มุมดัด องศา	เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายในของส่วนโค้ง
SR 24	24	39	21	180	1.5 เท่าของเส้นผ่าน ศูนย์กลางระบุ
SD 30	30	49	17	180	4 เท่า ของเส้นผ่าน ศูนย์กลางระบุ

(2) ส่วนประกอบทางเคมี

ชั้นคุณภาพ (GRADE)	ส่วนประกอบทางเคมีไม่เกินร้อยละ (โดยน้ำหนัก)				
	ถ่าน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน	ถ่าน+แมงกานีส 6
SR 24	0.25	-	0.05	0.05	-
SD 30	0.25	-	0.05	0.05	0.45

6.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องตัดให้ตรง การตัดและตัดต้องใช่วิธีตัดตัดเย็น (Bent and Cut Cold) ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบและได้รูปร่างตามส่วนโค้งงอที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

การผูกเหล็กเสริมให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกมัดให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมอื่นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมอื่นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดต้องให้มีระยะห่างจากผิวคอนกรีตตามที่กำหนดไว้ คือ สำหรับผิวคอนกรีตด้านที่ดินหรือหินต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. ด้านที่ติดกับแบบหรือคอนกรีตหยาบต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. สำหรับเสา คานและพื้น 2.5 ซม. ฉะนั้นเพื่อบังคับให้เหล็กห่างจากแบบหล่อคอนกรีตตามระยะดังกล่าวผู้รับจ้างต้องหล่อแท่งคอนกรีตโดยมีส่วนผสมเหมือนคอนกรีตของอาคารส่วนนั้นให้มีความหนาตามระยะที่เหล็กห่างจากผิวคอนกรีตดังกล่าวและฝังลวดเหล็กปล่อยปลายไว้เพื่อหนุนและผูกเหล็กเสริมไม่ให้คลาดเคลื่อนไปจากระยะที่กำหนด ในการหนุนเหล็กเสริมนี้ห้ามใช้ก้อนหินหรือวัตถุอื่นหนุนเป็นอันตราย เหล็กเสริมทั้งหมดเมื่อติดตั้งลงในแบบหล่อแล้ว ให้ผูกมัดติดกันให้แน่นหนาทุกเส้นและต้องไม่เคลื่อนที่ในขณะที่เทคอนกรีตและขณะเขย่าคอนกรีต

6.4 เหล็ก Dowel

เหล็ก Dowel ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียดก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด DOWEL ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่ และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

6.5 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม

(1) ความคลาดเคลื่อนของ COVERING หรือ EFFECTIVE DEPTH ที่ใช้สำหรับ MOMENT

- 0.05 เมตร COVERING ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.009 เมตร
- 0.08 เมตร COVERING ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(2) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก SIDE MOVEMENT

ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.025 เมตร

คอนกรีตหยาบ และคอนกรีตล้นปนหินใหญ่ ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีตงานคอนกรีต การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา