1) ตัดและเตือนเมื่อมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (Stator winding temperature sensor)

2) ตัดและเตือนเมื่อน้ำรั่วเข้าสู่กล่องเชื่อมต่อสายไฟฟ้ามอเตอร์ (Junction box leakage sensor)

3) ตัดและเตือนเมื่อน้ำรั่วเข้าสู่ห้องสเตเตอร์ (Stator housing leakage sensor)

4) ตัดและเตือนเมื่อลูกปืนชุดบนมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (Support or Upper bearing temperature sensor)

5) ตัดและเตือนเมื่อลูกปืนชุดล่างมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ (Main or Lower bearing temperature)

6) วัดการสั่นสะเทือนในสามทิศทาง (Vibration in three directions)

7) มีชุดวิเคราะห์ตรวจวัดค่าและรายงานผลทางไฟฟ้าของมอเตอร์ Motor and Supply Power Monitoring สามารถตรวจจับความผิดปกติและแสดงผลได้ขั้นต่ำ

- ค่าแรงดันไฟฟ้าในทุกเฟส (Voltage in all phase)
- ค่ากระแสไฟฟ้าในทุกเฟส (Current in all phase)
- ค่าการกินพลังงานไฟฟ้า (Energy Consumption)
- ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor)
- รายงานผลค่าเฟสทางไฟฟ้าล้มเหลวหรือ ไม่สมดุล (Phase Failure and Unbalance)

อุปกรณ์ ตามข้อ 1) ถึง 7) และอุปกรณ์แสดงผล จะต้องติดมากับ เครื่องสูบน้ำจากโรงงานผู้ผลิตและเป็นยี่ห้อเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำเท่านั้น

อุปกรณ์ควบคุมตามรายการดังกล่าวจะต้องสามารถควบคุมและรายงานผลความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วยหน่วยควบคุม และต้องเป็นอุปกรณ์มาตรฐานมาจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำด้วย

- เครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถทนการไหลย้อนกลับของน้ำจากท่อความดันกลับไปยังบ่อสูบน้ำเสียโดยไม่เสียหาย ทั้งที่ไม่ได้ติดตั้งประตูกันน้ำไหลย้อนกลับ
- ชิ้นส่วนสำรองสำหรับเครื่องสูบน้ำ 1 ขนาด โดยไม่จำกัดจำนวนตัว อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วย
  - Leakage or Moisture Switch 1 ชุด
  - O-ring ที่ใช้ติดตั้งกับเครื่องสูบน้ำ 1 ชุด
  - Mechanical Seal Unit 1 ชุด (Outer seal)

การขออนุมัติใช้เครื่องสูบน้ำผู้รับจ้างต้องจัดส่ง PERFORMANCE CURVE ของเครื่องสูบน้ำจากโรงงานผู้ผลิตที่ประกอบด้วยอย่างน้อย ดังนี้

4.1 Q-H Curve (เส้นกราฟอัตราการไหลและระยะยกน้ำ)

4.2 Power Curve (เส้นกราฟกำลังงานที่ปลายเพลา)

4.3 Pump Efficiency Curve (เส้นกราฟประสิทธิภาพเครื่องสูบ)

4.4 Overall Efficiency Curve (เส้นกราฟประสิทธิภาพรวม)

4.5 Pump Speed Curve (เส้นกราฟความเร็วรอบเครื่องสูบ)

4.6 MOTOR CHART หรือ MOTOR CURVE ของเครื่องสูบน้ำ จากโรงงานผู้ผลิตที่แสดงค่าความสัมพันธ์ P-input, Speed, Efficiency, Current และ Power Factor ของรุ่นที่จะใช้

.2 **เครื่องสูบน้ำแบบ Self-Priming Centrifugal Pump**

ก. **ทั่วไป1**

เครื่องสูบตะกอนจะต้องเป็นแบบ Horizontal Self-Priming Centrifugal ที่ได้รับการออกแบบมาพิเศษให้สามารถสูบส่งของเหลวที่มีสารแขวนลอยสูง เครื่องสูบนี้จะต้องสามารถเก็บของเหลวได้ไว้ในตัวเรือนได้อย่างเพียงพอที่ความเร็วในการใช้งานโดยไม่จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ในการล่อน้ำอื่นๆ หรือวาล์วกันกลับที่ทางดูดของท่อ เครื่องสูบจะต้องทำงานได้ทันทีในภาวะที่ท่อทางดูดไม่มีน้ำอยู่เลยและจะต้องสามารถสูบส่งของเหลวในอัตรา และความดันที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดหลังจากเสร็จสิ้นวงจรการล่อน้ำภายในตัวเครื่องสูบตัวเรือนภายนอกของเครื่องสูบจะต้องสามารถเปิดออกเพื่อสามารถตรวจสอบและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในได้สะดวก โดยไม่จำเป็นต้องมีการถอดท่อทางดูดหรือทางจ่ายระหว่างการบำรุงรักษาใบพัดของเครื่องสูบน้ำเป็นชนิด 2-Vane Semi-Open และ Non-Clog

ข. **รายละเอียด วัสดุและอุปกรณ์**

เครื่องสูบน้ำแบบ Self-priming centrifugal pump ต้องเป็นชนิด non-clogging heavy duty type โดยจะมีมอเตอร์และ base plate เป็นอุปกรณ์มาตรฐานมาพร้อมกับเครื่องสูบด้วยเครื่องสูบน้ำจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- ชิ้นส่วนสำคัญทั้งหมด เช่น Casing, Cover Plate Pedestal ต้องเป็นเหล็กหล่อ
- Anchor bolt, เป็นเกลียวและสลักเกลียว ส่วนที่สัมผัสกับน้ำต้องเป็น Stainless Steel 304
- Impeller ต้องเป็นเหล็กหล่อเทา หรือเหล็กหล่อเหนียว (Cast Iron Or Ductile Iron) เป็นแบบ Non-Clogging สามารถสูบน้ำเสียที่อาจมีของแข็งวัสดุที่มีลักษณะเป็นสายตะกอนหนัก ทราย และ สิ่งต่างๆ ที่อาจจะติดมากับน้ำเสีย โดยเครื่องสูบต้องสามารถสูบของแข็งกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 75 มิลลิเมตรผ่านใบพัดได้โดยไม่อุดตัน
- ใบพัดจะต้องเคลื่อนหมุนอย่างสมดุลย์ (Dynamically Balanced) ใบพัดจะต้องเหมาะสมพอดี (Slip Fit) ต่อการขับของเพลา (shaft) และใช้สลักเกลียวล็อคใบพัด
- ซีลของเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Mechanical Seal หล่อลื่นด้วยน้ำมัน (Oil) หรือ Grease โดยมี Stationary และ Rotating Face ทำจาก tungsten carbide หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า และมี Oil Level Sight Guage เพื่อดูระดับน้ำมันหล่อลื่นใน Bearing Housing ด้วย
- เพลาทำจากวัสดุชนิด High Tensile Stainless Steel (No.17-4 pH) และจะต้องมีหน้าตัด และจำนวนแบริ่งเพียงพอที่จะหลีกเหลี่ยงการเกิดความเร็ววิกฤตต่างๆ เมื่อเข้าใกล้ Normal Speed นอกจากนี้ยังจะต้องแข็งแรงเพียงพอต่อแรงกระทำทั้งหลายที่สภาวะรับน้ำหนักต่างๆ เพลาที่ต้องสัมผัสกับน้ำเสียจะต้องทำด้วย Stainless Steel น้ำหนักของเพลาและใบพัดจะถูกประคองด้วย Ball หรือ Roller Bearing ซึ่งควรเป็นชนิด Self Aligning Type
- มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ TEFC (Totally Enclosure Fan Cooled) Insulation Class F

ค. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ตามแบบและมาตรฐานและคำแนะนำของผู้ผลิต โดยอย่างน้อยจะต้องมีการติดตั้ง Pressure Guage ทั้งทางด้านดูดและทางด้านส่ง รวมทั้งจะต้องมี Automatic Air Release Valve ทำด้วยเหล็กหล่อติดตั้งทางด้านท่อส่ง ตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำชนิดนี้ด้วย

1.3 เครื่องสูบน้ำแบบ Centrifugal Pump

ก. ทั่วไป

เครื่องสูบน้ำแบบ Centrifugal Pump จะต้องสามารถใช้งานแบบ Heavy Duty โดยจะต้องประกอบด้วยมอเตอร์ และ Base Plate เป็นอุปกรณ์มาตรฐานมากับเครื่องสูบน้ำด้วย เครื่องสูบน้ำต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

ข. รายละเอียด วัสดุ และอุปกรณ์

- ชิ้นส่วนสำคัญทั้งหมด เช่น Casing Pedestal ต้องเป็นเหล็กหล่อ
- Impeller เป็นเหล็กหล่อหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานโดยจะต้องเคลื่อนหมุนอย่างสมบูรณ์ (Dynamically Balanced) ใบพัดจะต้องเหมาะพอดี (Slip Fit) ต่อการขับของเพลาและสลักแกน (Key) สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ใช้กับน้ำเสีย จะต้องใช้ใบพัดแบบ Open หรือ Semi-Open โดยมี Solid Passage พอที่จะสูบของแข็ง และวัสดุอื่นที่ติดมากับน้ำตามลักษณะงานได้ โดยไม่เกิดความเสียหาย
- ซีลจะเป็นแบบ Packing หรือ Mechanical ขึ้นกับสภาวะที่ใช้งาน
- เพลาทำจากวัสดุชนิด High Tensile Stainless และต้องมีหน้าตัดและจำนวนแบริ่งเพียง พอที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดความเร็ววิกฤตต่างๆ เมื่อเข้าใกล้ Normal Speed นอกจากนี้ยังต้องแข็งแรงเพียงพอที่จะทนต่อแรงกระทำทั้งหลายที่สภาวะรับน้ำหนักต่างๆ เพลาที่ต้องสัมผัสกับน้ำเสียจะต้องป้องกันโดยใช้ปลอก (Sleeve) ทำจาก Stainless Steel ซึ่งสามารถเปลี่ยนใหม่ได้ น้ำหนักของเพลาและใบพัดจะถูกประคองด้วย Ball หรือ Roller Bearing
- มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเป็นแบบ TEFC (Totally Enclosure Fan Cooled) Insulation Class F ใช้กับระบบไฟ 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิตซ์

1.4 เครื่องสูบน้ำแบบ Progressive Cavity Pump

ก. ทั่วไป

เครื่องสูบแบบ Progressive Cavity Pump นี้จะต้องเป็นชนิด Single Stage Helical Rotor เหมาะสำหรับใช้สูบจ่ายของเหลวที่มีสารแขวนลอยและความหนืดสูง เช่น สลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบ

ชีวะเคมี เครื่องสูบจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ Stator แบบ Double Internal Helix ส่วน Rotor เป็นแบบ Single Helical ที่หมุนอยู่ภายใน Stator ในกรณีที่ต้องใช้เฟือง ทดรอบ การส่งกำลังจากเฟืองทดมายังเครื่องสูบ ให้ใช้ตัวเชื่อมชนิด Close-Coupled โดยใช้แบริ่งของเฟืองทดเป็นตัวรองรับแรง ส่วนโครงสร้างของเครื่องสูบที่เป็นเหล็กหล่อจะต้องมีความหนาเพียงพอ และ ปราศจากรูพรุนหรือจุดบกพร่องเนื่องจากการผลิต การต่อท่อทางดูดและทางจ่ายให้ใช้หน้าแปลนและ น็อตยึด

ข. รายละเอียด วัสดุและอุปกรณ์

- Stator ทำจาก EPDM หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน Stator เป็นแบบ Double Internal Helix
- Rotor ทำจาก High Grade carbon Steel หรือ Stainless Steel 316 หรือเทียบเท่า Rotor เป็นแบบ Single Helical
- ตัวเครื่องสูบทำจากเหล็กหล่อมีความหนาเพียงพอ และปราศจากจุดบกพร่องอันเกิดจากการผลิต
- เครื่องสูบน้ำจะต้องมีอุปกรณ์ขับติดมาพร้อมกับตัวเครื่องด้วย
- อุปกรณ์ขับจะเป็นเป็นเกียร์มอเตอร์แบบปรับรอบได้ ขึ้นกับสภาวะการทำงาน และมีค่า Torque ของชุดขับไม่น้อยกว่า starting Torque ของเครื่องสูบ โดยอุปกรณ์ขับต้องได้รับการติดกับตัวเครื่องสูบและมี Baseplate รองรับทั้งตัวอุปกรณ์ขับ และตัวเครื่องสูบเป็นอุปกรณ์ประกอบมาตรฐานมากับเครื่องสูบด้วย
- ต้องมีระบบกันการทำงานขณะแห้ง (Run Dry Protection)

ค. การติดตั้ง

ผู้รับจ้าง จะต้องทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามแบบก่อสร้างและคำแนะนำของผู้ผลิต โดย อย่างน้อยจะต้องมีการติดตั้ง Pressure Relief Valve พร้อมท่อทิ้งน้ำทางด้านส่งน้ำและให้ติดตั้งท่อน้ำประปาเข้าทางด้านท่อดูดน้ำเพื่อหล่อลื่นในการทำงานช่วงแรก และต้องมี Non-Return Valve และ Ball Valve ในท่อจ่ายน้ำประปาเพื่อป้องกัน Cross Connection เข้าระบบจ่ายน้ำประปา

1.5 ชุดเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันน้ำชนิดปรับความเร็วรอบสำหรับจ่ายน้ำ

ชุดเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันควบคุมด้วยชุดควบคุมอิเลคโทรนิกส์ ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำอย่างน้อย 2 เครื่อง ชนิด Vertical Multistage ท่อทางดูดและทางส่งอยู่ในแนวเดียวกัน (In-Line) ต่อขนานกัน ถังเก็บน้ำเพิ่มความดัน 1 ถัง และตู้คอนโทรลไฟฟ้า, Pressure Switch, Flow Switch, ประตูน้ำ, Phase Protection, และอุปกรณ์มาตรฐานต่างๆ ซึ่งประกอบกันสำเร็จรูปจากโรงงาน การทำงานของเครื่องสูบน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการใช้จริงในขณะนั้น โดยมี Pressure Transmitter เป็นตัวตรวจวัดแรงดันในระบบ แล้วส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมอิเลคโทรนิกส์และ Frequency Converters เพื่อควบคุมให้มอเตอร์ปรับความเร็วรอบ ให้เหมาะสมเพื่อให้แรงดันในระบบถูกรักษาให้คงที่ตลอดเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 ชุดเครื่องสูบน้ำเพิ่ม ติดตั้งพร้อมมอเตอร์ (Motor Close Coupled) TEFC, Insulation class F, 380 V, 3 phase, 50 Hz

1.5.2 ถังเก็บน้ำเพิ่มความดันเป็นแบบ Diaphragm Pressure Tank ขนาดความจุทั้งหมดไม่น้อยกว่า 500 ลิตร สามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 10.0 bar ตัวถังทำด้วย Steel ภายในถังมีแผ่น Diapham กั้นระหว่างน้ำกับอากาศ เพื่อป้องกันอากาศละลายไปกับน้ำแผ่น Diapham ทำด้วย Natural Rubber หรือ Butyl Rubber

1.5.3 การควบคุมชุดเพิ่มความดันน้ำเป็นแบบ Parallel / alternate Operation type เครื่อง สูบน้ำถูกควบคุมให้มีแรงดันน้ำคงที่โดยควบคุมรอบ (Speed Controller with Frequency Converter) เครื่องสูบน้ำสามารถเลือกการทำงานได้ทั้ง Auto และ Manual

2. รายการอุปกรณ์

2.1 Scum Pump (PP-C1-01-04)

เครื่องสูบน้ำตะกอนลอย จากถังตกตะกอนที่ปรับปรุงใหม่เข้าถังกักเก็บตะกอน (Sludge Holding Tank)

Type	:	Submersible Centrifugal Pump	
จำนวน	:	4	เครื่อง
Transport Media	:	Scum	
Capacity	:	30	cu.m./hr.
TDH	:	10.0	m. WC
รอบการทำงานไม่เกิน	:	2,900	RPM.
Rated Motor Power ไม่มากกว่า	:	1.7	kW (Insulation Class F.)
Solid Passage ไม่มากกว่ากว่า	:	32	mm.
Pump Efficiency มากกว่า	:	> 57%	
ขนาดท่อทางส่ง	:	65 mm.	

2.2 MLSS to Clarifier (MLSS-SP-01-02-03-04-05-06)

เครื่องสูบ MLSS จากบ่อMLSS

Type	:	Submersible Centrifugal Pump Variable Speed Drive	
จำนวน	:	6	เครื่อง
Transport Media	:	MLSS	
Capacity	:	2500	cu.m./hr.
TDH	:	10.0	m WC
รอบการทำงานไม่เกิน	:	750	RPM. (8-Poles)

Rated Motor Power ไม่เกินกว่า	:	125	kW (Insulation Class H.)
Solid Passage ไม่น้อยกว่า	:	110	mm.
Pump Efficiency มากกว่า	:	> 81%	
NPSHr ที่ปั๊มต้องการไม่มากกว่า	:	5.5 m.	
Min Water Level ไม่มากกว่า	:	1.5 m.	
ขนาดท่อทางส่ง	:	400 mm.	

2.3 Sludge Feed Pump (PP-ST1-01-02)

เครื่องสูบตะกอนส่วนเกินจาก Sludge Storage Tank ไปยังเครื่องอัด

Type	:	Progressive Cavity Pump Variable Speed Drive	
จำนวน	:	2	เครื่อง
Transport Media	:	Sludge	
Capacity	:	50	cu.m./h.
TDH	:	20	m WC
Motor Power ประมาณ	:	15	kw
Gear Motor Type	:	Variable Speed Gear Motor ปรับความเร็วรอบด้วย Handwheel ที่ตัวเกียร์มอเตอร์	
ความเร็วรอบ	:	< 300	RPM

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-2
เครื่องเติมอากาศแบบ Turbo

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยการจัดทำ ติดตั้งเครื่องเติมอากาศ แบบ Turbo type ตามรายละเอียดและตำแหน่งในแบบ ตลอดจนจัดทำเอกสารคู่มือในการใช้งานการบำรุงรักษาข้อ แนะนำและข้อควรระวังในการใช้เครื่องให้แก่ผู้ว่าจ้าง

1. ทั่วไป

เครื่องเติมอากาศจะต้องเป็นชนิด Turbo Blower โดยมีอัตราการไหลอากาศขาออกไม่น้อยกว่า 13,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ที่แรงดันอากาศไม่เกิน 780 มิลลิบาร์ ระบบลูกปืน (Bearing) เป็นแบบชนิด Air foil bearing ไม่มีน้ำมันปนกับอากาศ (Oil Free) วัสดุใบพัด (Impeller) ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) เพื่อลดการกัดกร่อนจากไอน้ำเสีย และมีระดับเสียงการทำงานไม่เกิน 85 dBa โดยวัดห่างจากตัวเครื่องไม่เกิน 1 เมตร โดยรอบ และผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบ Cooling Silencer, Non return valve, Flexible compensator ด้วย

2. วัสดุและอุปกรณ์

มอเตอร์

ชนิดของมอเตอร์เป็นแบบ Permanent Magnet Motor ขนาดไม่เกิน 400 แรงม้า รองรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 400 โวลท์ ระบายความร้อนด้วยอากาศและรองรับการสตาร์ทด้วย Inverter

ระบบ Inverter

Inverter ติดตั้ง Build In ภายในตัวเครื่อง สามารถรองรับอุณหภูมิการทำงานสูงสุด 50 องศาเซลเซียส และมีการติดตั้งอุปกรณ์ RFI Filter เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน

ระบบคอนโทรล

ประมวลผลโดยใช้ CPU Board และรองรับการส่งสัญญาณ Modbus RTU/Modbus TCP และ Hard wire

ผู้รับจ้างจะต้องแสดงเอกสารว่ามีศูนย์บริการหลังการขายที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015 โดยการรับรองมาตรฐาน ISO9001:2015 จะต้องเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอ

3. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการใช้งานและความสามารถเครื่องเป่าอากาศและเสนอผลการทดสอบแก่ทางผู้ว่าจ้าง

4. รายการอุปกรณ์

4.1 เครื่องเติมอากาศ (AB-AS-01)

เครื่องเติมอากาศเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ชีวภาพ จำนวน 1 ชุด

จำนวน	:	2	ชุด
Capacity	:	13,000	cu.m./hr
แรงดันอากาศ	:	ไม่เกิน 780	บาร์
Motor Power	:	400	Kw

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-3
ระบบแยกตะกอนทราย Vortex Grit Chamber

ขอบข่าย จัดหาและติดตั้งระบบแยกตะกอนทรายในถัง Vortex Grit Chamber ซึ่งประกอบด้วย Grit Collector และอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการกรวดทราย เช่น Grit Pump ระบบควบคุม ท่อ วาล์วและอุปกรณ์อื่นๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ ตลอดจนถึงจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น เพื่อให้ระบบทำงานได้ครบถ้วน และสามารถแยกตะกอนดินทรายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนทำการติดตั้งผู้รับจ้างจะ ต้องแสดงแบบรายละเอียดและข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ

1. เครื่องแยกกรวดทรายแบบหมุนวน (Vortex Grit Chamber)

1.1 ทั่วไป

ถังดักทรายที่เสนอเป็นแบบน้ำวน (Vortex Grit Chamber) มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก พื้นวงกลมซึ่งมีหลุมรูปกรวยพื้นวงกลมขนาดเล็กไว้สำหรับรองรับตะกอนที่จมตัวลง โดยผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของอุปกรณ์กับโครงสร้างที่มีอยู่ ถังดักทรายแบบน้ำวนใช้กลไกการหมุนวนและอาศัยแรงเหวี่ยงเพื่อแยกอนุภาคตะกอนหนักออกจากอนุภาคอินทรีย์ที่เบากว่า โดยน้ำเสียไหลเข้ามาสัมผัสผนังของถัง ความเร็วในการไหลจะต้องเพียงพอที่จะทำให้กรวดทรายตกตะกอนได้ จากนั้นกรวดทรายซึ่งเป็นอนุภาคหนักจะไหลไปอยู่บนพื้นหลุมดักตะกอนก้นถัง โดยลักษณะด้านบนจะเป็นรูปทรงกระบอกน้ำที่ไหลเข้า influence จะถูกทำให้หมุนวนด้วย agitator ซึ่งจะทำให้ตะกอนกรวดทรายซึ่งมีน้ำหนักมากจมลงสู่ส่วนกลางถังซึ่งมีลักษณะคล้ายกรวย (Cone) ส่วนตะกอนทรายที่จมตัวจะถูกเคลื่อนย้ายจากหลุมดักตะกอนโดยใช้เครื่องสูบทรายสูบไปยังเครื่องแยกกรวดทราย (Grit Classifier) ซึ่งเครื่องสูบทรายนี้จะทำงานอัตโนมัติ และจะต้องใช้เครื่องสูบที่ที่มี capacity เพียงพอต่อปริมาณทรายที่เกิดขึ้นจริง และจะต้องมีระบบที่ทำให้เกิดการ fluidise ที่หลุมดักตะกอนก้นถังด้วย รวมทั้งระบบ flushing pipe

ระบบกำจัดจะต้องทำให้กรวดทรายที่กำจัดนั้นมีเศษวัสดุอินทรีย์และมีน้ำน้อย และสามารถรองรับค่าอัตราการไหลสูงสุดตามที่ออกแบบไว้ได้ ค่าการสูญเสีย Head สูงสุดที่ Flow สูงสุดที่ยอมรับได้คือ 25 มม.

อุปกรณ์ประกอบมาตรฐานที่ติดตั้งต้องมาจากโรงงานจะต้องประกอบด้วย Flushing Pipe for Grit Pump, Control Panel

2. รายละเอียดและวัสดุอุปกรณ์

1. โครงสร้างของถังทำจากคอนกรีต และมีส่วนครอบที่สามารถเคลื่อนย้ายได้เพื่อการตรวจสอบติดตามการทำงานและบำรุงรักษา

2. Grit Paddle จะต้องถูกออกแบบให้น้ำและกรวดทรายภายในถังหมุนวนอย่างต่อเนื่อง และจะต้องออกแบบให้สามารถทำให้กรวดทรายตกลงในส่วนก้นถัง

3. เฟืองทด (Gear Reducer) จะต้องทนต่อการใช้งานอย่างต่อเนื่องทั้ง 2 ทิศทางและมีความเร็วคงที่ในการหมุนรวมทั้งจะต้องออกแบบให้สามารถรับการเดินมอเตอร์ที่กำลังไฟสูงสุดได้ รวมทั้งสามารถรับ Starting Torques ได้ 300% เหนือ ค่า Rated Motor Torque และต้องสามารถรับแรงกระทำภายนอกที่เกิดจากแรงดึง ความไม่สมดุล และการสั่นสะเทือนซึ่งมีผลจากสภาวะการทำงาน จะต้องมี Gasket ที่สามารถถอดออกเพื่อตรวจสอบสภาพของเฟืองได้

4. Bearings เป็นชนิด Ball หรือ Roller Bearings

5. มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแบบ Squirrel-cage induction Motor, TEFC, IP55 Class F Insulation ผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA Standard

6. Bolting ทั้งหมดอยู่นอก Gearbox และ Bolt ที่ใช้กับ Coupling จะต้องทำจาก Stainless หรือเทียบเท่า

7. Drive Tube And Paddles ทำจาก Stainless Steel 304 มีความหนาอย่างน้อย 6 มม. ลักษณะใบพัดเป็นแบบ Axial ทำจาก Stainless Steel โดย Drive Tube จะต้องสามารถทำงานร่วมกับท่อที่ใช้ในการ fluidizing

8. Grit Slurry Pump ทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนจากกรวดทราย และจะตั้งอยู่ในที่ที่เข้าทำการบำรุงรักษาได้ง่ายและต้องมีการจัดเตรียมแนววางท่อ Grit ที่เหมาะสม โดยอาจจะวางไว้ในตำแหน่งเหนือบ่อกำจัดกรวดทรายซึ่งในกรณีจะต้องใช้ Vacuum Priming หรือวางไว้ในบ่อแห้งหรือ Manhole Grit Slurry Pump

3. รายการอุปกรณ์

3.1 Vortex Grit Chamber

จำนวน	:	4	ชุด
Capacity average/Each	:	37,500	cu.m./d
Capacity Max.Wet/Each	:	84,375	cu.m./d
Upper Chamber Diameter about	:	6	เมตร
Grit Pump	:	1	ชุด /เครื่อง
Grit Pump Capacity	:	16	cu.m./hr
Head	:	8	m
Efficiency	:	greater than 50 mesh (0. 3 mm) insize 95% greater than 70 mesh (0.2 mm) insize 85% greater than 70 mesh (0.15 mm) insize 65%	

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-4
เครื่องแยกทราย (Grit Classifier)

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยการจัดหา ติดตั้งเครื่องแยกตะกอนทรายตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ ในแบบและในข้อกำหนดเฉพาะงานนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำ พร้อมจัดหาคู่มือการใช้ งานการบำรุงรักษาที่เป็นภาษาไทยให้แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง

1. ทั่วไป

เครื่องแยกตะกอนทราย จะต้องเป็นแบบแยกตะกอนทรายโดยใช้เกลียวควงหมุนที่วางในแนวเอียง (Inclined Shaftless Screw Classifier) โดยสามารถรับน้ำตะกอนทรายได้เพียงพอกับอัตราของทรายที่เข้ามาสามารถแยกตะกอนทรายได้ ส่วนประกอบที่สำคัญ ประกอบด้วย

(ก) ครอบตัวเรือนของทางเข้า (Inlet Housing) มีลักษณะเหมือนกรวยสามเหลี่ยม (Triangular Hopper) ทำจาก Stainless Steel ติดตั้งอยู่บนครอบตัวเรือนของเกลียวส่ง (Screw Conveyor Housing) ซึ่งวางเอียงทำมุม ประมาณ 25°- 30° ครอบตัวเรือนทางเข้าจะมีข้อต่อ ท่อหน้าแปลนให้น้ำตะกอนเข้า และที่ด้านข้างจะมีท่อ น้ำล้น ในกรณีที่ต้องทำให้ตะกอนกรวดทรายที่เข้าเข้มข้นเพื่อให้ได้ตามที่กำหนดไว้ จะต้องติดตั้ง Cyclone separator ไว้ที่ทางเข้า

(ข) โครงค้ำยัน (Support Frame) ทำหน้าที่ค้ำยันตัวเครื่องทั้งหมดซึ่งประกอบด้วย Lower Frame และ Upper Frame และแผ่นรองที่ยึดติดเข้ากับโครงสร้างอาคาร

(ค) เกลียวควงหมุนส่งในแนวเอียง (Inclined Screw Conveyor) มีลักษณะเป็นกล่องรางเป็นรูปตัวยู (U-Shaped Trough) ก้นรางจะเป็นรูปกึ่งทรงกลม (Semi-Circular) ที่มีรัศมีตามขนาดเกลียวที่ด้านบนของกล่องรางจะปิดครอบและบรรจบต่อเข้า กับส่วนของครอบตัวเรือนทางเข้าแนวแกนของเกลียว (Screw Axis)

(ง) ชุดขับพร้อมเกียร์มอเตอร์ ติดตั้งเข้ากับเพลาขับโดยที่เกียร์มอเตอร์ จะถูกติดตั้งอยู่ในครอบครัวตัวเรือนที่แข็งแรงทนทานและมีซีล 2 ชั้น (Double Lip Seal) ทั้งทางเข้าและทางออกของแกนเพลาพร้อมประเก็น (Gasketing) เพื่อป้องกันน้ำมันรั่ว

2. วัสดุ อุปกรณ์

จำนวน	:	2 ชุด
Frame	:	Stainless Steel หนาไม่น้อยกว่า 6 มม.
Screw:		Stainless Steel
U-Shaped Trough	:	Stainless Steel
Torque Tube	:	Stainless Steel
Gearmotor Case	:	Corrosion Proof Cast Iron
มอเตอร์	:	Squirrel Cage . TEFC, 3-Phase, ขนาดประมาณ

		0.2 kW 380 Volt , 50 Hz
Coating for Ferrous Metal	:	2 shop coats of epoxy primer , after sand blasting and 1 shop secondary coating
Anchorage	:	As Recommended

3. การทดสอบและการส่งมอบ

ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการใช้งานและความสามารถของเครื่องแยกตะกอนทราย โดยทำการทดสอบตามคำแนะนำของผู้ผลิต ก่อนที่จะนำมาติดตั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง และมีผลแสดงการใช้งานโดยหน่วยงานกำจัดน้ำเสียอื่นๆ มาก่อน

4. รายการอุปกรณ์

4.1 เครื่องแยกตะกอนทราย (Grit Separator)

เครื่องแยกตะกอนทรายติดตั้งบริเวณถังแยกตะกอนทราย (Vortex Grit Chamber) เพื่อแยกทรายเข้าสู่ถังพักขยะ (Container) และแยกน้ำปล่อยกลับสู่สถานีสูบน้ำ (Pumping Station)

Type	:	Screw grit classifier	
จำนวน	:	2	ชุด
Approximate Capacity	:	50	m^3/hr
Motor Power	:	1.5	kW

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-5
ตะแกรงดักขยะขนาดเล็ก (Fine Screen System)

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยการออกแบบรายละเอียดของเครื่องดักขยะพร้อมทั้ง อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการกับขยะที่ได้จากตะแกรง เพื่อให้ระบบดักขยะขนาดเล็กนี้มีความสามารถทั้งในการเก็บขยะ และการจัดการกับระบบกักเก็บขยะ ซึ่งทั้งหมดนี้รวมจัดหา ติดตั้งเครื่องดักขยะขนาดเล็กพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ระบบตรวจสอบและระบบควบคุม และอุปกรณ์เก็บกักขยะ ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบและในข้อกำหนดเฉพาะงานนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำ พร้อมจัดหาคู่มือการใช้ งานการบำรุงรักษาที่เป็นภาษาไทยให้แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง

1. ทั่วไป

เครื่องดักขยะขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ จะต้องเป็นแบบ Rotary Screen โดยของแข็งที่ถูกดักโดยตะแกรงจะถูกเก็บไว้ในตะแกรงกักเก็บ น้ำฉีดจะทำความสะอาดตะแกรงขณะที่หมุน สามารถตั้งค่าจำนวนรอบของการหมุนได้ สิ่งที่ถูกดักจะถูกส่งไปยังส่วนกลางของราง สกรูจะลำเลียงสิ่งที่ดักได้ไปตามแนวของท่อที่เอียงขึ้น สิ่งที่ดักได้หลังจากที่ไล่น้ำออกแล้ว จะถูกลำเลียงไปยังภาชนะอีกอันหนึ่ง ต้องมีชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

(ก) ตะแกรงกักเก็บเป็นแบบลิ่มที่เป็นซี่ๆ หรือรูปทรงกรวย โดยตะแกรงจะทำหน้าที่ดักขยะที่มีขนาดใหญ่กว่า Spacing จนกระทั่งมีความแตกต่างของระดับน้ำด้านหน้าและหลังตะแกรงถึงค่าที่กำหนด ตะแกรงจะถูกสั่งให้หมุน จะถูกเชื่อมเพื่อที่จะประคองตัวโครงสร้างของเครื่องจักร ภายในจะมีตัวกวาดที่จะคอยกวาดเศษขยะที่ถูกดักไว้ได้ขึ้นมาและตกลงในราง

(ข) แกนหัวฉีดสเปรย์ ให้สามารถทำการปรับค่าองศาได้ หัวฉีดจะฉีดล้างทำความสะอาดตัวตะแกรงและตัวเสื้อหุ้ม ตำแหน่งของหัวฉีดจะถูกจัดวางให้อยู่ในองศาที่สมดุลเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน

(ค) ท่อลำเลียง ทำหน้าที่ยึดเข้ากับตัวสกรูเพื่อทำหน้าที่ลำเลียงสิ่งที่ดักไว้ได้ออกจากรางน้ำและบีบอัดเพื่อรีดน้ำออกบางส่วน และตัวสกรูจะทำหน้าที่ลำเลียงสิ่งที่ตะแกรงดักไว้ได้เหล่านั้นขึ้นไป และตรงช่องระบายขยะจะต้องมีลิ้นปิด และจะต้องมีส่วนที่ประคองตัวเครื่องจักรที่เป็นขาตั้ง

(ฉ) ตัวรางน้ำจะเก็บสิ่งที่ถูกดักไว้ได้จากตัวตะแกรง

(ช) Drive Unit ส่วนขับเคลื่อน Screw Conveyor ของตะแกรงเป็นชนิด Gear Motor with Torque Limiting Device เพื่อป้องกันความเสียหายกรณีที่มีขยะขนาดใหญ่ หรือน้ำหนักมาก

เมื่อน้ำเสียถูกส่งมายังระบบบำบัดน้ำเสีย เครื่องดักขยะขนาดเล็กนี้จะดักขยะประเภท เศษผ้า เศษวัสดุ เศษขยะชิ้นเล็ก ๆ พลาสติก เมล็ดพืชผัก ผลไม้ เศษอุจจาระ ไขมัน โดยเครื่องดักขยะขนาดเล็กนี้จะต้องมีความสามารถเพียงพอที่จะรับอัตราการไหลสูงสุดของน้ำเข้ามาได้ และอุปกรณ์ในการเก็บขยะจะต้องออกแบบให้สามารถทำงานแบบอัตโนมัติสัมพันธ์กับการทำงานของเครื่องดักขยะโดยไม่ต้องให้ผู้ปฏิบัติงานประจำอยู่ อุปกรณ์

ควรออกแบบให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา และในจุดที่จะต้องมีการ บำรุงรักษาประจำวัน ตรวจสอบให้สามารถสังเกตและเข้าถึงได้ง่าย

2. วัสดุ อุปกรณ์

ตะแกรงดักขยะเป็นแบบในราง ชนิด Rotating Wedge Wire ชนิด Drum หรือ Cone แบบสามารถทำความสะอาดตัวเองได้ ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ต้องสัมผัสกับน้ำวัสดุจะต้องเป็น Stainless Steel 304 หรือเทียบเท่า ภายในรางจะต้องเป็นระบบปิดเพื่อที่จะป้องกันการเกิดกลิ่น ตัวที่ใช้เป็นตัวปกคลุมรางนั้นจะต้องทำให้เป็นแบบที่สามารถบำรุงรักษาและซ่อม และการตรวจสอบได้ โดยจะต้องทำจาก Fiberglass Reinforced Plastic หรือ Aluminium Plate หรือเทียบเท่า ในการออกแบบเครื่องดักขยะและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ นั้นรวมถึง Bearing และเครื่องมือวัดต่าง ๆ จะต้องออกแบบให้มีความสามารถในการรับปริมาณน้ำสูงสุดภายในรางภายใต้สภาวะที่เลวร้ายที่สุด

อุปกรณ์กักเก็บขยะจะต้องออกแบบให้ไม่ขัดขวางการไหลออกของขยะจากสายพานลำเลียง และจะต้องมีฝาปิดที่สามารถถอดออกได้ เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของอากาศเหม็น ถังขยะนี้จะต้องทำจากวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานและจะต้องมีล้อเลื่อนเพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมหรือการเปลี่ยนของใหม่ทดแทน

3. การทดสอบและการส่งมอบ

ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการใช้งานและความสามารถของเครื่องดักขยะขนาดเล็ก โดยทำการทดสอบตามคำแนะนำของผู้ผลิต ก่อนที่จะนำมาติดตั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง และมีผลแสดงการใช้งานโดยหน่วยงานกำจัดน้ำเสียอื่นๆ มาก่อน

4. รายการอุปกรณ์

4.1 เครื่องตะแกรงดักขยะขนาดเล็ก (Fine Screen) (SC-FS-01-04)

จำนวน	:	4 ชุด
Capacity average/Each	:	1,563 m^3/hr
Capacity peak/Each	:	2,438 m^3/hr
Spacing	:	3 มม.
Maximum permissible head loss through cleanscreen	:	300 มม.
เส้นผ่านศูนย์กลาง	:	ขึ้นกับผู้ผลิต
Dry solids content	:	35%
Spray Pump	:	1 ชุด/เครื่อง

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-6
สายพานลำเลียงขยะ

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยการจัดหา ติดตั้งสายพานลำเลียงขยะ ในตำแหน่งและลักษณะที่แสดงไว้ในแบบ

1. ทั่วไป

สายพานลำเลียงจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบเพื่อใช้กับงานขยะหรืองานที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะโดยทุกชิ้นส่วนจะต้องมีความคงทน และมีคุณสมบัติในการป้องกันการกัดกร่อนจากสารเคมีและน้ำทะเลได้ดี

2. วัสดุและอุปกรณ์

(ก) โครงสร้างของสายพานลำเลียงจะต้องทำจากเหล็กรูปพรรณสังกะสี (Galvanizing) เชื่อมยึดโครงสร้างอย่างแข็งแรง

(ข) Belt Tension เช่น Tension Drum และTension Frame ให้ใช้รองลื่นชนิด Roller Bearing สายพานทำด้วย Nylon 3 ชั้น (3-Play Nylon) ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 65 เซนติเมตร

(ค) ผิวด้านนอก จาก Belt จะต้องเป็นวัสดุทนต่อน้ำมันและมีความเร็วในการเคลื่อนที่สายพานลำเลียงประมาณ 8 เมตรต่อนาที

(ง) มอเตอร์จะต้องมีระบบป้องกันการ Overload พร้อมสัญญาณเตือน

(จ) สายพานจะเป็นแบบปิดในช่วงที่ไม่ได้อยู่ในตำแหน่งรับขยะหรือตะกอนฝาครอบสายพานจะต้องทำด้วยพลาสติกเสริมแรง (GRP) หรือ Galvanized Steel ที่มีความคงทนและสามารถประกอบกับสายพานลำเลียงได้อย่างสนิท เพื่อป้องกันมิให้เกิดกลิ่นรบกวน ด้านล่างของสายพานจะต้องทำเป็นรางรับน้ำทำจาก Stainless Steel โดยให้มี Slope ไปยังด้านหัวหรือท้ายสายพานที่มี Floor Drain อยู่

3. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการใช้งานของสายพานลำเลียงก่อนการส่งมอบ

4. รายการอุปกรณ์

4.1 สายพานเลียงขยะจากเครื่องดักขยะ (BYC-FS-01)

สายพานลำเลียงขยะแบบเปิดจากเครื่องดักขยะอัตโนมัติเข้าสู่ถังพักขยะ (Container)

ปริมาณขยะ	:	ไม่น้อยกว่า 10 ลบ.ม./ชม.
ทิศทางการลำเลียง	:	Two-Directional

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

วัสดุที่ลำเลียง	:	ขยะ	
ความกว้าง	:	0.65	เมตร (หรือตามผู้ผลิตแนะนำ)
ความยาว	:	15.50	เมตร
มุมเอียง	:	0	องศา
จำนวน	:	1	ชุด
Motor Power ประมาณ	:	7.5	Kw

4.2 สายพานเลียงตะกอน (BYC-SD-01)

ปริมาณขยะ	:	ไม่น้อยกว่า 7.5 ลบ.ม./ชม.	
วัสดุที่ลำเลียง	:	ตะกอน	
ความกว้าง	:	0.65	เมตร (หรือตามผู้ผลิตแนะนำ)
ความยาว	:	12.00	เมตร
มุมเอียง	:	0	องศา
จำนวน	:	1	ชุด
Motor Power ประมาณ	:	7.5	Kw

ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข 3.2-7
หัวกระจายอากาศ (Air diffuser)

ขอบเขตของงาน ประกอบด้วยการจัดทำ ติดตั้งหัวกระจายอากาศพร้อมระบบท่อกระจายอากาศในบ่อเติมอากาศ ตามรายละเอียดและตำแหน่งในแบบและตามมาตรฐานของอุปกรณ์รวมทั้งหลักวิศวกรรมที่เป็นที่ยอมรับ ตลอดจนจัดทำเอกสารคู่มือในการใช้งานการบำรุงรักษา ข้อแนะนำและข้อควรระวังในการใช้งานให้แก่ผู้ว่าจ้าง

1. ทั่วไป

1.1 ระบบเติมอากาศในถังปฏิกรณ์ชีวภาพและDistribution Channel และ Sludge Holding Tank

หัวจ่ายอากาศจะต้องเป็นชนิดที่ให้ฟองอากาศที่ละเอียด (Fine bubble) ออกแบบให้เหมาะสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ มีความทนทานเหมาะสำหรับน้ำเสีย โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นหัวจ่ายอากาศชนิด Ceramic type โดยมีลักษณะเป็น Tube, Plate หรือ Disc หัวจ่ายอากาศทำจาก Quartz Sand หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า และสามารถทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีและแก๊สในน้ำเสียได้ ติดตั้งเข้ากับท่อจ่ายอากาศ Stainless Steel พร้อมข้อต่อและอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นในการต่อเชื่อมเข้ากับท่อเมนอากาศ และระบบล้าง/บำรุงรักษาหัวกระจายอากาศที่จำเป็นตามคำแนะนำของผู้ผลิต

2) Feeder Pipe และ Distribution header pipe ที่จมอยู่ในน้ำจะต้องทำด้วย Stainless Steel Grade 304 หรือเทียบเท่า ที่มีผนังหนาอย่างน้อย 3 มม. อุปกรณ์ support ของท่อ จะต้องจัดให้สามารถปรับค่าระดับหัวจ่ายอากาศได้อย่างน้อย 40 มม. ทำจาก Stainless Steel Grade 316 และความต่างระดับของหัว diffuser แต่ละหัวจะต้องไม่แตกต่างกันเกิน ±5 มม.

3) ให้ฟองอากาศที่ละเอียด ในช่วง 1.5 – 3.0 มม. โดยอากาศที่ไหลผ่านแต่ละหัวของ diffuser ภายใน header เดียวกัน จะต้องมีค่าไม่แตกต่างกันเกิน ±5%

4) จำนวนหัวกระจายอากาศ และระบบท่อกระจายอากาศจะต้องได้รับการออกแบบจากผู้ผลิต/ผู้จำหน่ายหัวกระจายอากาศเพื่อให้สามารถเติมออกซิเจนลงในน้ำได้ตามปริมาณที่กำหนดในหัวข้อ ต่อไป

5) ระบบหัวกระจายอากาศ และท่อกระจายอากาศจะต้องเป็นแบบที่สามารถซ่อมบำรุงได้

1.2 เครื่องล้างทำความสะอาดหัวเติมอากาศ

เป็นเครื่องล้างทำความสะอาดแบบเคลื่อนที่ได้ โดยอาจจะมีล้อ ตัวบานเป็นเหล็กพ่นสี โดยจะต้องสามารถทนและป้องกันการกัดกร่อนได้ ซึ่งจะต้องประกอบเสร็จเรียบร้อยและพร้อมใช้งานได้ทันทีที่มีการต่อไฟฟ้า โดยจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1) Dosing Tank เป็นถังแบบปิด ทำจาก PE รวมถึง screw cap, filleing level indication, drain cock และ hand agitator, โดยถังมีความจุไม่น้อยกว่า 200 ลิตร

2) เป็นได้ทั้งระบบ magnetic และ manual โดยมีการใช้ diapharam dosing Pump รวมถึง mounting บน dosing vessel โดยปั๊มมีความสามารถประมาณ 7 ลิตร/ชม.

3) วาล์วและอุปกรณ์ประกอบ ได้แก่ suction valve , isolating diaphragm valve , Overflow Valve, Constant-pressure valve, 20 m. dosing hose

2.1 ระบบเติมอากาศสำหรับ Distribution Channel และ Sludging Holding Tank

Diffuser จะต้องจ่ายอากาศได้ไม่น้อยกว่า 0.3 $Nm^3/m^3.hr$
ติดตั้งในถังปฏิกรณ์ หมายเลข 6
จำนวน ไม่น้อยกว่า 500 ชุด

3. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบก่อสร้าง และรายการคำนวณ รวมทั้งรายละเอียดทางเทคนิคที่จำเป็นเพื่อประกอบการพิจารณาของผู้ว่าจ้างก่อน เมื่อได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหา ติดตั้ง ทดสอบการใช้งานของระบบ และเสนอผลการทดสอบแก่ทางผู้ว่าจ้าง

ผู้ว่าจ้างจะต้องจัดหาหัวกระจายอากาศสำรองจำนวน 10% ของหัวกระจายอากาศที่ติดตั้งทั้งหมด เก็บไว้ใน store โดยการจัดเก็บจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตเพื่อป้องกันความเสียหาย

ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข 3.2-8
เครื่องกวนแบบจุ่มแช่ (Submersible Mixer)

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องกวนใต้น้ำพร้อมอุปกรณ์ ตามจำนวนและตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ

1. ทั่วไป

เครื่องกวนน้ำจะต้องเป็นชนิดจมใต้น้ำ ต้องถูกออกแบบให้สามารถใช้ในน้ำเสีย การยกหรือเคลื่อนย้ายเครื่องกวนใต้น้ำจากตำแหน่งที่ติดตั้งสามารถทำได้ง่ายและสะดวก โดยไม่ต้องลงไปในบ่อผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ในการยกย้ายเครื่องกวนใต้น้ำทุกเครื่องที่อยู่ในบ่อเติมอากาศพร้อมอุปกรณ์ประกอบ เช่น รอกแบบ Manual, ระบบ Guide Rail หรือระบบอื่นๆ ที่เทียบเท่า

การติดตั้งเครื่องกวนใต้น้ำ จะต้องสามารถปรับมุมของเครื่องกวนใต้น้ำได้ทั้งแนวราบและแนวดิ่งดังแสดงในแบบ

2. รายละเอียดและวัสดุอุปกรณ์

เครื่องกวนใต้น้ำจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มอเตอร์ที่ใช้ขับเครื่องกวนใต้น้ำจะรวมเข้าอยู่ในตัวเครื่องกวนใต้น้ำและต้องเป็นชนิด Squirrel Cage Induction Motor ระบบไฟ 380 V, 3 Phase, 50 Hz, Insulation Class F, IP 68 และมีระบบระบายความร้อนซึ่งใช้น้ำที่แช่อยู่เป็นตัวถ่ายเทความร้อน (Surface Cooled)
- การรองรับแกนหมุนของมอเตอร์และเครื่องกวนใต้น้ำเป็นระบบ Ball หรือ Roller Bearing โดยมีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมงและมีรายการคำนวณอายุการใช้งานชุดลูกปืน (Bearing life calculation) อ้างอิงประกอบด้วย
- เครื่องกวนใต้น้ำมีชุด Mechanical Seal เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำเข้าสู่ตัวเครื่องอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นชนิด Mechanical Seal และ Double Radial Lip Seal
- เครื่องกวนใต้น้ำจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไหม้ติดตั้งมาพร้อมกับมอเตอร์ โดยมีระบบเตือนให้ทราบถึงความร้อนในขดลวดมอเตอร์ พร้อมทั้งชุดตรวจเช็คความชื้นในห้องมอเตอร์ (Moisture Detector) และห้องน้ำมัน (Oil chamber) สำหรับตรวจวัดการรั่วซึมเข้าสู่ Stator เพื่อป้องกันเครื่องกวนใต้น้ำเสียหาย เนื่องจากน้ำเข้าสู่ Stator Housing และห้องน้ำมัน (Oil chamber) หรืออุณหภูมิในมอเตอร์สูงเกินไป
- เครื่องกวนใต้น้ำจะต้องมีชุดรับสัญญาณ (Monitoring unit relay) ในการรับและแจ้งเตือนความผิดปกติ กรณีมีความร้อนเกิน และความชื้นจากชุดส่งสัญญาณข้างต้นๆ เพื่อป้องกันและให้ผู้ใช้งานทราบถึงกรณีมีความผิดปกติเกิดขึ้น โดยชุดรับสัญญาณนั้นจะต้องมาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน
- ใบพัดจะถูกขับเคลื่อนจากมอเตอร์โดยตรงหรือโดยผ่านเฟืองทด และจะต้องถูกออกแบบให้สามารถป้องกันเศษขยะเข้ามาติดพันใบพัดในขณะทำงาน เป็นชนิด Self-Cleaning Blade แบบ 2 หรือ 3 ใบพัด

- เครื่องกวนใต้น้ำมีชุดแหวนยางรัดระหว่างใบพัดและชุดมอเตอร์เครื่องกวนเพื่อป้องกันกรณีเศษขยะหรือสิ่งปฏิกูลในบ่อน้ำเข้าไปติดพัน หรือขัดข้อง ส่งผลให้เครื่องกวนใต้น้ำได้รับความเสียหายขณะทำงาน
- เครื่องกวนใต้น้ำทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) เพื่อทนการกัดกร่อนของน้ำเสียได้เป็นอย่างดี
- ส่วนต่างๆของเครื่องกวนใต้น้ำจะต้องทำด้วยวัสดุ ดังต่อไปนี้

Motor Housing	: Stainless steel 1.4404 (AISI 316L) หรือ Stainless steel 1.4571 หรือเทียบเท่า
Motor Shaft	: Stainless steel 1.4404 (AISI 316L) หรือ Stainless steel 1.4021 หรือเทียบเท่า
Propeller	: Stainless Steel 1.4571 หรือ Stainless Steel 1.4460 หรือเทียบเท่า
Lifting Device & Screw	: Stainless Steel หรือเทียบเท่า
O-Ring	: NBR or VITON Rubber
Mechanical Seal	: Silicon Carbide - Silicon Carbide

- เครื่องกวนใต้น้ำจะต้องมีผลการทดสอบ (Test Certificate) according to ISO21630 มาจากโรงงานผู้ผลิตแนบประกอบเมื่อส่งมอบสินค้า เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์มีความสมบูรณ์และได้รับการทดสอบการใช้งานอย่างสมบูรณ์

3. การติดตั้งและทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งและปรับตำแหน่งเครื่องกวนแบบจุ่มแช่ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านระยะจุ่มน้ำของใบพัด เพื่อให้เกิดการกวนผสมที่ดีภายในถัง เมื่อติดตั้งแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการเดินเครื่องกวนเพื่อทดสอบด้วย

4. รายการอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องกวนใต้น้ำที่มีคุณสมบัติตามรายละเอียดที่ได้ระบุเอาไว้ข้างต้น โดยเครื่องกวนใต้น้ำต้องสามารถหมุนเวียนน้ำในบ่อ Anoxic Tank ให้มีความเร็วที่ก้นบ่อไม่ต่ำกว่า 0.3 เมตร/วินาที

รายละเอียดที่แสดงไว้ในหัวข้อ 4.1 และ 4.2 เป็นเพียงแนวทางในการเลือกเครื่องกวนใต้น้ำเบื้องต้นเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหาและทดสอบเครื่องกวนใต้น้ำให้สามารถทำงาน ได้ตามข้อกำหนดทุกประการ

4.1 เครื่องกวนใต้น้ำในบ่อ Anoxic Tank ใหม่

จำนวน	:	36	ชุด
กำลังของมอเตอร์ประมาณ	:	5	กิโลวัตต์
เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด (Diameter)	:	650	มม.
ขนาดของถัง (W x L x D)	:	7 x 12 x 5.6 M. (2 ชุด ต่อ 1 ถัง)	
ลักษณะของถัง	:	As shown in Drawing	

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-9
ชุดกวาดตะกอนในถังตกตะกอนพร้อมชุดตัก Scum

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยการจัดหา ติดตั้ง เครื่องกวาดตะกอนในถังตกตะกอน และชุดตัก Scum ชุดควบคุม และชุดทำความสะอาดถังตกตะกอน และอุปกรณ์ประกอบ ที่มีการทำงานอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน พร้อมทั้งจัดทำเอกสารแนะนำ การใช้งานและวิธีการบำรุงรักษา

1. ทั่วไป

ชุดอุปกรณ์กวาดตะกอนแบบถังกลม (Circular tank) จะเป็นแบบ Full Travelling Bridge- Central drive และมี scum skimmer พร้อม motor drive scum collecting pipe โดยชุดขับจะต้องออกแบบให้สามารถรับแรงสูงสุด ขณะกวาดตะกอนพร้อมรับน้ำหนักตัวสะพาน อุปกรณ์ทุกส่วนควรจะออกแบบให้สามารถทนแรงกดในระหว่างการประกอบ การก่อสร้างและการเดินระบบส่วนประกอบที่สำคัญของระบบคือ

2. วัสดุและอุปกรณ์

1. สะพาน (Travelling Bridge) ทำจาก Stainless Steel AISI 316 หรือเทียบเท่า ซึ่งจะมีล้อวิ่งบนขอบบ่อทั้งสองด้าน โดย Housing ของ Drive Carriages ทำจาก Stainless Steel AISI 316 และล้อทำจาก Solid Rubber หรือเทียบเท่า และแต่ละด้านจะมี idle wheel ซึ่งทำจาก Solid Rubber หรือเทียบเท่า โดยสะพานจะมีความกว้างอย่างน้อย 80 ซม. ตัวชุดขับสามารถสามารถรับ load ได้ไม่น้อยกว่า 1.5 kN/sqm. และมีบันไดขึ้นลงได้ทั้งสองข้าง

2. Drive unit ชุดขับเคลื่อนจะประกอบด้วย reversing electric brake gear motors ล้อขับเคลื่อน (drive wheels) จะติดตั้งที่เพลาของ gear motor ซึ่งสามารถทำการเคลื่อนที่เพื่อกวาดตะกอนได้ด้วยความเร็ว 2.5 – 5 cm/s (สามารถปรับความเร็วได้)

4. Scum removal device จะมีตัว Scum Removal Blade จะทำหน้าที่กวาด Scum ที่ลอยอยู่ด้านบน ทำจาก Stainless Steel และ ท่อรับตะกอนลอย (Scum Collector Pipe) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับตะกอนลอย (Scum) ที่ถูกกวาดมาโดยใบกวาดตะกอนของชุดกวาดตะกอนของถังตกตะกอน ลักษณะโครงสร้างเป็นท่อเหล็กคาร์บอน มีช่องเปิดตลอดแนวความยาวของท่อ

5. ชุดทำความสะอาดถังตกตะกอน โครงสร้างทำจาก Stainless Steel ติดตั้งบนโครงกวาดตะกอนลอย ตัวแปรงกวาดบนรางน้ำออกทำจากไนลอนหรือทองเหลือง

6. Motor ขับเคลื่อนสะพาน 380V ,50/60 Hz พร้อมcontrol Panel IP55 protection

3. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบขนาด และโครงสร้างของถังตกตะกอนก่อนทำการติดตั้ง ทั้งนี้เพื่อกำหนดตำแหน่งของตัวสะพาน และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสมและใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

4. รายการอุปกรณ์

4.1 ชุดกวาดตะกอนในถังตกตะกอน (SP-Cl-01-04)

ชุดกวาดสำหรับถังขนาด	:	Dia. 20 เมตร	
Type	:	Full Travelling Bridge- Central drive	
จำนวน	:	4	เครื่อง
Rated Motor Power ประมาณ	:	2	kW

ขอบเขต เงื่อนไข ข้อกำหนดของงาน (Terms of Reference: TOR)

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ	นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ	นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ	นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ	นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ	นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ	

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-10
เครื่องอัดตะกอนและอุปกรณ์ประกอบ

ขอบข่าย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องรีดน้ำตะกอนและองค์ประกอบเกี่ยวข้องต่างๆ ได้แก่ เครื่องเพิ่มความเข้มข้นตะกอน (Dewatering Table) ก่อนเข้าเครื่องรีดตะกอน เครื่องสูบน้ำตะกอนเข้าเครื่อง เครื่องสูบน้ำล้างเครื่องรีดตะกอน ท่อต่อเชื่อมระบบ ประตูน้ำขนาดต่างๆ โดยทำการติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบแปลนและตามคำแนะนำของผู้ผลิตจนให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายหลังจากการติดตั้งจะต้องจัดหาคู่มือการใช้งาน และการดูแลบำรุงรักษา และทำการอบรมวิธีการใช้งานและดูแลรักษาแก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างจนสามารถใช้งานได้

1. รายละเอียดการทำงานโดยทั่วไป

เครื่องอัดน้ำตะกอนจะต้องมีอุปกรณ์ปรับสภาพตะกอน ซึ่งทำหน้าที่ผสมตะกอนเข้ากับโพลีเมอร์โดย Flocculator ก่อนเข้าเครื่องอัดน้ำตะกอนเครื่องรีดตะกอน เครื่องอัดตะกอนเป็นชนิด Multi-Screw Press มีขีดความสามารถในการรีดน้ำตะกอน ได้ไม่น้อยกว่า 250 กก./ชม. ตะกอนที่ผ่านการรีดน้ำแล้วจะมี Dry Sludge ไม่ต่ำกว่า 18%

2. ระบบปรับสภาพตะกอน

ระบบปรับตะกอนโดยถังผสมตะกอน ซึ่งจะต้องประกอบด้วยชุดส่งโพลีเมอร์และทางส่งน้ำตะกอนเข้าผสมกันก่อนเข้าเครื่องเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน

3. เครื่องอัดตะกอน

เป็นเครื่องอัดตะกอนแบบ Multi-Screw Press โดยรับน้ำตะกอนมาจากถังผสมตะกอนกับสารละลายโพลิเมอร์

4. Screw Conveyor

วัสดุ และชิ้นส่วนของ เครื่องจะต้องทำจากวัสดุซึ่งมีคุณภาพที่กำหนดหรือคุณภาพเท่าเทียมกับมาตรฐานต่อไปนี้

Construction	:	Trough ทำจาก SS 304
	:	Screw element ทำจาก Carbon steel
Inlet	:	SS 304 cover plate
Outlet	:	Slide gate valve
Control Panel	:	As Specified

Linear	:	Ultra High Molecular Weight Poly Ethylene (UHMWPE)

6. **Sludge Hopper**

โครงสร้างของ Hopper ทำจาก หรือ carbon steel หรือเทียบเท่า พื้นผิวภายในและนอกพ่นด้วยทรายและเคลือบด้วยสี Epoxy ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน

7. **รายการอุปกรณ์**

7.1 **เครื่องอัดตะกอน (DM-SD-02)**

เครื่องอัดตะกอนแบบ Multi-Screw Press

จำนวน	:	1	ชุด
Capacity	:	> 500	kg/hr/unit
% DS In	:	0.6 – 1.5	%
% DS Out	:	> 15	%

7.2 **Dewatered Sludge Conveyor (SCY-SD-01)**

Capacity	:	7.5	m^3/hr
Speed	:	60	rpm
Length	:	10	m

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-11
อุปกรณ์จ่ายสารเคมี (Chemical Feeding Equipment)

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยงานจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์จ่ายสารเคมี ซึ่งประกอบด้วย ระบบจ่ายสารเคมีแบบแห้ง ระบบจ่ายสารเคมีแบบของเหลว และถังเก็บสารเคมี

1. ทั่วไป

อุปกรณ์เตรียมและจ่ายสารละลายโพลีเมอร์จะต้องประกอบด้วยเครื่องเตรียมสารละลายโพลีเมอร์และเครื่องสูบจ่ายโพลีเมอร์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งเครื่องเตรียมสารละลายโพลีเมอร์ เครื่องสูบจ่ายสารละลายโพลีเมอร์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบและท่อจ่ายสารละลายโพลีเมอร์ตามแสดงในแบบ ให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

อุปกรณ์จ่ายสาร $FeCl_3$ เพื่อกำจัดฟอสฟอรัส จะต้องประกอบด้วยถังบรรจุสารเคมี และเครื่องสูบจ่ายสารเคมี ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งถังบรรจุสารเคมี เครื่องสูบจ่ายสารเคมีพร้อมอุปกรณ์ประกอบ และท่อจ่ายสารเคมีตามแสดงในแบบ ให้สามารถจ่ายสารเคมีได้ตามวัตถุประสงค์

อุปกรณ์จ่ายสาร Sodium hypochlorite เพื่อใช้ฆ่าเชื้อโรค จะต้องประกอบด้วยถังบรรจุสารเคมี และเครื่องจ่ายสารเคมี ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมถังสารเคมีเดิม ติดตั้งเครื่องจ่ายสารเคมี ปั๊มจ่ายน้ำยาเคมี และท่อจ่ายสารเคมีตามแสดงในแบบ ให้สามารถจ่ายสารเคมีได้ตามวัตถุประสงค์

2. เครื่องเตรียมสารละลายโพลีเมอร์ (โพลีเมอร์ Polymer Preparator)

ก. ชนิดและลักษณะทั่วไป

ระบบเตรียมโพลีเมอร์ต้องเป็นระบบอัตโนมัติเพื่อละลายโพลีเมอร์ในรูปของผง (Powder Polymer) ให้เป็นโพลีเมอร์เหลว (Liquid Polymer) ก่อนที่จะส่งต่อไปยังจุดใช้งาน โดยเครื่องเตรียมโพลีเมอร์นี้ต้องมีความสามารถในการเตรียมโพลีเมอร์ (Powder Polymer) ให้เป็นโพลีเมอร์เหลว (Liquid Polymer) ความเข้มข้น 0.1% เพื่อจ่ายไปยังจุดใช้งาน

ข. การทำงานของเครื่อง

เครื่องเตรียมโพลีเมอร์จะต้องเป็นระบบการเตรียมอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง โดยการส่งโพลีเมอร์ผงลงในถังเก็บ (Hopper) และเติมโพลีเมอร์ผงเข้าสู่ระบบโดย Volumetric Feeder หลังจากนั้นโพลีเมอร์ผงจะถูกส่งต่อไปยังชุดกวนผสม ซึ่งจะเติมน้ำเข้าสู่ระบบโดยอัตโนมัติเพื่อให้โพลีเมอร์ผงผสมเข้ากับน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน มีใบกวนที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ทำการกวนผสม เพื่อให้โพลีเมอร์แตกตัวได้สายยาวที่สุด (Polymer Chain) ต่อจากนั้นสารละลายโพลีเมอร์จะถูกส่งลงมาเก็บไว้ยัง Holding Tank โดยอัตโนมัติเพื่อพร้อมที่จะใช้งานต่อไป และสามารถเริ่มต้นระบบใหม่อีกได้โดยอัตโนมัติ ในกรณีที่โพลีเมอร์ที่เตรียมได้และเก็บในถังพักมีความเข้มข้นมากกว่า 0.1% ผู้รับจ้างจะต้องเสนอระบบเจือจางโพลีเมอร์ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.1% ขณะที่ทำการสูบจ่าย

โดยระบบดังกล่าวจะต้องทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อมีการจ่ายโพลีเมอร์ควบคุมโดยระบบควบคุมของเครื่องเตรียมสารละลาย โพลีเมอร์ ระบบการเจือจางดังกล่าวจะต้องเป็นระบบที่ผู้ผลิตเครื่องเตรียมสารละลายโพลีเมอร์รับรอง โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของระบบส่วนนี้ (ถ้ามี) มาเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย

ค. อุปกรณ์ประกอบ

โดยเครื่องเตรียมโพลีเมอร์อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

1) ส่วนเตรียมโพลีเมอร์ (Dispenser/Wetting Chamber)
2) ส่วนผสมและเก็บสารละลายโพลีเมอร์ ประกอบด้วย
   (1) Mixing Tank
   (2) Storage Tank
   (3) Volumetric Feeder
   (4) มอเตอร์/เกียร์ทด (Motor / Gear Reducers)
3) แผงควบคุม (Control Panel) ต้องติดตั้งแผงควบคุมให้ถูกต้องและมีเสียงสัญญาณเตือนในกรณีที่สารละลายที่เตรียมหมด และมีไฟแสดงบอกในกรณีมีโพลีเมอร์ผงใน Hopper และมีอุปกรณ์ตั้งเวลาการเปิด-ปิดวาล์ว สามารถต่อเชื่อมสัญญาณแสดงสถานะไปยังระบบควบคุมส่วนกลางได้

ง. รายการอุปกรณ์

เครื่องเตรียมสารละลายโพลีเมอร์

ติดตั้งในห้องรีดตะกอนของอาคารควบคุม

จำนวน	:	1	ชุด
Capacity ประมาณ	:	4.0	กก./ชม.
ความเข้มข้นโพลีเมอร์ที่สูบจ่าย	:	0.1	%

3. เครื่องสูบสารละลายโพลีเมอร์

ติดตั้งในห้องรีดตะกอนของอาคารควบคุม

จำนวน	:	2 ชุด
ชนิด	:	- Diaphragm Type Metering Pump - Variable Stroke Length ที่ความเที่ยงตรง 2% - ชุดขับประกอบด้วย Worm Gear Cam และ Spring Loaded - มอเตอร์สามารถปรับความเร็วรอบได้ (VSD)
อัตราการจ่าย	:	สามารถปรับได้ในช่วง 0.5 – 1.85 ลบ.ม./ชม. ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 30 m.

วัสดุ	:	Polypropylene หรือเทียบเท่า
มอเตอร์	:	ขนาดประมาณ 1.5 กิโลวัตต์
อุปกรณ์มาตรฐาน	:	- Dosing Valve - Foot Valve พร้อม Strainer - Ball Valve - Check Valve - Relieve Valve - Backflow Preventer - Solenoid Valve

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-12

ท่อและอุปกรณ์ประกอบ (Pipe and Appurtenances)

1. ทั่วไป

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องมีขนาดและกำหนดความดันตามรายละเอียดที่ระบุใช้ การติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของท่อแต่ละชนิด การจับยึดท่อกับผนังหรือพื้นจะต้องแข็งแรง สามารถรับภาระได้ตามสภาพการใช้งาน ในกรณีที่จะต้องตัดท่อจะต้องได้ฉากและเรียบ ถ้าเกิดการเสียหายในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนใหม่ในทันที

2. หน้าจานท่อ (Flange Joint)

การเชื่อมต่อท่อด้วยหน้าจาน ปะเก็น (Gasket) จะต้องตัดให้ได้ขนาดที่เหมาะสมโดยเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 2531 PN 10 ดังแสดงในตารางและหน้าจานจะต้องทำการสะอาดก่อนการประกอบ

ขนาดกำหนดของหน้าจาน (Flange schedule)

เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของหน้าจาน (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของหน้าจาน (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิตช์ของสลักเกลียว (มม.)	ความหนาต่ำสุด (มม.)	รูสลักเกลียว		สลักเกลียว
				จำนวน	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)
80	200	160	21.0	4	19	16
100	220	180	22.0	8	19	16
150	285	240	23.0	8	23	20
200	340	295	24.5	8	23	20
250	395	350	26.0	12	23	20
300	445	400	27.5	12	23	20
350	505	460	29.0	16	23	20
400	565	515	30.0	16	28	24

ในกรณีที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ที่จะต้องต่อเชื่อมกับหน้าแปลนของท่อมีขนาด และมิติของหน้าจานที่ต่างไปจากที่ได้กำหนดไว้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน ในการพิจารณาปรับแต่งหน้าจานให้เหมาะสม เป็นกรณีไป

3. ท่อพีวีซี

ท่อพีวีซีที่ใช้ในระบบจะต้องเป็นท่อที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก.ที่ 17-2523 หรือเทียบเท่า ขนาดรับความดัน 13.5 kg/cm^2 การต่อท่อ PVC ให้ใช้ PVC Socket ติดตั้งโดยใช้น้ำยาเชื่อมประสานตามมาตรฐาน มอก. 1032 หรือเทียบเท่า ยกเว้นในส่วนที่เป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ หรือข้อต่อบริเวณเครื่องสูบน้ำที่ต้องการการถอดประกอบเพื่อบำรุงรักษา ให้ใช้การต่อด้วยหน้าจาน

เมื่อจำเป็นจะต้องติดตั้งท่อพีวีซีผ่านผนัง จะต้องติดตั้งปลอกท่อ (Sleeves) และอุดด้วยสารจำพวก Sealing Compound ในกรณีที่เดินท่อผ่านกำแพงคอนกรีต ให้ใช้ท่อสั้นเหล็กหล่อ หรือเหล็กเคลือบ Coal Tar Epoxy แทน

ข้อต่อต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 94 หรือเทียบเท่า ยกเว้นข้อต่อในส่วนที่ต้องการความแข็งแรงหรือต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก ให้ใช้ข้อต่อเหล็กแทนได้

4. ท่อเอชดีพีอี (HDPE)

จะต้องเป็นท่อที่ผลิตจากโพลีเอทธิลีน ชนิดความหนาแน่นสูงและเป็นเทอร์โมพลาสติค ผลิตตามมาตรฐาน มอก. หรือ DIN 8074/75 ขนาดกำหนดและความดันใช้งานของท่อจะต้องไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบประกอบสัญญา การติดตั้งจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบท่อหรือหน้าจานในตำแหน่งที่เหมาะสมและสะดวกในการซ่อมแซม ในกรณีที่ท่อ HDPE จะต้องติดตั้งผ่านผนังคอนกรีต ให้ใช้ท่อเหล็กหล่อหรือท่อเหล็กท่อนสั้นเคลือบ Coal tar epoxy หรือสารป้องกันสนิมและการกัดกร่อน ฝังทะลุผ่านกำแพงและต่อด้วยหน้าจาน

ข้อต่อจะต้องผลิตโดยใช้วัสดุเช่นเดียวกับที่ใช้ผลิตท่อและทนความดันได้ไม่ต่ำกว่าตัวท่อ

5. ท่อเหล็กหล่อ

ท่อเหล็กหล่อจะต้องเป็นท่อเหล็กหล่อทนแรงดันใช้สำหรับเป็นท่อส่งน้ำแรงดันต่อความยาวด้วยแหวนยางหรือหน้าแปลนที่มีคุณสมบัติตาม ISO/R13 Class B ภายในและภายนอกจะต้องมีการเคลือบผิวด้วย Coal-Tar-Epoxy หนาไม่น้อยกว่า 400 ไมครอน

อุปกรณ์ข้อต่อของท่อเหล็กหล่อจะต้องเป็นเหล็กหล่อที่มีคุณภาพเช่นเดียวกับท่อและทำการหล่อพิเศษ (Special Casting) ขนาดและคุณสมบัติจะต้องเป็นไปตาม ISO/R13

6. ท่อเหล็กเหนียวหรือท่อเหล็กกล้า

ท่อเหล็กที่ใช้จะต้องเป็น “Carbon Steel Pipe For Ordinary Piping” ลักษณะสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีเป็นไปตามมาตรฐาน JIS G3452 , ASTM A120 schedule 40 , หรือ มอก. 276 “ท่อเหล็กกล้า” ท่อและข้อต่อจะต้องเคลือบด้วย Coal Tar Epoxy ทั้งด้านนอกและใน โดยมีความหนาของฟิลม์แห้งตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

7. ท่อเสริมใยแก้ว (Glass Fiber Reinforced Pipe)

ท่อเสริมใยแก้วจะใช้เป็นท่อชั้นคุณภาพ PN 10 และค่า Stiffness ชั้น SN 5000 ท่อเสริมใยแก้วผลิตตามมาตรฐาน ASTM D 3754 " Fiberglass Sewer and Industrail Pressure Pipe" , ASTM D3517 "Fiberglass Pressure Pipe", ASTM D3262 "Fiber Glass Sewer Pipe" หรือ AWWA C950

ขนาดท่อที่ระบุในแบบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ การพิจารณาเลือกใช้ขนาดของท่อเสริมใยแก้วให้พิจารณาขนาดท่อตาม Nominal Diameter หรือเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

การต่อท่อเสริมใยแก้วจะใช้ข้อต่อสวมชนิด Double Couplings ซึ่งมีแหวนยางภายในข้อต่อ 2 เส้น ตัวข้อต่อเป็นชนิดวัสดุเสริมใยแก้วมีค่าชั้นคุณภาพ และ SN มากกว่าหรือเท่ากับท่อที่จะสวม ในกรณีที่ต่อท่อเสริมใยแก้วกับท่อเหล็กหรือท่อเหล็กหล่อหรืออุปกรณ์อื่นๆ ให้ใช้การต่อแบบหน้าจาน (Flange Joint)

8. ท่อสแตนเลส

การเชื่อมตะเข็บของท่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASME B31.3 ลักษณะสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A312 หรือ A409 ใช้เกรด TP 304 สำหรับท่อน้ำหรือท่อสลัดจ์จะต้องมีขนาดรับความดัน 10 kg/cm2 และสำหรับท่ออากาศสามารถรับความดันได้น้อยกว่า 10 kg/cm2 ความหนาข้องอจะต้องมี nominal wall Thicknesses ไม่น้อยกว่าที่ Schedule 10 ของมาตรฐาน ANSI B36.19 สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่กว่าที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ANSI B36.19 ซึ่งก็คือท่อที่มี Outside Diameter 812.8 มม. จะต้องมีผนังหนา 7 มม.

สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมได้ของ outside diameter ให้ใช้ตามมาตรฐานของ ASTM A530 แต่สำหรับขนาดท่อที่ใหญ่กว่าที่ระบุไว้ในมาตรฐานให้ใช้ตามนี้คือ

Outside Diameter,mm	Permissible variations in outside diameter	
	Over mm	under mm
609.6 ถึง 812.8	4	0.8
812.8 ถึง 1,016	5	0.8

9. การเคลือบผิวท่อเหล็ก

9.1 การเคลือบผิวท่อภายใน

ท่อทุกขนาดก่อนที่จะทำการเคลือบผิว จะต้องทำความสะอาดให้ปราศจากความสกปรกหรือรอยเปรอะเปื้อนใดๆ แล้วจึงขัดผิวให้สะอาดด้วยการพ่นทรายให้สะอาดจนเห็นผิวเนื้อเหล็ก มีสภาพเกือบขาวตามที่กำหนดของ SSPC SP10 หรือเทียบเท่า สารเคลือบผิวท่อ Coal-tar-Epoxy จะต้องได้ตามมาตรฐาน ASK 172 "Tar Epoxy Paint Solvent Based" หรือเทียบเท่าความหนาของแผ่น ผิวเคลือบแห้งไม่น้อยกว่า 400 ไมครอน อุปกรณ์ข้อต่อต่างๆ จะต้องมีการเคลือบผิว เช่นเดียวกับท่อที่ใช้งาน

9.2 การเคลือบผิวภายนอก

การหุ้มหรือเคลือบผิวภายนอกของท่อ จะต้องทำให้เสร็จเรียบร้อย จากโรงงานผู้ผลิตก่อนทำการเคลือบจะต้องเตรียมผิวท่อให้สะอาด และเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุสารเคลือบ

(1) ท่อวางอยู่เหนือผิวดิน ให้ทำการเคลือบผิวท่อโดยใช้รองพื้นกันสนิม (Synthetic Red-lead Primer) ทารองพื้น 2 ชั้น และทาด้วย Aluminum Paint 2 ชั้น

(2) ท่อวางใต้ดิน ให้หุ้มเคลือบผิวท่อตามลำดับดังนี้

- ทารองพื้นด้วย Coal Tar
- เคลือบทาด้วย Coal Tar ให้หนา 2.4 ± 0.8 มม.
- พันด้วยแผ่นใยแอสเบสตอส
- ทาเคลือบด้วย Coal Tar หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม.
- พันด้วยแผ่นใยแอสเบสตอส
- ทาทับด้วยน้ำยาปูนขาว (White-Wash)

10. การต่อท่อเหล็ก

10.1 Mechanical Coupling

(1) Mechanical Coupling แต่ละตัวจะต้องประกอบด้วยปลอก แหวนยาง หน้าแปลน โบลท์ และน็อต มีขนาดและรายละเอียดตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการหรือการประปาส่วนภูมิภาค

(2) คอปปลิ้ง (Coupling) แต่ละตัวเมื่อติดตั้งบนท่อแล้วจะสามารถทนแรงดันน้ำได้อย่างน้อย 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในช่วงระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที โดยปราศจากการรั่วซึม

(3) คอปปลิ้งจะต้องมีลักษณะเป็น Spherical-sleeve Type หรือเทียบเท่าและถูกออกแบบให้สามารถรับการหักงอของท่อได้ที่รอยต่อของคอปปลิ้งไม่น้อยกว่า 2 องศาความยาวของปลอกคลาดเคลื่อนได้ ± 5 มิลลิเมตร

(4) ในกรณีที่เป็น Flexible Coupling จะต้องเป็น Spherical-sleeve Type หรือเทียบเท่า โดยสามารถรับการหักงอ ของท่อที่รอยต่อ ในทุกทิศทางได้ดังนี้

ขนาดท่อ (มม.)	มุมหักเหน้อยสุด (องศา)
150	5
200	5
250	4
300	4
400	4
500	4

600	4
700	4
800	3.5
900	3.5
1000	3
1200	3

(5) ชนิดของเหล็กที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องเป็นเหล็กที่มีคุณภาพเช่นเดียวกับท่อที่ใช้งาน ดังรายละเอียดท่อเหล็ก

(6) แหวนยางจะต้องมีคุณภาพเทียบเท่ามาตรฐาน BS2494 “Material for Elastomeric Joint Rings for Pipework and Pipelines Hardness Range (IRHD) 66-75หรือ JIS K.6353 Rubber Goods for Water Works Service, Class IA Hardness HS70 ± 5” ขนาดของแหวนจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานที่ผลิต

(7) โบลท์น๊อต จะต้องเป็นไปตาม มอก.171 ประเภท 4.6 และจะต้องอาบสังกะสีโดยการจุ่มร้อน

(8) ตัวภายในและภายนอกของเหล็กจะต้องเคลือบด้วย Coal Tar Epoxy

10.2 Restrained Joints (RJ)

(1) ขนาดและลักษณะของ RJ จะเป็นไปตามมาตรฐาน แผ่นเหล็กหูจะต้องมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับท่อเหล็กและเคลือบด้วย Coal-tar Epoxy

(2) เหล็กยึด (Tie Rod) จะต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.171 และอาบสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน

10.3 รอยต่อหน้าแปลน (Flanged Joints)

ขนาดของหน้าแปลน จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน เหล็กแผ่นที่ใช้ประกอบเป็นหน้าแปลนจะต้องมีคุณสมบัติและคุณภาพเช่นเดียวกับท่อที่ใช้ แหวนยางที่ประกอบรอยต่อจะต้องเป็นแบบเต็มหน้าแปลนเป็นไปตามมาตรฐาน BS2494 มีความแข็งอยู่ในช่วง (IRHD) 56-65 ขนาดของโบลท์เป็นไปตามมาตรฐาน และจะต้องเป็นไปตาม มอก.171 ประเภท 4.6 อาบสังกะสีจุ่มร้อน

11. การทดสอบท่อแรงดันภาคสนาม

การทดสอบท่อแรงดันที่แรงดันน้ำทดสอบที่ 1.5 เท่าของค่าแรงดันใช้งานของท่อโดยใช้เกจ์วัดแรงดันที่จุดสูงสุดของท่อที่ทดสอบ โดยไม่มีการลดลงของแรงดันน้ำตลอดช่วงเวลาทดสอบ 30 นาที ความยาวของช่วงท่อที่ทดสอบไม่เกิน 1,000 เมตร

12. การชุบสังกะสี

การชุบสังกะสีท่อให้เป็นไปตาม JIS G 3452 หัวข้อที่ 6 "Uniformity Of Zinc Coating" หรือ มอก. 277-2521 "ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี" โดยท่อที่จะนำมาอาบสังกะสีต้องมี ประเภท ขนาด และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนความเรียบร้อย วัสดุที่ใช้ทำและคุณลักษณะทางกลที่ต้องการเป็นไปตามมอก.276 ก่อนที่จะนำท่อไปอาบสังกะสีต้องกำจัดสนิมออกเสียให้หมดและล้างให้สะอาดก่อนทำการจุ่มสังกะสี น้ำหนักและความหนาเฉลี่ยของสังกะสีที่อาบจะต้องไม่น้อยกว่า 460 กรัม ต่อตารางเมตรและความหนาเฉลี่ยของสังกะสีที่อาบต้องไม่ต่ำกว่า 70 ไมโครเมตร

13. การวาง Sleeve สำหรับท่อที่ผ่านผนังคอนกรีต

ในกรณีที่มีท่อผ่านผนังคอนกรีตไม่ว่าจะเป็นท่อชนิดใดให้ทำการวาง Sleeve ทำจากท่อเหล็ก ทำการเคลือบผิวตามข้อกำหนดเฉพาะงานในส่วนที่ผ่านผนัง กรณีที่ต่อกับท่อเหล็กให้ต่อด้วย Mechanical Coupling หรือ Restrained Joint แล้วแต่กรณี ในกรณีต่อกับท่อชนิดอื่นให้ต่อด้วยหน้าจานโดยผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาติด Flexible Connector หรืออุปกรณ์ที่สามารถรองรับการทรุดตัวที่ต่างกันระหว่างท่อและโครงสร้างตามความเหมาะสมด้วย

16. แอร์วาล์ว สำหรับน้ำโสโครก (Sewage Air Release valve)

แอร์วาล์วจะต้องเป็นชนิดใช้งานกับน้ำโสโครก สามารถระบายอากาศออกได้โดยอัตโนมัติโดยน้ำหนักของลูกลอยภายในถ่วงเข้ากับก้านเปิด-ปิดรูทางออกของอากาศในระหว่างที่ระบบท่อกำลังใช้งานอยู่ วาล์วที่จะนำมาติดตั้งในระบบจะมีขนาดรูทางเข้า (inlet) 2 นิ้ว รูทางออก (outlet) 1 นิ้ว พร้อม Venting orifice ขนาด 7/16 นิ้ว สำหรับความดันใช้งานสูงสุด 150 psi ตัววาวล์ (body) จะทำด้วยเหล็กหล่อ อุปกรณ์ชิ้นส่วนประกอบภายใน และลูกลอยทำด้วย Stainless steel

15. แวคคัมวาล์ว (Vacuum Relief Valve)

แวคคัมวาล์วจะต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมใช้งานกับน้ำโสโครก จะเปิดให้อากาศเข้ามาภายในระบบท่อได้โดยอัตโนมัติในทันทีที่เกิดสภาพความดันภายในเส้นท่อต่ำกว่าบรรยากาศ โดยจะเปิดออกให้อากาศภายนอกเข้าทันที เมื่อเกิดความแตกต่างของความดันเพียง 0.25 psi วาล์วจะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 200 psi ทางเข้าและทางออกของวาล์วจะเป็นหน้าจาน เพื่อติดตั้งเข้ากับระบบ และมีตะแกรงติดทางด้านที่อากาศเข้าสู่ตัววาล์ว

16. การขุดดินและการกลบดินที่แนวท่อ

16.1 ผู้รับจ้างจะต้องขุดร่องดินวางท่อให้ลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนดของท่อ ความกว้างร่องดินสำหรับการวางท่อ และติดตั้งอุปกรณ์ให้ใช้รายละเอียดในแบบที่ได้รับอนุมัติเป็นแนวทาง และให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

16.2 การขุดดิน ถ้ามีการขุดผ่านถนนหรือผ่านหน้าอาคารบ้านเรือน ซึ่งมีการใช้รถยนต์ผ่านเข้าออก ผู้รับจ้างจะต้องทำสะพานชั่วคราว หรือใช้แผ่นเหล็กขนาดพอที่รถยนต์จะผ่านไปได้โดยไม่เป็นอันตรายมาวางพาดไว้ และจะต้องแสดงเครื่องหมายจราจรให้ยวดยานที่ผ่านไปมาทราบชัดเจนทั้งกลางวันและกลางคืน

16.3 ดินที่ขุดจากร่องดิน ผู้รับจ้างจะต้องกองไว้ข้างร่องดินโดยมีระยะห่างร่องดินพอสมควรซึ่งดินจะไม่ร่วงหล่นลงในร่องดินได้ และไม่เป็นที่กีดขวางทางจราจร ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานได้พิจารณาเห็นว่าจะทำให้เกิดความไม่สะดวกแก่การจราจร ผู้รับจ้างจะต้องนำดินออกไปจากพื้นที่ที่ก่อสร้าง

16.4 เมื่อทำการต่อท่อเสร็จเรียบร้อย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาน้ำมันดินสีดำ (Coal-tar) ทาข้อต่อเหล็กหล่อ และอุปกรณ์ให้แล้วเสร็จครบทุกจุดจึงจะทำการกลบดิน การกลบดินในระยะแรกให้เลือกดินปราศจากหินที่มีคุณสมบัติตามวัสดุคัดเลือกหรือที่กำหนดกลบท่อ และเว้นให้เห็นข้อต่อและอุปกรณ์ทุกช่อง หลังจากนั้นให้ทำการทดสอบแรงดันน้ำในเส้นท่อ หรือทดสอบการรั่วซึมของท่อและรอยต่อ

16.5 เมื่อได้ทดลองแรงดันน้ำในเส้นท่อแล้ว โดยไม่ปรากฏมีรอยรั่วและท่อไม่แตกหรือชำรุดจึงจะทำการกลบดินให้เรียบร้อย ดินที่เหลือให้เฉลี่ยพูนไว้บนร่องดินทั้งหมด หรือนำไปกองไว้ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ขยะหรือมูลฝอยต่างๆ ห้ามใช้ในการกลบร่องดิน

16.6 ในการกลบดิน ผู้รับจ้างจะต้องบดอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่น และระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้แล้ว กรรมวิธีกลบดินและการใช้เครื่องมือสำหรับบดอัดดินหลังท่อให้ปฏิบัติตาม คำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

16.7 สำหรับท่อที่วางใต้ผิวจราจรหรือไหล่ทางให้ใช้ทรายกลบแทนดิน ส่วนดินที่ขุดขึ้นมา ผู้รับจ้างจะต้องขนไปทิ้งในที่ที่เหมาะสม หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้

16.8 การขุดร่องดินสำหรับวางท่อ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์และเครื่องใช้ในการกรุกันดินพังเพื่อป้องกันมิให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิวถนน สิ่งปลูกสร้างอุปกรณ์สาธารณูปโภค หรือทรัพย์สินส่วนบุคคลที่อยู่ใกล้บริเวณที่ดำเนินการก่อสร้าง การกรุกันดินพังนี้จะต้องทำให้แข็งแรง และเพียงพอที่จะป้องกันการเคลื่อนตัวของดินชั้นล่าง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะพิจารณาสั่งการ ผู้รับจ้างจะรื้อถอนแผงกรุกันดินพังนี้ได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการกลบร่องดินที่ขุด และ/หรือเมื่อผู้ว่าจ้างอนุญาตแล้ว ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการนี้เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

16.9 การสูบน้ำในร่องดินที่จะทำการวางท่อ ผู้รับจ้างจะต้องไม่ปล่อยให้น้ำขังอยู่ในท้องร่องซึ่งจะทำให้ดินข้างๆ ร่องพังหรือยุบตัวและไม่สะดวกในการวางท่อ ถ้ามีน้ำขังอยู่ในท้องร่อง ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ภายในท่อสกปรก ผู้รับจ้างจะต้องสูบน้ำ หรือวิดน้ำออกจนแห้งแล้วจึงทำการต่อท่อหรือติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

16.10 การซ่อมถนนและทางเท้า ในการวางท่อไปตามถนนหรือทางเท้า ถ้าจำเป็นต้องขุดเจาะถนนทางเท้าหรือถ้าปรากฏว่าทำให้ทรัพย์สินของเอกชน หรือทางราชการชำรุดเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาซ่อมแซมให้มีสภาพดีดุจเดิม ค่าใช้จ่ายต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

17. แนวท่อและระดับของท่อ

17.1 ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอกัน โดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้นหรือกดท่อลงโดยกระทันหัน ทั้งนี้ ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อให้ระดับความลึกหลังท่อไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบแปลนที่ได้รับอนุมัติ ถ้าไม่อาจวางท่อตามกำหนดไว้ได้ก็ให้ผู้รับจ้างทำความตกลงกับผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างในอันที่จะแก้ไขดัดแปลง เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดีและถูกต้องตามหลักวิชาการ ระดับความลึกของท่อตามกำหนดนี้อนุญาตให้เปลี่ยนแปลงได้เฉพาะในกรณีดังต่อไปนี้

(1) แนวท่อที่วางผ่านบริเวณที่ระดับของพื้นที่เปลี่ยนแปลงโดยกระทันหัน

(2) แนวท่อที่ต้องวางผ่านสิ่งกีดขวางซึ่งจะหลีกเหลี่ยงมิได้ เช่น ต้นไม้ใหญ่ หิน หรือสิ่งก่อสร้าง เช่น ฐานราก อาคาร ท่อประปาเดิม ท่อระบายน้ำ ฯลฯ การวางท่อในช่วงนี้ควรวางให้มีความลาดที่เหมาะสม ดังนั้นความลึกของร่องดินอาจเปลี่ยนแปลง เพื่อวางท่อลอดหรือข้ามสิ่งก่อสร้างได้โดยสะดวก

(3) แนวท่อช่วงที่วางลอดตัดลำคลอง ที่ลุ่มหรือท่อลอดถนนที่วางเชื่อมท่อ 2 ข้างทางโดยวางไปเชื่อมกับท่อเดิม หรือวางไปเชื่อมกับท่อที่มีขนาดต่างกัน เป็นต้น

(4) ระดับความลึกของท่อแต่ละขนาดให้มีความคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดโดยอนุโลมให้วางตื้นกว่าที่กำหนดได้ไม่เกิน 5 ซม. ยกเว้นที่กำหนดค่าระดับไว้ภายในระบบบำบัดน้ำเสีย

17.2 ก่อนทำการวางท่อ ผู้รับจ้างจะต้องปรับพื้นร่องดินให้แน่น และมีผิวหน้าเรียบตลอดความยาวของท่อการทำฐานรองรับท่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในกรณีต่างๆ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

17.3 การวางท่อต้องให้ได้แนวตามที่กำหนดในแบบแปลนที่ได้รับอนุมัติ และการเบี่ยงเบนแนวท่อสำหรับข้อต่อแบบต่างๆ อาจจะกระทำได้แต่ไม่เกินข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อหรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้

17.4 ระดับหลังท่อ แอร์วาวล์ และฝาเปิด จะต้องให้ได้ระดับและเสมอกับผิวจราจร ไหล่ทางและไม่ก่อให้เกิดการสะดุดต่อการจราจร

18. การวางท่อ

18.1 ก่อนที่จะนำท่อลงสู่ร่องดินจะต้องตบแต่งพื้นรองดินให้เรียบร้อยเสียก่อน เว้นแต่บริเวณที่เป็นข้อต่อ และผู้รับจ้างจะต้องไม่ปล่อยให้มีเครื่องจักรหรือวัสดุหนักๆ ไปกระแทกถูกท่อไม่ว่าภายในหรือภายนอก

18.2 ผู้รับจ้างจะต้องใช้ข้อต่อแบบ Mechanical Coupling สำหรับท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร และที่เล็กกว่า อย่างไรก็ดีในบางแห่งอาจจำเป็นต้องใช้ข้อต่อแบบหน้าจาน (Flanged Joint) เช่น ท่อที่วางลอดถนน ท่อที่วางเกาะสะพาน เป็นต้น และในการประกอบข้อต่อจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

18.3 การต่อท่อที่เป็นวัสดุต่างชนิดกัน จะต้องเป็นไปตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ในขณะก่อสร้าง

18.4 การยกท่อหรือเคลื่อนย้ายท่อและอุปกรณ์ ต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันมิให้วัสดุที่ใช้หุ้มภายนอกหรือวัสดุเคลือบภายในชำรุดเสียหาย ในกรณีที่เกิดความเสียหายผู้ว่าจ้างจะพิจารณาให้นำไปใช้หรือไม่ให้ใช้หรือให้นำไปซ่อมแซมตามมาตรฐานแล้วแต่กรณีไป

18.5 ในการติดตั้งอุปกรณ์ ถ้าหากว่าการใช้อุปกรณ์ตามแบบแปลนที่ได้รับอนุมัติไม่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่เฉพาะแห่งอนุญาตให้ผู้รับจ้างใช้อุปกรณ์แบบพิเศษได้ตามความจำเป็น แต่ทั้งนี้จะต้องเสนอแบบแปลนของอุปกรณ์พิเศษนั้นๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน

18.6 การต่อท่อเหล็กเหนียวโดยวิธีเชื่อม (Welding) ในสนาม ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทำการต่อท่อโดยเชื่อมท่อในสนามจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AWWA C-206 “Field Welding of Steel Water Pipe Joints” โดยแนวเชื่อมเป็นแบบ Butt Joints และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างเชื่อมฝีมือดีมาดำเนินการเชื่อมท่อ

สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 600 มิลลิเมตร ให้เชื่อมแบบ Single Welded Butt Joints และท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 600 มิลลิเมตร ขึ้นไป ให้เชื่อมแบบ Double-Welded butt Joints ก่อนทำการเชื่อม ผู้รับจ้างจะต้องทำการเตรียมแนวที่จะเชื่อมให้ได้ตามมาตรฐานที่ระบุข้างต้น และได้รับการตรวจสอบเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างแล้วจึงจะทำการเชื่อมได้

การเชื่อมแบบ Double-Welded Butt Joints นั้นให้เชื่อมเต็มตลอดแนวทั้งภายในและภายนอก หลังจากรอยเชื่อมได้รับตรวจสอบเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างแล้ว ผู้รับจ้างจึงจะทำการเคลือบภายนอกท่อและ/หรือภายในท่อบริเวณแนวเชื่อมตามมาตรฐานการเคลือบผิวท่อเหล็กเหนียว

18.7 ในการติดตั้งอุปกรณ์ท่อชนิดต่างๆ ทุกจุด ผู้รับจ้างจะต้องทำแท่นยึดอุปกรณ์ท่อขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดตามแบบแปลนที่ได้รับอนุมัติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดแรงดันน้ำและสภาพพื้นที่เพื่อป้องกันมิให้เกิดการขยับเขยื้อนจนเกิดการรั่วซึมหรือหลุดที่ข้อต่อได้ขณะทำการจ่ายน้ำในเส้นท่อ และในกรณีที่มีสถานที่จำกัดและต้องการความแข็งแรงของข้อต่อเป็นพิเศษการยึดข้อโค้งหรือข้อต่อสามารถกระทำได้โดยการประกอบการติดตั้งเป็น Restrained Joint ณ จุดนั้นๆ แทนการทำแท่นยึด ค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อที่เป็นชนิด Restrained Joint เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น และในกรณีผู้รับจ้างมีความประสงค์จะขอใช้ข้อต่อแบบ Restrained Joint ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบแปลน รายละเอียดและรายการคำนวณ Restrained Joint ที่ใช้กับท่อที่จะวางให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณารับรองก่อนที่จะนำไปใช้โดย Restrained Joint ที่เสนอนั้นอาจเป็นแบบเฉพาะของผู้ผลิตหรือแบบ Pipe Clamps พร้อมหูคล้องและเหล็กยึดก็ได้

19. การกำหนดสัญญลักษณ์สีของท่อ

ท่อในระบบบำบัดน้ำเสียนี้จะต้องทำการพ่นสี ทาสี หรือคาดสี เพื่อแสดงลักษณะการใช้งานและเครื่องหมายแสดงทิศทางการไหลให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS Z9102 (1987) "Identification Marking for Piping System" ให้ใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ในการกำหนดสีของท่อ

สีดำ	-	ท่อน้ำเสีย
สีขาว	-	ท่ออากาศ
สีม่วง	-	ท่อสารเคมี
สีน้ำตาล	-	ท่อตะกอน
สีฟ้า	-	ท่อน้ำใช้
สีเขียว	-	ท่อน้ำผ่านการบำบัดแล้ว

ข้อกำหนดเฉพาะงานหมายเลข 3.2-13
อุปกรณ์แขวนท่อและรองรับท่อ (Pipe Hangers and Pipe Support)

1. ทั่วไป

การติดตั้ง Hanger และ Supports ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ Standard Design เท่าที่จะสามารถปฏิบัติได้ และมีความมั่นคงอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมพอที่จะรับ Load ในทุกสภาพการใช้งาน การออกแบบให้ใช้ค่า Safety Factor ของการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ของค่า Ultimate Tensile Strength ของวัสดุ โดยกำหนดว่า Hangers และ Support รับน้ำหนักของท่อที่มีน้ำอยู่เต็ม

2. วัสดุ (Materials)

วัสดุที่ใช้ในการทำ hangers และ support จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ Manufacuturer's Standardization Society standard Practice SP-58, "Materials and design" และ SP-69, "Selection and Application", นอกจากจะได้มีข้อกำหนดเป็นอย่างอื่น จะต้องยึดกับคอนกรีต โดยใช้แท่งเหล็กเกลียวฝังในเนื้อคอนกรีต

Hangers ที่ใช้กับท่อเหนือศรีษะที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100 mm. (14-in.) ถึง 600 mm. (24-in) ให้ใช้เป็นระบบ single pipe rool และ sockets โดยยึดกับ beam clamp หรือยึดโดยใช้ inserts ซึ่งจะต้องเข้าได้กับ ROD ตาม standard practice SP-69 และสามารถรับภาระการใช้งานได้เป็นอย่างดี

Hanger rod ให้ใช้เป็นแบบ machine threaded และความแข็งแรงของ hanger จะต้องขึ้นกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ rod. สำหรับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 50 mm. (2.-in) ยกเว้น rod ที่ใช้ยึด channel จะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 mm. (3/8-in) สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 50 mm. (2-in.) rod ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ standard practice SP-69

สำหรับท่อที่เกาะยึดแบบ saddle ควรเป็นแบบที่สามารถปรับแต่งได้ และเป็นไปพร้อม U-bolt

สำหรับ support ที่ใช้ยึดเกาะกับผนังหรือเสา columns จะต้องเป็นแบบ welded steel brackets และหากจำเป็นควรจะต้องมีการติดตั้ง wall bearing plate เพิ่มเติม

สำหรับท่อ PVC และท่อ HDPE หากเป็นไปได้ในทางปฏิบัติก็สามารถที่ใช้การเกาะยึดแบบ channel support

ถ้าหากได้มีการกำหนดในแบบ การจัดยึดเส้นท่อด้วย concrete pier หรือ fabricated steel supports ในกรณีดังกล่าว เหล็กโครงสร้างจะต้องเป็นไปตาม ASTM A36, "Structural steel", หรือ JIS G3101, "Rooled steel for general structurers" พื้นผิวของ concrete piers จะต้องมีการ grout ให้สูงขึ้น 4 cm. หลังจากที่ได้มีการติดตึงเส้นท่อเป็นที่เรียบแล้วโดยใช้ grout ประเภท non-shrink

3. การติดตั้งท่อ

เส้นท่อทุกเส้นจะต้องได้รับการเกาะยึดกับโครงสร้างอย่างมั่นคงด้วย hanger, insert หรือ support ซึ่งสามารถทนได้กับการยืดหรือหดตัว ระยะทางระหว่าง support ต่อ support ในทุกกรณีจะต้องเป็นไปตาม standard ptactice SP-69 หรือตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อแต่ละชนิด และการยึดเกาะจะต้องไม่ยึดเกาะเส้นท่อกับบันได, ราวทางเดิน หรือเส้นท่อด้วยกัน นอกจากจะได้มีการกำหนดโดยผู้ควบคุมงาน

เส้นท่อที่ติดตั้งบน support จะต้องมีการป้องกันการเคลื่อนตัวของเส้นท่อทางด้านข้าง เส้นท่อที่ติดตั้งในแนวตั้งจะต้องมีการจับยึด (support) จากพื้นถึงพื้น หรือจากการยึดเกาะในทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร (10 ft) โดยใช้ pipe collers, clamps, brackets, หรือ wall rest ในทุกจุดที่จำเป็นเพื่อความแข็งแรง

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.2-14
ประตูน้ำแบบมีลิ้น (Valve)

ขอบข่าย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาประตูน้ำแบบมีลิ้น (Valves) ตามขนาดและชนิดที่กำหนดไว้ในแบบประตูน้ำ จะต้องได้มาตรฐานตามที่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดเฉพาะงานนี้ หรือเทียบเท่า โดยจะต้องทำการติดตั้งไว้ในระบบท่อส่งน้ำแรงดันท่อระบบบำบัดน้ำเสีย ท่อจ่ายน้ำภายนอกอาคารหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ ก่อนนำมาติดตั้งใช้งานจะต้องผ่านการทดสอบจากโรงงานหรือสถาบัน หรือหน่วยรายชการที่เชื่อถือได้ และมีใบรับรองการทดสอบนั้นๆ และได้รับการเห็นชอบจาก ผู้ว่าจ้างก่อน หลังการติดตั้งจะต้องทำการทดสอบให้เป็นที่แน่ใจว่าประตูน้ำอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ประตูน้ำชนิดต่างๆจะต้องมีลักษณะ และมาตรฐานดังนี้

1. ทั่วไป

วาล์วและเกตที่ใช้สำหรับท่อน้ำเสียและท่อน้ำตะกอนให้ใช้เป็นเกตวาล์ว (Gate Valve) วาล์วกันกลับ (Check Valve) โกลบวาล์ว (Globe Valve) ไนฟ์เกตวาล์ว (Knife Gate Valve) Sluice Gate และ Weir Gate

วาล์วและเกตที่ใช้สำหรับน้ำประปาให้ใช้เป็นเกต์วาล์ว (Gate Valve) วาล์วกันกลับ (Check Valve) วาล์วปีกผีเสื้อ (Butterfly Valve) บอล์ลวาล์ว (Ball Valve)

วาล์วและเกตที่ใช้สำหรับท่อลมให้ใช้เป็นวาล์วปีกผีเสื้อสำหรับระบบอากาศ (Air Service Butterfly Valve) วาล์วกันกลับ (Check Valve) บอลล์วาล์ว (Ball Valve)

2. รายละเอียดของประตูน้ำ (Valve)

2.1 เกตวาล์ว (Gate Valve)

ก. เกตวาล์วขนาดตั้งแต่ 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ขึ้นไป

เกตวาล์วต้องเป็น Resilient Seat ตามมาตรฐาน BS 5150 หรือเทียบเท่า สามารถทนความดันได้อย่างต่ำ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ข. เกตวาล์ว ขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ลงมา

เกตวาล์วต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 431-2525 “ประตูน้ำทองแดงเจือแบบลิ้นยก” ประเภท A หรือเทียบเท่า ทนความดันใช้งานอย่างต่ำ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปลายตัวเรือน (Body Ends)

ของวาล์วเป็นเกลียวในตามมาตรฐาน มอก.281-2532 “เกลียวท่อเหล็กกล้าสำหรับงานท่อน้ำและงานท่อ ทั่วไป” หรือเทียบเท่า

2.2 บอล์ลวาล์ว (Ball Valve)

บอล์ลวาล์วจะต้องเป็นชนิดไม่ต้องหล่อลื่น (Non-lubricated) โดยทำจากวัสดุดังนี้ คือ บอล์ล (ball) ทำจาก Stainless Steel 316, ตัวเรือน (Body) ทำจาก Stainless Steel, Casting Seat เป็นเทฟลอน (Teflon)

ซึ่งจะต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย วัสดุอัดของก้าน (Stem Packing) ทำจาก Reinforced Teflon และจะต้องสามารถปรับได้ขณะมีของไหลผ่านวาล์ว และสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดวาล์วออกจากท่อ วาล์วขนาด 150 มม. และเล็กกว่าจะเป็นแบบประแจขัน (Wrench Operated) วาล์วขนาด 200 มม. และใหญ่กว่าจะเป็นแบบพวงมาลัย (Handwheel) โดยต่อกับชุดเฟืองตัวหนอน จะต้องมี indicator แสดงตำแหน่งของ port ซึ่งอาจใช้ตัวขับ (Operator) เป็น indicator ได้ วาล์วขนาด 50 มม. และใหญ่กว่าจะต่อแบบหน้าจาน สำหรับขนาด 40 มม. และเล็กกว่าจะเป็นแบบเกลียว โดยใช้เกลียวตามมาตรฐาน มอก. 281-2532 "เกลียวท่อเหล็กกล้าสำหรับงานท่อน้ำและงานทั่วไป" หรือ BS-21 "Pipe Threads" วาล์วต้องสามารถทนความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 10 กก./ตร.ซม.

บอล์ลวาล์วชนิด Thermoplastic

บอล์ลวาล์วชนิด Thermoplastic จะต้องทำจากสาร PVC (Polyvinyl Chloride) หรือ PP (Polypropylene) และรองลิ้นทำจาก Teflon ส่วน O-ring Seals ทำจากยาง Neoprene วาล์วจะต้องมีหน้าจาน และออกแบบวาล์วสำหรับความดันใช้งาน 10 กก./ตร.ซม.

2.3 วาล์วกันกลับ (Check Valve)

วาล์วกันกลับที่ติดตั้งในเส้นท่อทั้งหมดในโครงการจะเป็นชนิดแกว่ง ยกเว้นวาล์วที่ใช้กับระบบอากาศจะเป็นแบบ Dual Disc โดยจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

(ก) วาล์วกันกลับชนิดแกว่งที่ติดตั้งในท่อที่วางแนวนอน จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานมอก. 383 ชั้นคุณภาพ 10 (10 บาร์) ประเภทปิดสนิท แหวนรองลิ้นภายในตัวเรือนสลักบานพับ และสลักเกลียวภายในตัววาล์วจะต้องเป็น Stainless Steel Disc Seat Ring ทำจากยางสังเคราะห์ชนิด NBR หรือ เทียบเท่า Seat Holder ทำจากเหล็กหล่อ แป้นเกลียวและสลักเกลียวภายนอกตัววาล์วเป็น Galvanized Steel ประตูน้ำขนาดตั้งแต่ 200 มม. ขึ้นไปจะต้องติดตั้ง Lever and Weight และ Dash Pot เพื่อใช้ปรับน้ำหนักถ่วงบนลิ้นเพื่อลดแรงกระแทก การเคลือบผิวทั้งภายในและภายนอกต้องเคลือบด้วย Coal Tar Epoxy มีความหนาไม่น้อยกว่า 200 ไมโครเมตร

วาล์วกันกลับชนิดแกว่งที่ติดตั้งในท่อที่วางแนวดิ่ง วาล์วจะเป็นชนิดเดียวที่ใช้กับท่อ แนวนอน แต่จะมี Hydraulic Dash Pot ติดตั้งเพื่อมิให้ลิ้นกระแทกกับตัวเรือน กระบอกสูบดังกล่าวจะต้องมีขนาดเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และจะต้องมีการรับประกันการใช้งานอย่างน้อย 1 ปี

(ข) วาล์วกันกลับขนาด 65 มิลลิเมตร (2 2/12 นิ้ว) และเล็กกว่า วาล์วต้องเป็นแบบ Bronze Body, Bronze Mounted Lift Check Valve, ตัวเรือนทำจาก บรอนซ์ โดยที่ลิ้น (Disc) และตัวรองลิ้น (Seat) เป็นชนิดถอดเปลี่ยนได้ (Renewable) ปลายตัวเรือน (Body Ends) เป็นเกลียว โดยต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 281-2532 “เกลียวท่อเหล็กกล้าสำหรับงานท่อน้ำ และงานท่อทั่วไป” หรือ BS.21 “Pipe Threads” วาล์วจะต้องทนความดันอย่างต่ำ 10 kg/cm^2

(ค) วาล์วกันกลับแบบ Dual Disc เป็นวาล์วที่ใช้กับระบบอากาศตัวเรือนและ Disc ทำจากเหล็กหล่อ Brass หรือ Bronze สปริงทำจาก Stainless Steel สามารถทนความดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 10 kg/cm2 ทำจากวัสดุประเภทยางสังเคราะห์ EPDM ทนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100°C

2.4 วาล์วปีกผีเสื้อ (Butterfly Valve)

วาล์วปีกผีเสื้อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 382 ชั้นคุณภาพ 10 (10 บาร์) ตัว เรือนทำจากเหล็กหล่อเคลือบด้วยสี Epoxy หนาไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน ลิ้นผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม ยางรองลิ้นติดอยู่ที่ตัวเรือน ทำจากยาง NBR หรือเทียบเท่า และจะต้องเป็นแบบปิดสนิท (Tight Shut-Off)

2.5 วาล์วปีกผีเสื้อสำหรับงานระบบอากาศ (Air Service Butterfly Valve)

วาล์วปีกผีเสื้อที่ใช้สำหรับงานระบบอากาศ ใช้ข้อกำหนดเดียวกับวาล์วปีกผีเสื้อที่ใช้กับน้ำโดย Rubber Seat ต้องเป็นยางสังเคราะห์ เช่น EPDM หรือเทียบเท่า ที่เหมาะที่จะใช้กับอุณหภูมิของอากาศไม่เกิน 115°C และแบริ่งต้องเป็นไนลอน (Nylon) วาล์วจะต้องสามารถปิดอากาศได้สนิท (Air Tight Seal)

2.6 วาล์วปีกผีเสื้อสำหรับงานระบบอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ (Motorized Butterfly Valve)

ลักษณะทั่วไปของวาล์วให้เป็นไปตามข้อกำหนดของวาล์วแบบปีกผีเสื้อสำหรับงานระบบระบายอากาศ โดยตัวขับเป็นชนิด Motor Actuator ใช้กับงานแบบได้ทั้งแบบ Modulating Service และ On-off Service มีระบบ Manual Overide เพื่อใช้ในกรณีไฟฟ้าดับ และมี Position Indicator Switch แสดงสถานะเปิด-ปิด เพื่อต่อกับ PLC ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลท์, 50 Hz โดยระยะเวลาระหว่างเปิดสุดถึงปิดสุดไม่เกิน 1 นาที

2.7 วาล์วควบคุมอากาศ (Air Regulating Valve)

ส่วนที่เป็น Casing จะต้องผลิตจาก Cast iron GG 20 และ ส่วนของ Shutter ทำจาก zincfree หรือเทียบเท่า และPlate Flange ทำจาก Chromium ตามมาตรฐานของ DIN หรือเทียบเท่าวาล์วจะต้องสามารถปรับค่าพื้นที่หน้าตัดของรู (orifice) ได้ต่อเนื่องระหว่าง 10 – 100% โดยสามารถกำหนดค่าอัตราส่วนของพื้นที่หน้าตัด (orifice) มีอุปกรณ์ในการทำความสะอาดตัวเอง โดยตัวขับเป็นชนิด Motor Actuator ใช้กับงานแบบได้ทั้งแบบ Modulating Service และ On-off Service มีระบบ Manual Overide เพื่อใช้ในกรณีไฟฟ้าดับ และมี Position Indicator Switch แสดงสถานะเปิด-ปิด เพื่อต่อกับ PLC ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลท์, 50 Hz โดยระยะเวลาระหว่างเปิดสุดถึงปิดสุดไม่เกิน 1 นาที

2.8 โกลบวาล์ว (Globe Valve)

โกลบวาล์ว ต้องผลิตจากวัสดุดังนี้ คือ ก้านเป็น Silicon Bronze, พวงมาลัย (Handwheel) ทำจากเหล็กอบเหนียว (Malleable iron) วัสดุอัด (Packing) ทำจาก Impregnated asbestos ปลอกอัด (Gland) ทำจาก Brass Rod, Packing Nut ทำจากบรอนซ์หล่อ (Bronze Casting) ตัวเรือนและฝาครอบ

ตัวเรือน (Body And Bonnet) ทำจาก Bronze Casting ตามมาตรฐาน ASTM B62 หรือ JISH 5111 Class 6, วาล์วต้องทนแรงดันอย่างต่ำ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โกลบวาล์วจะต้องได้รับการทำเครื่องหมาย (Marking) แสดงรายละเอียดของวาล์วเช่นเดียวกับเกตวาล์ว

2.9 เทอร์โมพลาสติค บอล์ลวาล์ว (Thermoplastic Ball Valve)

เทอร์โมพลาสติค บอลวาล์ว ต้องเป็นชนิด พีวีซี, Seat ทำจาก Teflon ซีล, (Seal) เป็นโอริง (O-ring) ทำจาก Viton วาล์วจะต่อด้วยหน้าจานเฉพาะในกรณีที่ระบุในแบบหรือกำหนดขึ้นเป็นพิเศษเท่านั้น วาล์วจะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้คือ

- สามารถถอดตัวเรือนออกได้โดยไม่ต้องถอด End Connector
- หมุนได้ 90°
- ตัวมือหมุนสามารถถอดออกได้
- เมื่อติดตั้งถูกต้องตามลูกศรแสดงทิศทางการไหลบนตัววาล์ว วาล์วจะต้องสามารถปิดกั้นท่อด้านเหนือน้ำ โดยที่ท่อด้านท้ายน้ำสามารถถอดออกเพื่อซ่อมแซมได้

แบริ่งทำจาก Stainless Steel หรือบรอนซ์ และเป็นแบบ Heavy Duty Prelubricated, ซีลของก้าน (Stem Seal) เป็นโอริง (O-ring) หรือ Mulitiple Buna-N Packing Ring โดยที่ปลอกอัด (Gland) และวัสดุอัด (Packing) ต้องสามารถถอดได้โดยไม่ต้องถอดวาล์ว พื้นผิวภายในที่เป็นเหล็ก ยกเว้น Finished หรือ seating surface ต้องเคลือบด้วยอีพ๊อกซีเหลว (Liquid Epoxy) ชนิดไม่มีโคลทาร์ (No Coal-tar) ความหนาฟิลม์แห้งไม่น้อยกว่า 100 ไมครอน พื้นผิวภายนอกที่เป็นเหล็กยกเว้น Bearing Surface ต้องเคลือบด้วย Non-Bleeding Type Coal Tar Epoxy โดยความหนาฟิลม์แห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน

การทำเครื่องหมาย (Marking) จะต้องหล่อติดกับตัวเรือนแสดงชื่อ เครื่องหมายของผู้ผลิต ปีที่ผลิต ขนาดวาล์ว และความดันใช้งาน โดย Marking ต้องเป็นอักษรนูน

2.10 Backpressure and Pressure Relief Valve

ติดตั้งที่ทางจ่ายของ Pump เพื่อใช้ระบายแรงดันที่สูงกว่าปกติ ซึ่งอาจเกิดจากการที่ Pump หยุดทำงานเนื่องจากไฟฟ้าดับหรือวาล์วด้านจ่ายถูกปิด หรือท่อจ่ายต้น เพื่อลดความเสียหายต่อตัว Pump วาล์วเป็นแบบ spring Operated ทำงานโดยทนแรงดันได้ถึง 10 บาร์ สามารถตั้งความดันใช้งานได้ก่อนถึง Shut Off Head ของ Pump

2.11 ประตูน้ำแบบบอลล์สำหรับน้ำประปา (Ball Valve)

- สามารถรับความดันในสภาพใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 100 psi
- สามารถทนอุณหภูมิในสภาพใช้งานไม่น้อยกว่า 95°

- Ball valve มีลักษณะดังนี้

Body	:	Brass
Ball	:	Brass
Seat	:	EPDM

2.12 Telescopic Valve

วาล์วที่ใช้ควบคุมระดับน้ำในบ่อ ด้วยการใช้ท่อสองขนาดซ้อนกัน โดยท่อขนาดใหญ่กว่าเรียกว่า Inlet Pipe ที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้สวมเข้ากับท่อขนาดเล็กกว่าที่เรียกว่า Outlet Pipe ที่ยึดติดกับที่ และด้วยการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ของ Inlet Pipe สามารถดันให้ระดับน้ำในบ่อสูงขึ้นหรือลดลงได้

Telescopic Valve มีส่วนประกอบดังนี้ Inlet Pipe ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (304 Stainless Steel) ที่มาพร้อมยางกันรั่วทำจาก Chloroprene, Outlet pipe ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (304 Stainless Steel) ที่มาพร้อมกับหน้าแปลนเพื่อยึดกับเส้นท่อ

Telescopic Valve ใช้การติดตั้งกับผนังแบบ Wall Guide Bracket

2.13 เกจ์วัดความดันและอุปกรณ์ประกอบ

เกจ์วัดความดันแบบ bourdon type ขนาดหน้าปัทม์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว โดยจะต้องติดตั้งที่ด้านดูดและจ่ายของ pump ทุกเครื่อง และที่ตำแหน่งอื่นๆ ที่กำหนดในแบบ ตัวเรือนทำด้วย stainless steel สามารถอ่านค่าความดันได้ ± 150% ขนาดความดันที่จุดติดตั้งมีความถูกต้อง (accuracy) ±1% การติดตั้งจะต้องมีอุปกรณ์ เช่น needle valve, snapper, siphon หรือ pig tail

2.14 Knife Gate Valve

จะต้องเป็นชนิด Knife Gate Valve เป็นชนิดตัวเรือนแบบบาง (Wafer) ทนแรงดันได้ถึง 10 บาร์ การเคลือบผิวตัวเรือนด้วย Epoxy มีความหนาไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน วัสดุที่ใช้ทำประกอบด้วยตัวเรือนทำจากเหล็กหล่อ โดยที่ลิ้นและแกนทำจาก Stainless Steel

2.15 Float Modulating Valve

เป็นชนิด Single chamber hydraulic operated globe style หรือ Y-style มีข้อกำหนดดังนี้

- Body	:	Cast iron
- Seat	:	SS
- Draphragm	:	Reinforced Synthetic rubber
- P.lot body	:	Brass
- Float	:	Plastic
- Pressure rating	:	10 kg/cm2

2.16 Solenoid valve

เป็นแบบ on-off ตัววาล์วเป็นเหล็กหล่อ หรือ Bronze การทำงานเป็นแบบ Normally closed เมื่อไม่มีไฟเข้าจะปิดโดยสปริง หรือ Normally Opened เมื่อไม่มีไฟเข้าจะเปิดโดยสปริง ใช้กับไฟ 220 V, 50 Hz ทนแรงดัน 10 kg/cm^2

3. รายละเอียดของอุปกรณ์ขับ (Operator)

3.1 ตัวขับวาล์วแบบมือหมุน (Manual)

ตัวขับของวาล์วชนิด Manual แบ่งเป็นแบบมือหมุน (Handwheel) ไม่มีเฟืองทด และแบบข้อเหวี่ยง (Crank Operated) ซึ่งแบ่งเป็น Single และ Double Gear โดยตัวขับแบบ Manual ตามที่กล่าวมา จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- วัสดุที่ใช้ทำชุดขับ ใช้ข้อกำหนดตามข้อกำหนดด้านวัสดุของตัวขับของเกต ชนิด Motor Operated
- ข้อกำหนดของค่าแรงบิดที่ต้องการ (Torque Requirement) ใช้เช่นเดียวกับของตัวขับของ เกต ชนิด Motor Operator
- ตัวขับของวาล์วที่ติดอยู่กับท่อซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อสูงจากพื้นไม่เกิน 2.3 เมตร (7.5 ฟุต) ใช้ตัวขับแบบมือหมุน
- ตัวขับของวาล์วที่ติดอยู่กับท่อซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ สูงจากพื้นเกิน 2.3 เมตร ให้ใช้ตัวขับแบบใช้โซ่ (Chain Operated)
- วาล์วปีกผีเสื้อแบบฝังดิน ใช้ตัวขับแบบ Total Enclosed Worm And Gear และต้องมีก้านต่อมายัง Valve Box ด้วย
- เกตวาล์วแบบฝังดินจะต้องมี Valve Box ซึ่งต้องมีขนาดพอดีกับฝาครอบตัวเรือน (Bonnet)
- Valve Box ต้องเป็นแบบปรับความยาวได้ และแข็งแรงพอจะรับแรงดันได้

3.2 ตัวขับวาล์วชนิด Pneumatic

Pneumatic Valve Operator เป็นแบบกระบอกสูบ (Cylinder Type) และมีคุณสมบัติดังนี้

- ตัวกระบอกสูบ (Cylinder Body) ทำจาก Hard-drawn Brass หรือ Centrifugally Cast Bronze หรือเหล็กชุบโครเมี่ยม (Chromium Plated)
- Cylinder Head และ Cap End ทำจากวัสดุประเภทเหล็กซึ่งทนต่อการกัดกร่อน
- ลูกสูบ (Piston) ทำจากเหล็กชุบโครเมี่ยม (Chromium Plated Steel), Hard Coated Aluminum หรือ Cadmium Plated Cast Iron
- บุช (Bush) ของก้านลูกสูบ (Piston Rod) ทำจาก Bronze และยึดติดแบบ Pilot-fit ใน Cylinder Head

- Rod Seal, Rod Wiper, Piston Cup ทำจาก Neoprene Buna-n หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมกับงานด้านอากาศ

3.3 ตัวขับวาล์วแบบไฟฟ้า

Electric Valve Operator ตัวขับแบบไฟฟ้าสำหรับวาล์ว ขนาดตั้งแต่ 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ลงมาจะเป็นหมุนกลับได้ (Reversing Type) ใช้ Shaded Pole Motor แบบปิดมิดชิด (Totally Enclosure) ใช้กับไฟกระแสสลับ 220 โวลท์ ตัวขับทำงานด้วยระบบเฟือง ตัวขับจะต้องมี Limit Switch แบบ Double Pole Double Throw Contact Arrangement Rated 5 แอมป์ 220 โวลท์ Non-inductive Load ในกรณีตัวขับต้องใช้ Voltage Reduction จะต้องมีการจัดติดตั้งเป็นอุปกรณ์มาตรฐานมาด้วย ตัวขับต้องมี Torque อย่างน้อยร้อยละ 125 ของ Torque สูงสุดที่วาล์วต้องการ ยกเว้นกรณีปลั๊กวาล์ว ตัวขับต้องมี Torque อย่างน้อยร้อยละ 175 ของ Torque สูงสุดที่ปลั๊กวาล์วต้องการ

ตัวขับแบบไฟฟ้าตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป จะเป็นแบบ Reverse Positioning Type ตัวขับใช้ไฟ 3 เฟส 380 โวลท์ 50 เฮิตซ์ ตัวขับต้องมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

- ความเร็วในการเปิด ปิด เป็นไปตามข้อกำหนดหน้างาน
- มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแบบปิดมิดชิด (Totally Enclosure Non Ventilated) ใช้กับไฟ 3 เฟส 50 เฮิตซ์ 380 โวลท์
- ตัวขับต้องมี Torque Thrust Limiting Switch Limit Switch Controller ตามข้อกำหนดเดียวกับข้อกำหนดของตัวขับของเกตชนิด Motor Operated
- ตัวขับต้องมีมือหมุน (Handwheel) ซึ่งทำงานแยกเป็นอิสระ (Override) กับมอเตอร์ เช่นเดียวกับข้อกำหนดของตัวขับของเกตชนิด Motor Operated

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.3
เครื่องสูบน้ำเสีย (Waste Water Submersible Pump)

3.3.1 รายละเอียดทั่วไป (General)

ก. เป็นเครื่องสูบใต้น้ำ ติดตั้งในบ่อสูบน้ำ ออกแบบเหมาะสำหรับสูบน้ำระบายน้ำโดยเฉพาะ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา ขนาดมอเตอร์มีสมรรถนะตามที่ระบุไว้ในแบบและรายการความเป็นฉนวนมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Class F (ฉนวนของขดลวดทนอุณหภูมิได้ถึง 120°C) ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิทซ์ ส่วนของมอเตอร์จะต้องประกอบเป็นหน่วยเดียวกันกับเครื่องสูบน้ำ โดยมีอุปกรณ์ป้องกันการรั่วซึมของน้ำที่จะผ่านเข้ามอเตอร์คือ Oil Chamber กับ Silicon Carbide Mechanical Seal ใบพัด (Casing) สูบน้ำและตะกอนได้

ข. อัตราการสูบน้ำ (Flow Rate and Head) ให้เป็นไปตามแบบและรายการพร้อม ด้วยอุปกรณ์พิเศษ เพื่อติดตั้งหรือยกเครื่องสูบน้ำขึ้นจากบ่อ โดยไม่ต้องถอดหรือประกอบท่อส่งน้ำ (Guide Rail Fitting & Duck Foot Bend)

ค. มาตรฐานที่ใช้

เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในส่วนที่ไม่ได้ระบุไว้ ต้องมีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้

- AWWA American Water Works Association
- ASTM American Society for Testing Material
- BS British Standard
- DIN Deuthche Industries Norman
- ISO International Organization for Standardization
- JIS Japanese Industrial Standara
- TUV TUV Rheinland (TUV)
- IEC International Electro Technical Commission
- TIS Thai Industrial Standard

ง. แบบและเอกสาร

ผู้รับจ้างต้องยื่นแบบและเอกสาร ดังต่อไปนี้

- หนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำที่แสดงค่าความสัมพันธ์ Flow rate-Head, Power Input-Head และ Output eff-Head, NPSH Required ของรุ่นที่จะใช้
- Technical Data ของเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์

3.3.2 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำเสีย (Structure of Pump)

ก. ใบพัด (Impeller)

ใบพัด (Impeller) เป็นแบบ Non-Clog Swirl Type ทำด้วย Gray Iron Casting ใบพัดจะต้องได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้านสถิตศาสตร์และจลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) มาจากโรงงานผู้ผลิต

ข. Suction Cover

Suction Cover ทำด้วย Gray Iron Casting

ค. Mechanical Seal

Mechanical Seal ทำด้วย Silicon Carbide หล่อลื่นด้วย Turbine Oil ภายใน Oil Chamber

ง. เพลา (Shaft)

เพลา (Shaft) จะต้องเป็นเพลาเดียวยาวตลอด ทำด้วย Stainless Steel

จ. ลูกปืน (Bearing)

ลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing

ฉ. มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ (Motor) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความร้อน (Overheat) ด้วย Motor Protection (Built-In Thermal Protection) ชนิดสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ได้เมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูงและเมื่อมอเตอร์เย็นลงจะสามารถ Reset ได้เอง

ช. สกรู (Screw)

สกรู (Screw) ทุกตัวต้องเป็น Stainless Steel

3.3.3 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

ก. Duck Foot Bend ทำด้วย Gray Iron Casting พร้อมด้วย Discharge Flange มี Anchor Bolts, น็อตและสกรูทำด้วย Stainless Steel

ข. Quick Connector ทำด้วย Gray Iron Casting ยึดติดกับ Discharge Bore ของตัวเครื่องสูบน้ำใช้สำหรับเกาะยึด Duck Foot Bend

ค. Guide Rail Fittings ประกอบด้วย Guide Rail ซึ่งทำด้วยท่อเหล็กอาบสังกะสีหรือวัสดุอื่นที่ไม่เป็นสนิมเมื่อแช่อยู่ในน้ำ, Upper Guide Holder ทำด้วย Gray Iron Casting สำหรับยึด Guide Rail

ง. โซ่ (Lifting Chain) ทำด้วย Structural Steel ชุบ Galvanized ความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร

3.3.4 การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสีย (Controller)

การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียโดยอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำเป็นแบบ Mercury Float Switch ให้เครื่องสูบน้ำทำงานสลับกันในเวลาปกติ และจะทำงาน ร่วมกันในเวลาน้ำมากกว่าปกติโดยเป็นแบบอัตโนมัติ ระดับของลูกลอยประกอบด้วยระดับเครื่องสูบ 2 ชุด ทำงานพร้อมกัน, ระดับทำงาน 1 ชุด, ระดับตัดเครื่องสูบน้ำทั้งหมดโดยที่ระดับดังกล่าวได้กำหนดไว้ในแบบหรือจะกำหนดให้ในงานสนาม

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.4-1
การขุด ถม บดอัด และแต่งระดับลาดเอียง

1. ทั่วไป

"กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ" ที่ระบุไว้ในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้ในหมวดนี้ด้วย

2. ขอบเขตของงาน

งานในหมวดนี้รวมถึงการขุด เจาะ ถม บดอัด เคลื่อนย้าย และดำเนินงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานดิน เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปตามระบุในแบบรูปและรายการละเอียด

3. ฝีมือการทำงาน

งานที่เกี่ยวข้องกับงานดินทั้งหมดจะต้องกระทำด้วยความประณีตเรียบร้อยพอสมควรก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องจัดเตรียมแนว และระดับต่างๆ ให้เรียบร้อย การใช้เครื่องมือในการขุดดินฐานรากจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง โดยการตรวจสอบที่ระดับหัวเสาเข็มที่เจาะหรือตอกไปแล้วเพื่อตรวจสอบเสาเข็มหักหรือหนีศูนย์

4. การป้องกัน

4.1 อาคารข้างเคียง ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันและระมัดระวังการเคลื่อนและการทรุดตัวของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างข้างเคียง โดยจัดหาและติดตั้งค้ำยันหรือกรรมวิธีต่างๆ เพื่อป้องกันอันตราย ซึ่งอาจ จะเกิดขึ้นก่อนลงมือปฏิบัติการเกี่ยวกับงานดิน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอกรรมวิธีในการป้องกันให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างตรวจอนุมัติก่อนจึงดำเนินการได้

4.2 ส่วนต่างๆ ของอาคารและระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่เดิม เมื่อค้นพบจากการขุดเจาะดิน ซึ่งแม้มิได้แสดงไว้ในแบบรูปและรายการ แต่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการโยกย้าย โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. การขุดดิน

5.1 การขุดดินทั่วไป

ระยะและระดับในการขุดดินต้องตรงกับที่ระบุไว้ในรูปแบบ ระดับก้นหลุมของงานขุดดินต้องอยู่ในระดับที่ถูกต้องแน่นอน

1) งานขุดดินสำหรับการก่อสร้างอาคาร หมายรวมถึงการขุดมวลวัสดุที่ปะปนอยู่ในดินตามธรรมชาติของดินทั่วไป

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

2) มวลวัสดุที่ต้องการขุดทั้งหมดสำหรับการแต่งชั้นดินรอบอาคาร ต้องตรงตามข้อ กำหนด

3) มวลวัสดุที่ขุดขึ้นมา ถ้าที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่เหมาะสมสำหรับการถมดิน ผู้รับจ้างต้องจัดการขนย้ายออกจากสถานที่ก่อสร้าง

4) ในกรณีที่ขุดพบโบราณวัตถุ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที และโบราณวัตถุที่ขุดได้จะต้องตกเป็นสมบัติของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น

5.2 การขุดดินฐานราก

1) การขุดบ่อทำฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดให้ได้ขนาดและระดับตามแบบและรายการรายละเอียด พร้อมทั้งป้องกันมิให้ดินพังทลายหรือเกิดความเสียหายใดๆ ซึ่งอาจจะทำได้ด้วยการกั้นคอกหรือขุดดินลดเป็นขั้นๆ ลงไป ดินที่ขุดขึ้นต้องนำไปกองไว้ให้เรียบร้อยตามคำแนะนำของที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นเนื่องจากการขุดดินนี้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น

2) ผู้รับจ้างต้องสูบน้ำก้นบ่อออกให้หมด ก่อนที่จะเทคอนกรีตฐานราก และตลอดเวลาดำเนินการเทคอนกรีตฐานราก

3) เมื่อทำฐานรากเสร็จตามแบบ และรายการละเอียดแล้ว ก่อนที่จะทำการกลบบ่อดินผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างทราบ เพื่อตรวจดูความเรียบร้อยฐานรากนั้น แล้วจึงจะทำการกลบดินได้

4) การกลบดินจะต้องถมดินเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งๆ หนาไม่เกิน 30 เซนติเมตร โดยกระทุ้งให้แน่นทุกๆ ชั้น

5.3 การขุดร่องหรือคู

ในการขุดร่องหรือคูระบายน้ำในบริเวณอาคาร ต้องระมัดระวังอย่าทำให้ฐานรากเสียหาย

5.4 พื้นคอนกรีตวางบนดิน

ชั้นดินที่รองรับพื้นคอนกรีตจะต้องเป็นดินแน่นตามที่ได้ระบุและต้องอยู่ในระดับที่แสดงไว้ในรูปแบบ

6. การถมดินและการกลบเกลี่ยดิน

การถมดินจะต้องได้ระดับที่เหมาะสม เพื่อการทรุดและทรงตัวของมวลดิน ผู้รับจ้างต้องจัดการให้ได้ระดับสุดท้ายตรงตามรูปแบบ

6.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ถมและกลบเกลี่ย ต้องประกอบด้วยดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในกรณีที่ใช้ดินที่ขุดจากบริเวณสถานที่ก่อสร้าง จะต้องได้รับการอนุมัติจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างก่อนและผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนำดินจากที่อื่นมาถมแทน

6.2 การจัดปรับระดับ

ก่อนการถมดินและการกลบเกลี่ยดิน พื้นที่ในบริเวณนั้นต้องอยู่ในสภาพที่เรียบร้อยได้ระดับตามแนวนอนและใช้เครื่องมืออัดแน่นตามที่ได้ระบุไว้ แต่ต้องไม่เป็นอันตรายต่อโครงสร้างอื่น หรือส่วนของอาคารที่อยู่ใกล้เคียง

7. การถมด้วยหิน กรวด หรือทราย

1) การถมประกอบด้วยทราย กรวด และหินตามรายละเอียดในบทที่ว่าด้วยคอนกรีต

2) การถมด้วยหิน กรวด หรือทราย ต้องเตรียมและจัดทำตามขนาดและ ความหนาที่ได้ระบุไว้ในรูปแบบ

3) มวลวัสดุที่ใช้ถม ต้องมีคุณสมบัติในการควบคุมความชื้นของฐานรากได้พอเหมาะด้วย ต้องมีกรรมวิธีตามคำแนะนำของที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างโดยคำนึงถึงความหนาและรูปร่างของมวลที่ใช้ถม

8. การบด อัดแน่น

การถมดินและกลบเกลี่ยดินทั้งหมด ต้องมีความชื้นที่พอเหมาะแล้วทำการอัดแน่น ตามจำนวนเปอร์เซ็นต์ของความหนาแน่นมากที่สุด ในสภาพความชื้นนั้นและต้องไม่น้อยกว่า 2% หรือไม่มากกว่า 5% ของความชื้นที่ดีที่สุดตามมาตรฐานของ AASHTO

Material	Percent of Max. Density
Fill	90%
Fill (Supporting Footing)	90%
Backfill	90%
Fill and Backfill (Top Inches Beneath Slab on Grade)	95%
Granular Fill	95%

9. การทดสอบ

การทดสอบเพื่อให้ได้ความหนาแน่นของการถมและกลบเกลี่ยดิน เพื่อให้อยู่ในสภาพที่ดีโดยที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเป็นผู้เลือกสถานที่ปฏิบัติการทดสอบ

9.1 ความหนาแน่นสูงสุด

การทดสอบต้องใช้ตัวอย่าง 2 ส่วน ที่แยกกันเพื่อตัดสินความหนาแน่นสูงสุดในสภาพความชื้นที่เหมาะสม ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเป็นผู้จัดการ เลือกเก็บจากสถานที่ที่ต้องการ

9.2 การทดสอบการอัดแน่น

ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ในการทดสอบการอัดแน่นทุก 200 ลูกบาศก์เมตร และทุกความลึก 0.30 เมตร ของการถมดิน

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.4-2
งานแบบหล่อ

1. ทั่วไป

"กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ" ที่ระบุไว้ในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

2. การคำนวณออกแบบ

2.1 การวิเคราะห์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นฝ่ายคำนวณออกแบบงานแบบหล่อ โดยต้องคำนึงถึงการโก่งตัวขององค์อาคารต่างๆ อย่างระมัดระวังและต้องได้รับอนุมัติจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างก่อน จึงจะนำไปใช้ก่อสร้างได้

2.2 ค้ำยัน

1) เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อหรือวิธีการค้ำยันซึ่งมีการจดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัดและผู้คำนวณออกแบบก็จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตในเรื่องการยึดโยง และน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย สำหรับช่วงความยาวต่างๆ ระหว่างที่ยึดของค้ำยัน

2) ห้ามใช้การต่อค้ำยันแบบทาบในสนามเกินกว่าอันสลับอัน สำหรับค้ำยันใต้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุกๆ สามอันสำหรับค้ำยันใต้คาน และไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่งนอกจากจะมีการยึดทะแยงที่จุดต่อทุกๆ แห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าว จะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้าง หรือกึ่งกลางระหว่างจุดยึดด้านข้าง ทั้งนี้เพื่อป้องกันการโก่ง

3) จะต้องคำนวณออกแบบรอยต่อให้สามารถต้านทานการโก่ง และการดัด เช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่นๆ สำหรับค้ำยัน ที่ทำด้วยไม้ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันจะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

2.3 การยึดทะแยง

ระบบแบบหล่อจะต้องคำนวณออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างลงสู่พื้นดินในลักษณะที่ปลอดภัยตลอดเวลา จะต้องจัดให้มีการยึดทะแยงทั้งในระนาบดิ่งและระนาบราบตามต้องการ เพื่อให้มีสติฟเนสสูงและเพื่อป้องกันการโก่งไม่ให้มากเกินไป

2.4 ฐานสำหรับงานแบบหล่อ

จะต้องคำนวณออกแบบฐาน ซึ่งจะเป็นชนิดวางบนโครงสร้างบนดิน ฐานแผ่หรือมีเสาเข็มรองรับให้ถูกต้องและเหมาะสม

2.5 การทรุดตัว

แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อให้สามารถชดเชยกับการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ในกรณีที่ใช้ไม้ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุด โดยเฉพาะจำนวนรอยต่อซึ่งแนวเสี้ยนบรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้าง ซึ่งอาจใช้ลิ่มสอดที่ยอดหรือก้นของค้ำยันแห่งใดแห่งหนึ่ง แต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

3. รูปแบบ

3.1 การอนุมัติโดยที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง

ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรูปแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อเพื่อให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอนุมัติก่อน หากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเห็นว่าแบบดังกล่าวยังไม่แข็งแรงพอหรือยังมีข้อบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างแนะนำจนเสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน และการที่ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอนุมัติในแบบที่เสนอหรือแก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดี และดูแลรักษาให้แบบหล่ออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีตลอดเวลา

3.2 สมมติฐานในการคำนวณออกแบบ

ในรูปแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่างๆ ที่สำคัญ ตลอดจนสภาพการบรรทุกน้ำหนักรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกจร อัตราการบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ

3.3 รายการต่างๆ ที่ต้องปรากฏในรูปแบบ

รูปแบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) สมอ ค้ำยันและการยึดโยง
2) การปรับแบบหล่อในที่ระหว่างเทคอนกรีต
3) แผ่นกั้นน้ำ ร่องลิ้น และสิ่งที่จะต้องสอดไว้
4) นั่งร้าน
5) รูน้ำตา หรือรูที่เจาะไว้สำหรับเครื่องจี้
6) ช่องสำหรับทำความสะอาด
7) รอยต่อระหว่างก่อสร้าง และรอยต่อเผื่อการขยายตัวตามที่ระบุในแบบ
8) แถบมนสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)
9) การยกท้องคานและพื้นกันแอ่น
10) การเคลือบผิวแบบหล่อ
11) รายละเอียดในการค้ำยัน

4. การก่อสร้าง

4.1 ทั่วไป

1) แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจ และอนุมัติก่อนจึงจะเรียงเหล็กเสริมได้

2) แบบหล่อจะต้องแน่นเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้มอร์ต้าจากคอนกรีตไหลออกมา

3) แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น มอร์ต้า และสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงก้นแบบจากภายในได้จะต้องจัดช่องเปิดไว้เพื่อให้สามารถขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่างๆ ออกก่อนเทคอนกรีต

4) ห้ามนำแบบหล่อที่ชำรุดจากการใช้งานครั้งหลังสุดจนถึงขั้นที่อาจทำลายผิวหน้าหรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้อีก

5) ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนัก เช่น การกองวัสดุ ห้ามโยนของหนักๆ เช่น มวลรวมไม้กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่นๆ ลงบนคอนกรีตที่เทใหม่ๆ และยังไม่มีกำลังสูงพอ

6) ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างแบบหล่อ ในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุดหรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักมากเกินไป

4.2 ฝีมือ

ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานที่ฝีมือดี

1) รอยต่อของค้ำยัน

2) การสลับรอยต่อในแผ่นไม้อัดและการยึดโยง

3) การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง

4) จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับและตำแหน่งที่เหมาะสม

5) การขันเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับให้ตึงพอดี

6) ในกรณีที่วางค้ำยันบนดินอ่อน แรงแบกทานใต้ชั้นดินอ่อนนั้นจะต้องสูงพอ

7) การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยกหรือแรงบิด ณ จุดร่วมนั้นๆ ได้

8) การเคลือบผิวแบบหล่อจะต้องกระทำก่อนเรียงเหล็กเสริม และจะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไปจนทำให้เหล็กเปรอะเปื้อน

9) รายละเอียดของรอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อระหว่างก่อสร้าง

4.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

1)	ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายดิ่งในแต่ละชั้น	10	มม.
2)	ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือจากความลาดที่ระบุในแบบในช่วง 10 เมตร	15	ม ม .
3)	ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคารจากแนวที่กำหนดในแบบและตำแหน่งเสาผนังและฝาประจันที่เกี่ยวข้องในช่วง 10 เมตร	20	ม ม .

4)	ความคลาดเคลื่อนของขนาดของหน้าตัดเสาและคาน	ลด	5	มม.
	และความหนาของแผ่นพื้นและผนัง	เพิ่ม	10	มม.
5)	ฐานราก			
	- ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ	ลด	20	มม.
		เพิ่ม	50	มม.
	- ตำแหน่งผิดหรือระยะเฉศูนย์		50	มม.
	- ความคลาดเคลื่อนในความหนา	ลด	50	มม.
		เพิ่ม	100	มม.
6)	ความคลาดเคลื่อนของขั้นบันได	ลูกตั้ง	2.5	มม.
		ลูกนอน	5	มม.

4.4 งานปรับแบบหล่อ

1) ก่อนเทคอนกรีต

– จะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับใช้ในการปรับการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ

– หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องยึดลิ่มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้ได้ที่แน่นหนา

– จะต้องยึดแบบหล่อกับค้ำยันข้างใต้ให้แน่นหนา พอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้าง และด้านขึ้นลงของส่วนใดส่วนหนึ่งของแบบหล่อทั้งหมดขณะเทคอนกรีต

– จะต้องเผื่อระดับและมุมมนไว้สำหรับรอยต่อต่างๆ ของแบบหล่อ การทรุดตัว การหดตัวของไม้ การแอ่น เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่และการหดตัวทางอีลาสติคขององค์อาคารในแบบหล่อ ตลอดจนการยกท้องคานและพื้นซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

– จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับ หรือแนวของค้ำยันในกรณีที่เกิดการทรุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ่มหรือแม่แรง

– ควรจัดทำทางเดินสำหรับเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำขารองรับตามแต่จะต้องการ และต้องวางบนแบบหล่อ หรือองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างโดยตรง ไม่ควรวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องแข็งแรงพอเหมาะกับที่รองรับของทางเดินดังกล่าว โดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อนหรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้

2) ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต

– ในระหว่างและภายหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยกท้องคาน พื้น และการได้ดิ่งของระบบแบบหล่อโดยใช้อุปกรณ์ตามข้อ 1) หากจำเป็นให้รีบดำเนินการแก้ไขทันทีในระหว่างการก่อสร้างหากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรง และแสดงให้เห็นว่าเกิดการทรุดตัวมากเกินไปหรือเกิดการโก่งบิดเบี้ยวแล้วให้หยุดงานทันที หากเห็นว่าส่วนใดจะชำรุดตลอดไปก็ให้รื้อออก และเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

– จะต้องมีผู้คอยเฝ้าสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อเห็นว่าสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องปฏิบัติงานโดยถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ

– การถอดแบบหล่อและที่รองรับ จะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ โดยนับจากเวลาที่เทคอนกรีตแล้วเสร็จ ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว หรือใช้วิธีบ่มพิเศษอาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ออกแบบ

ค้ำยันใต้คาน	21	วัน
ค้ำยันใต้แผ่นพื้น	21	วัน
ผนัง	24	ชั่วโมง
เสา	24	ชั่วโมง
ข้างคานและส่วนอื่นๆ	24	ชั่วโมง

ในกรณีที่ผู้รับเหมาใช้คอนกรีตที่ให้กำลังสูง (High Early Strength Concrete) หรือโดยวิธีบ่มพิเศษหรืออย่างอื่น และต้องการที่จะถอดแบบก่อนที่กำหนดไว้ ให้ทำข้อเสนอต่อวิศวกรผู้ออกแบบเพื่ออนุมัติโดยการหล่อลูกปูนเพิ่มขึ้นจากเดิม และทดสอบหากำลังอัดก่อนที่จะถอดแบบ

อย่างไรก็ดี ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอาจสั่งให้ยืดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นเป็นการสมควร ถ้าปรากฏว่ามีส่วนหนึ่งส่วนใดของงานเกิดชำรุด เนื่องจากถอดแบบเร็วกว่ากำหนด ผู้รับเหมาอาจต้องทุบส่วนนั้นทิ้งและสร้างขึ้นใหม่แทนทั้งหมด

5. วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ

ผู้รับเหมาอาจเลือกใช้วัสดุใดก็ได้ที่เหมาะสมในการทำแบบหล่อ แต่ผิวคอนกรีตที่ได้จะต้องตรงตามข้อ 3.6 ว่าด้วยการแต่งผิวคอนกรีตทุกประการ

6. การแต่งผิวคอนกรีต

6.1 คอนกรีตสำหรับอาคาร

1) การสร้างแบบหล่อ จะต้องมั่นคงพอที่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและต้องมีขนาดและลักษณะผิวตรงตามที่ระบุทั้งในข้อกำหนดและรูปแบบทางวิศวกรรมและหรือ สถาปัตยกรรม

2) สำหรับแผ่นพื้นหลังคารวมทั้งกันสาดและดาดฟ้า ห้ามขัดมันผิวเป็นอันขาด นอกจากในแบบจะระบุไว้

6.2 การแต่งผิวถนนในบริเวณอาคาร

การแต่งผิวถนนคอนกรีต อาจใช้เครื่องมือ หรือเครื่องจักรกลก็ได้ ในทันทีที่แต่งผิวเสร็จให้ตรวจสอบระดับด้วยไม้ตรงยาวประมาณ 3 เมตร ส่วนที่เว้าให้เติมด้วยคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกัน สำหรับส่วนที่โค้งนูนให้ตัดออกแล้วแต่งผิวใหม่ในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว

7. **การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย**

1) ทันทีที่ถอดแบบจะต้องทำการตรวจสอบ หากพบว่าผิวคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะ ต้องแจ้งให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างทราบทันที พร้อมทั้งเสนอวิธีแก้ไข เมื่อที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้วผู้รับเหมา ต้องดำเนินการซ่อมในทันที

2) หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตก่อนได้รับการตรวจสอบ โดยที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง คอนกรีตส่วนนั้นอาจถือเป็นคอนกรีตเสียก็ได้

8. **งานนั่งร้าน**

เพื่อความปลอดภัย ผู้รับเหมาควรปฏิบัติตาม “ข้อกำหนดนั่งร้านงานก่อสร้างอาคาร” ในมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวง มหาดไทยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างโดยเคร่งครัด

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.4-3
เหล็กเสริมคอนกรีต

1. ทั่วไป

1) "กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ" ที่ระบุไว้ในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

2) ข้อกำหนดในหมวดนี้ คลุมถึงงานทั่วไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริมตามชนิดและชั้นที่ระบุไว้ในแบบและในบทกำหนดนี้ งานที่ทำจะต้องตรงตามแบบ, บทกำหนด และตามคำแนะนำของที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอย่างเคร่งครัด

3) รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1008-38 ทุกประการ

2. วัสดุ

คุณภาพของเหล็กที่ใช้เสริมคอนกรีต จะต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย (ม.อ.ก.) ทั้งขนาด น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่นๆ สำหรับพื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริม โดยเฉลี่ยแล้วจะต้องเท่ากับที่คำนวณได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางที่กำหนดในแบบจริงๆ เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มม. จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 113.1 ตร.มม. แต่เส้นผ่านศูนย์กลางยอมให้คลาดเคลื่อนได้ตามมาตรฐาน ม.อ.ก. ฉะนั้นหากผู้รับจ้างประสงค์จะนำเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดที่เล็กกว่าที่เป็นจริง จะต้องเพิ่มปริมาณจนได้พื้นที่หน้าตัดที่กำหนด โดยจะเรียกเงินเพิ่มเติมมิได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็กเสริมไปทดสอบยังสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการทดสอบและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รายงานผลการทดสอบให้จัดส่งต้นฉบับพร้อมส่งสำเนารวม 3 ชุด ให้ทำการทดสอบทุกๆ 200 ตันของเหล็กแต่ละขนาดเป็นอย่างน้อย หรือเมื่อที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเห็นสมควร

3. การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

จะต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้เหนือพื้นดินและอยู่ในอาคาร หรือทำหลังคาคลุม และต้องเก็บไว้ในลักษณะที่เหล็กเส้นจะไม่ถูกดัดจนงอไปจากเดิม เมื่อจัดเรียงเหล็กเส้นเข้าที่พร้อมจะเทคอนกรีตแล้ว เหล็กนั้นจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี สนิมขุม หรือสะเก็ด หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ

4. วิธีการก่อสร้าง

4.1 การดัดและประกอบ

1) เหล็กเสริม จะต้องมีขนาด และรูปร่างตรงตามที่กำหนดในแบบ และในการดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กชำรุดเสียหาย

2) หากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอเหล็ก ให้งอตามเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

2.1) ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลม ให้มีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

2.2) ส่วนที่งอเป็นมุมฉากให้มีส่วนที่ยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

2.3) เหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก

- สำหรับเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ถึง 16 มม. ให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กแต่ต้องไม่น้อยกว่า 60 มม. หรือ
- สำหรับเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. ถึง 25 มม. ให้งอ 90 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก หรือ
- สำหรับเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ถึง 25 มม. ให้งอ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของออีกอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก

3) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอ เส้นผ่านศูนย์กลางของการงอเหล็กให้วัดด้านในของเหล็กที่งอ สำหรับของอมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใช้ ต้องไม่เล็กกว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางต่อไปนี้

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอเหล็กเสริม

ขนาดของเหล็ก	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุด สำหรับของอเหล็กเสริม
6 มม. ถึง 25 มม	6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น
28 มม. ถึง 36 มม.	8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น
44 มม. ถึง 57 มม.	10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

4.2 การเรียงเหล็กเสริม

1) ก่อนเรียงเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กมิให้มีสนิมขุม สะเก็ด และวัสดุเคลือบต่างๆ ที่จะทำให้การยึดหน่วงเสียไป

2) จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีตให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพอดี และผูกยึดให้แน่นหนาระหว่างเทคอนกรีต หากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการติดตั้งได้

3) ที่จุดตัดกันของเหล็กเส้นทุกแห่ง จะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดเหล็กเบอร์ 18 S.W.G. (Annealed-Iron Wire) โดยพันสองรอบและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน

4) ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้อง โดยใช้เหล็กแขวน ก้อนมอร์ต้า เหล็กยึด หรือวิธีอื่นใด ซึ่งที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างให้ความเห็นชอบแล้ว ก้อนมอร์ต้าให้ใช้ส่วนผสมปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 1 ส่วน

5) หลังจากผูกเหล็กแล้วจะต้องให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง ตรวจก่อนเทคอนกรีตทุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควร จะต้องทำความสะอาด และให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

5. การต่อเหล็กเสริม

5.1 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องต่อเหล็กเสริมนอกจุดที่กำหนดในแบบหรือที่ระบุในตารางต่อไปนี้ ทั้งตำแหน่งและวิธีต่อจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบเสียก่อน

รอยต่อในเหล็กเสริม

ชนิดขององค์อาคาร	ชนิดของรอยต่อ	ตำแหน่งของรอยต่อ
คาน แผ่นพื้น	ต่อทาบ, ต่อเชื่อม (สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 32 มิลลิเมตร)	ตามที่ได้รับอนุมัติสำหรับคาน เหล็กบนให้ต่อที่บริเวณกลางคาน เหล็กล่างต่อที่หน้าเสาถึงระยะ L/5 จากศูนย์กลางเสา
เสา ผนัง	ต่อทาบหรือต่อเชื่อม	เหนือระดับพื้น 1 เมตร จนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน
ฐานราก	สำหรับด้านที่สั้นกว่าความยาวของเหล็ก 1 เส้น ห้ามต่อ	-

5.2 การต่อเหล็กในเสา

1) การต่อโดยวิธีทาบ ให้ระยะทาบไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้น ในกรณีของเหล็กเส้นกลมธรรมดา ไม่น้อยกว่า 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 และไม่น้อยกว่า 45 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 50 แล้วให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กเบอร์ 18 S.W.G.

2) การต่อโดยวิธีเชื่อม ให้เชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กท่อนบน และต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Electric Arc Welding) หรือวิธี Gas Pressure Welding ก็ได้

3) เหล็ก SD 50 ห้ามต่อโดยวิธีเชื่อม

4) ตำแหน่งของรอยต่อให้อยู่เหนือระดับพื้น 1 เมตร จนถึงระดับ 1 เมตร ใต้พื้นชั้นบน

5) ณ หน้าตัดใดๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 50 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมดไม่ได้

5.3 การต่อเหล็กรับแรงดึง

1) ห้ามต่อเหล็กเสริม ณ จุดที่เกิดแรงดึงสูงสุด

2) ณ หน้าตัดใดๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมเกินร้อยละ 25 ของจำนวนเหล็กเสริม ทั้งหมดไม่ได้

3) การต่อโดยวิธีทาบ ระยะทาบสำหรับเหล็กเส้นกลมต้องไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้น ไม่น้อยกว่า 50 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 25 มม. และไม่น้อยกว่า 65 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 50 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 25 มม. ในการต่อทาบเหล็กทุกขนาด ต้องผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กเบอร์ 18 S.W.G. ให้แน่นหนา สำหรับเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 25 มม. ห้ามต่อโดยวิธีทาบอย่างเดียว แต่ให้ใช้วิธีเชื่อม

4) การต่อโดยวิธีเชื่อมมี 2 วิธี คือ ต่อเชื่อมและทาบเชื่อม วิธีต่อเชื่อมนั้นให้เชื่อมด้วยวิธีเหลาปลายเหล็กชนปลาย และต่อเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Electric Arc Welding) ส่วนวิธีทาบเชื่อมนั้นให้ทาบเป็นระยะ 36 เท่า เส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กแล้วเชื่อมที่ช่วงปลาย 2 ข้าง และตรงกลางของระยะทาบ โดยรอยเชื่อมแต่ละตำแหน่งยาวไม่น้อยกว่า 100 มม. รอยต่อโดยวิธีเชื่อมต้องรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของค่าแรงดึงที่จุดคลากของเหล็กเสริมนั้น

5) การทาบเหล็กในฐานรากแผ่ (Mat Foundation) เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 32 มม. ให้ใช้ระยะทาบเหมือนข้อ 3) หรือใช้วิธีต่อโดยการเชื่อมเหมือนข้อ 4) ส่วนเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มม.ขึ้นไป เหล็กล่างให้ใช้ระยะทาบ 50 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง และเหล็กบนให้ใช้ระยะทาบ 65 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือใช้วิธีต่อโดยการเชื่อมเหมือนข้อ 4)

5.4 สำหรับเหล็กเสริมที่โผล่ทิ้งไว้ เพื่อจะเชื่อมต่อกับเหล็กของส่วนที่จะต่อเติมภายหลัง จะต้องทำการป้องกันมิให้เสียหายและผุกร่อน

5.5 การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีเชื่อม จะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมนั้น ก่อนเริ่มงานเหล็กเสริมจะต้องทำการทดสอบกำลังของรอยต่อเชื่อมโดยสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ผู้รับจ้างจะต้องสำเนาผลการทดสอบอย่างน้อย 3 ชุด ไปยังที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง

5.6 ณ หน้าตัดใดๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมรับแรงดึงเกินร้อยละ 25 ของจำนวนเหล็กเสริมที่รับแรงดึงทั้งหมดไม่ได้

5.7 รอยต่อทุกแห่งจะต้องได้รับการตรวจ และอนุมัติโดยที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างก่อนเทคอนกรีต รอยต่อซึ่งไม่ได้รับการอนุมัติให้ถือว่าเป็นรอยต่อเสีย อาจถูกห้ามใช้ก็ได้

6. คุณสมบัติของเหล็กเสริม

6.1 เหล็กเส้นกลมธรรมดา ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐานตาม SR 24 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) โดยมีกำลังที่จุดคลากไม่น้อยกว่า 2,400 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. และ 9 มม.

6.2 เหล็กข้ออ้อย ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐานตาม SD 40 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) โดยมีกำลังที่จุดคลากไม่น้อยกว่า 4,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มม. ถึง 28 มม.

6.3 เหล็กข้ออ้อย ให้ใช้เหล็กที่มีมาตรฐานตาม SD 50 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) โดยมีกำลังที่จุดคลากไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 32 มม. ขึ้นไป

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.4-4
คอนกรีต

1. ทั่วไป

1) "กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ" ที่ระบุในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้ในหมวดนี้ด้วย

2) งานคอนกรีตในที่นี้หมายรวมถึง งานคอนกรีตสำหรับโครงสร้าง ซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์ และเป็นไปตามแบบและบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามข้อกำหนดและสภาวะต่างๆ ของสัญญา

3) หากมิได้ระบุในแบบและ/หรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1008-38 ทุกประการ

2. วัสดุ

วัสดุต่างๆ ที่เป็นส่วนผสมของคอนกรีต หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นจะต้องมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์กำหนดของมาตรฐาน ASTM

1) ปูนซีเมนต์ จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมที่ มอก. 15 เล่ม 1-2532 ชนิดที่เหมาะสมกับงาน และต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่แห้งสนิทไม่จับตัวเป็นก้อน

2) น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาดใช้ดื่มได้ ในกรณีที่สงสัยจะต้องทำการทดสอบ

3) มวลรวม

3.1) มวลรวมที่ใช้สำหรับผสมคอนกรีต จะต้องแข็งแกร่งมีความคงตัวเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์

3.2) มวลรวมหยาบที่ใช้ในการผสมคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยหินที่มีความแข็งและทนทาน มีคุณสมบัติและส่วนคละของมวลรวมหยาบเป็นไปตามข้อกำหนด ASTM

3.3) มวลรวมละเอียดจะต้องเป็นทรายธรรมชาติ และมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนด ASTM

4) สารผสมเพิ่มและวัสดุที่เลือกใช้เป็นพิเศษสำหรับงานคอนกรีต เพื่อให้คอนกรีตมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบก่อนนำมาใช้

4.1) น้ำยาผสมคอนกรีต เพื่อหน่วงการก่อตัวไม่มีส่วนประกอบของคลอไรด์ ในส่วนผสมผลิตและตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM C 494 TYPE D และ BS 5075 PART 1 1974 ปริมาณการใช้ต้องเหมาะสมกับอุณหภูมิของคอนกรีต โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 28-40 องศาเซลเซียส ระยะเวลาหน่วงมากที่สุดไม่เกิน 8 ชั่วโมง อัตราส่วนผสม และวิธีการผสมต้องสอดคล้องกับกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.2) น้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อป้องกันการซึม และรับแรงดันของน้ำได้ไม่น้อยกว่า 2,000 กก./ตร.ม. ไม่มีส่วนประกอบของคลอไรด์ในส่วนผสมผลิต และตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM C 494 TYPE

A และ BS 5075 PART 1 1974 หากไม่มีการลดส่วนผสมจากอัตราส่วนปกติให้เพิ่มค่าการยุบตัวได้อีก 2-5 ซม. อัตราส่วนผสมและวิธีการผสมต้องสอดคล้องกับกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.3) น้ำยาบ่มคอนกรีตส่วนของโครงสร้างที่ไม่ได้อยู่ในแนวราบให้ทำการบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตประเภทที่สามารถทำการทาสีหรือฉาบปูนได้ เมื่อครบอายุการบ่มผลิตและตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM C-309 TYPE 1 (ประเภทมีสี) กรรมวิธีการใช้ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.4) ซีเมนต์พิเศษ เพื่ออุดซ่อมผิวคอนกรีตที่เทคอนกรีตไม่เรียบร้อยผิวของคอนกรีตโครงสร้างที่เป็นโพรงหรือมีเนื้อคอนกรีตที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นอันตรายต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้าง ผงซีเมนต์พิเศษดังกล่าว ต้องมีคุณสมบัติไม่เป็นสนิม ไม่หดตัวเมื่อเทในแบบหล่อ และมีกำลังสูงในช่วงเวลาสั้นกรรมวิธีการใช้ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.5) น้ำยาประสานเชื่อมคอนกรีต สำหรับงานซ่อมแซมคอนกรีตที่เทไปแล้วกับคอนกรีตใหม่รอยต่อระหว่างผิวคอนกรีตต้องใช้น้ำยาประสานรอยเชื่อม ก่อนใช้ต้องทำความสะอาดผิวคอนกรีตเดิมให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมันเศษผง หรือเศษปูน วิธีการใช้ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.6) แผ่นยางกันซึม PVC คั่นรอยต่อในส่วนของโครงสร้างที่ต้องรับแรงดันของน้ำ เช่น ผนังและพื้นห้องใต้ดิน ถังเก็บน้ำ สระว่ายน้ำ เป็นต้น การหยุดเทคอนกรีตตามตำแหน่งที่ระบุ หรือตำแหน่งใดๆ จะต้องใช้แผ่นยางกันซึม PVC คั่นรอยต่อตามขนาดที่ระบุในแบบ หรือขนาดไม่เล็กกว่าความหนาของโครงสร้างนั้น สำหรับประเภทของแผ่นกันซึมจะต้องสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานจริง ในกรณีที่แบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้พิจารณาการใช้ตามความเหมาะสมของงานดังนี้

- ชนิด SURFACE JOINT
- ชนิด EXPANSION JOINT
- ชนิด DUMBELL SECTION

คุณสมบัติของแผ่นยางกันซึม PVC คั่นรอยต่อที่เลือกใช้

- หน่วยแรงดึง (TENSILE STRENGTH) 140 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร
- การยืดออก ณ จุดวิบัติ (ELONGATION AT BREAKE) 300%
- หน่วยแรงเฉือน (SHEAR STRENGTH) 100 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร
- หน่วยแรง ณ รอยเชื่อม (WELDING STRENGTH) 90 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร
- มาตรฐาน BS 2571-1963

รอยต่อระหว่างแผ่นยางกันซึม PVC ใช้วิธีการเชื่อม ห้ามใช้วิธีการทาบ ก่อนเทคอนกรีตต้องยึดแผ่นกันซึม PVC ให้ได้แนวและทนทานต่อการเคลื่อนตัวของคอนกรีตที่เท กรรมวิธีการทำและติดตั้งตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.7) วัสดุคั่นรอยต่อ และวัสดุเชื่อมรอยต่อในส่วนโครงสร้างคอนกรีตที่ระบุให้โครงสร้างแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด ให้ใช้วัสดุคั่นรอยต่อตามที่ระบุท้ายนี้

4.8) ผงซิเมนต์พิเศษฉาบ/ทา ป้องกันซึมและแรงดันของน้ำ สำหรับส่วนของโครงสร้างที่ต้องสัมผัสน้ำ หรือน้ำใต้ดินตลอดเวลา เช่น ถังเก็บน้ำ สระว่ายน้ำ บ่อลิฟท์ ต่ำกว่าระดับดินผนังชั้นห้องใต้ดิน พื้นห้อง

ใต้ดิน รางน้ำ คสล. ที่หลังคา หรือระเบียงเป็นต้น จะต้องฉาบ/ทากันซึม ในอัตราส่วนผสมหรือกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.9) สารผสมเพิ่มนอกเหนือที่ระบุ จะต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบ ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างของสารผสมเพิ่มที่จะใช้ข้างต้น บรรจุในภาชนะที่เหมาะสมเพื่อให้สังเกตสี หรือคุณลักษณะทางกายภาพได้โดยง่าย พร้อมส่งผลการทดสอบคอนกรีตตามส่วนผสมของสารผสม เพื่อให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างพิจารณา

5) การเก็บวัสดุ

5.1) ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในอาคาร ถังเก็บหรือไซโลที่ป้องกันความชื้นและความสกปรกได้ และในการส่งให้ส่งในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้ปะปนกัน

5.2) การส่งมวลรวมหยาบให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างให้เป็นอย่างอื่น

5.3) การกองมวลรวมจะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่นซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดคละ ตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่โดยเก็บตัวอย่าง ณ โรงผสมคอนกรีต

5.4) ในการเก็บสารผสมเพิ่มต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารลอยตัวหรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวยากระจายโดยสม่ำเสมอ ถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลว จะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก เพราะจะทำให้คุณสมบัติของสารนั้นเปลี่ยนแปลงได้

3. คุณสมบัติของคอนกรีต

1) องค์ประกอบ คอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันอย่างดีโดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะ

2) ความข้นเหลว คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความข้นเหลวที่พอเหมาะที่จะสามารถทำให้แน่นได้ ภายในแบบหล่อและรอบเหล็กเสริมหลังจากอัดแน่นโดยการกระทุ้งด้วยมือ หรือโดยวิธีสั่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้วจะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรงการแยกแยะ รูพรุนเมื่อแข็งตัว แล้วจะต้องมีกำลังตามที่ต้องการ ตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทน ความทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ รูปลักษณะและคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนด

3) กำลังอัดคอนกรีตสำหรับแต่ละส่วนของอาคาร จะต้องมีกำลังตามที่แสดงไว้ใน**ตารางที่ 1** นอกจากจะกำหนดในแบบโครงสร้างเป็นอย่างอื่น กำลังอัดสูงสุดให้คิดที่อายุ 28 วันเป็นหลัก สำหรับปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ธรรมดา แต่ถ้าปูนซีเมนต์ชนิดที่ 3 ซึ่งทำให้กำลังสูงเร็วให้คิดที่อายุ 7 วัน ทั้งนี้ให้ใช้แท่งกระบอกคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตรและสูง 300 มิลลิเมตร

4) การยุบ (Slump) การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติ ซึ่งหาโดย “วิธีทดสอบค่ายุบคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์” (ASTM C143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ใน**ตารางที่ 2** ข้างล่างนี้

ตารางที่ 1 การแบ่งประเภทคอนกรีตและเกณฑ์กำหนดเกี่ยวกับกำลังอัด

ชนิดของการก่อสร้าง	ประเภท	ค่าต่ำสุดของกำลังอัดของแท่งทรงกระบอกคอนกรีตหลังเทแล้ว 28 วัน (กก./ซม.^{2})
- โครงสร้างที่สัมผัสน้ำเสีย ท่อระบายน้ำ และบ่อพักทั้งหมด	ก	240
- โครงสร้างหลักของอาคาร และโครงสร้างทั่วไป	ข	240
- คอนกรีตหยาบ	ค	-

ตารางที่ 2 ค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่างๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ (มม.)	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก	100	50
แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.	125	75
เสา	125	75
ครีบ ค.ส.ล. และผนังบางๆ	125	75

5) ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ จะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 3 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด (มม.)
ฐานราก เสา และคาน	40
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไป	40
ผนัง ค.ส.ล. หนาน้อยกว่า 100 มม.	20
แผ่นพื้น ครีบ ค.ส.ล.	20

4. การคำนวณออกแบบส่วนผสม

1) ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใดๆจนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้น ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว

2) ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่างๆ และทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจให้ความเห็นชอบก่อน

3) การที่วิศวกรผู้ออกแบบให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมาหรือแก้ไข (หากมี) นั้น มิได้หมายความว่าจะลดความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากส่วนผสมนั้น

4) การจัดปฏิภาคส่วนผสม

4.1) จะต้องหาอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ ที่เหมาะสม โดยการทดลองขั้นตอนตามวิธีการต่อไปนี้

- จะต้องทดลองทำส่วนผสมคอนกรีตที่มีอัตราส่วนและความข้นเหลวที่เหมาะสมกับงาน โดยเปลี่ยนอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์อย่างน้อย 3 ค่า ซึ่งจะให้กำลังต่างๆ กัน โดยอยู่ในขอบข่ายของค่าที่กำหนดสำหรับงานนี้และ จะต้องคำนวณออกแบบสำหรับค่าการยุบสูงสุดเท่าที่ยอมให้
- จากนั้นให้หาปฏิภาคของวัสดุผสมแล้วทำการทดสอบตามหลักและวิธีการที่ให้ไว้ในเรื่อง “ข้อแนะนำวิธีการ เลือกปฏิภาคส่วนผสมสำหรับคอนกรีต” (ACI 211)
- สำหรับอัตราส่วนผสม น้ำ : ปูนซีเมนต์ แต่ละค่าให้หล่อชิ้นตัวอย่าง อย่างน้อย 3 ชิ้น สำหรับแต่ละอายุเพื่อนำไปทดสอบ โดยเตรียมและบ่มตัวอย่างตาม “วิธีทำและบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตสำหรับใช้ทดสอบแรงอัดและแรงดัด” (ASTM C 192) และทดสอบที่อายุ 7 และ 28 วัน การทดสอบให้ปฏิบัติตาม “วิธีทดสอบกำลังอัดของ แท่งกระบอกคอนกรีต” (ASTM C 39)
- ให้นำผลที่ได้จากการทดสอบ ไปเขียนเป็นกราฟแสดงความ สัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ กับ ค่ากำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ สูงสุดที่ยอมให้จะต้องได้มาจากค่าที่แสดงโดยกราฟที่ให้ค่ากำลังต่ำสุด ซึ่งมีค่าเกินร้อยละ 10 ของกำลังที่กำหนด
- สำหรับคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องไม่น้อยกว่า 325 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต

4.2) การใช้อัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ ค่าที่ต่ำสุดเท่าที่จะทำได้ในกรณีที่ใช้มวลรวมหยาบชนิดเม็ดเล็ก เช่น ในผนังเบาๆ หรือในที่ที่เหล็กแน่นมากๆ จะต้องพยายามรักษาค่าอัตราส่วนน้ำ : ปูนซีเมนต์ให้คงที่ เมื่อเลือกอัตราส่วน น้ำ : ปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมได้แล้วให้หาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต ดังอธิบายข้างบน

5. การผสมคอนกรีต

5.1 คอนกรีตผสมเสร็จ

การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม “บทกำหนดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ” (ASTM C 94)

5.2 การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

1) การผสมคอนกรีต ต้องใช้เครื่องผสมชนิดที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างแล้ว ที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุ และจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสมและผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมปูนซีเมนต์และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ

2) ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนปูนซีเมนต์และมวลรวมแล้วค่อยๆ เติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณหนึ่งในสี่ของเวลาผสมกำหนดจะต้องมีที่ควบคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนจะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่

3) เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตรลงมา จะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาที สำหรับทุกๆ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

6. การผสมต่อ

1) ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาด แต่ให้ทิ้งไป

2) ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อเพิ่มค่าการยุบเป็นอันขาด การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้างหรือที่โรงผสมคอนกรีตกลาง โดยความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างเท่านั้น แต่ไม่ว่าในกรณีใดจะเติมน้ำใน ระหว่างการขนส่งไม่ได้

7. การเตรียมการเทคอนกรีตในอากาศร้อน

ในกรณีที่จะเทคอนกรีตในอากาศร้อนจัด หรือจะเทองค์อาคารขนาดใหญ่ เช่น คานขนาดใหญ่ ฐานรากหนาๆ จะต้องหาวิธีลดอุณหภูมิของคอนกรีตสดให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาทิ ทำหลังคาคลุมโม่ผสมคอนกรีต กองวัสดุ และถังเก็บน้ำ ในบางกรณีอาจจะต้องใช้น้ำแข็งหรือสารผสมเพิ่มช่วยซึ่งหากไม่มีกำหนดเป็นอย่างอื่นผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้พิจารณา

8. การขนส่งและการเท

1) การเตรียมการก่อนเท

1.1) จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ออกจากด้านในของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงออกให้หมด

1.2) แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อย จะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกิน และ วัสดุแปลกปลอมใดๆ ออกให้หมด เหล็กเสริมผูกเข้าที่เสร็จเรียบร้อย วัสดุต่างๆ ที่จะฝังในคอนกรีตต้องเข้าที่เรียบร้อย และการเตรียมการต่างๆ ทั้งหมดได้รับการเห็นชอบแล้ว จึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้

2) การลำเลียง วิธีการขนส่ง และการเทคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างก่อนในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสมจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกแยะ หรือการสูญเสียของวัสดุผสม และต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

3) การเท

3.1) ผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้าง ยังมิได้จนกว่าจะได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว และเมื่อได้รับอนุมัติแล้ว หากผู้รับจ้างยังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 48 ชั่วโมงจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างอีกครั้งจึงจะเทได้

3.2) การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่ รอยต่อระหว่างก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบหรือได้รับความเห็นชอบแล้ว การเทคอนกรีตต่อเนื่องกัน คอนกรีตที่เทไปแล้วจะต้องยังคงสภาพเหลวพอที่จะเทต่อกันได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ห้ามมิให้เทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตซึ่งเทไว้แล้วเกิน 30 นาที มิฉะนั้นต้องทิ้งไว้ประมาณ 20 ชั่วโมง จึงจะเทต่อได้

3.3) ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่ก่อตัวบ้างแล้วบางส่วน หรือแข็งตัวทั้งหมด หรือที่มีวัสดุแปลกปลอมมาเทปะปนกันเป็นอันขาด

3.4) เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้ว จะต้องอัดคอนกรีตนั้นให้แน่นภายในเวลา 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวนพิเศษสำหรับการนี้โดยเฉพาะ หรือมีเครื่องผสมติดรถซึ่งจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้นให้เพิ่มเวลาได้เป็น 2 ชั่วโมง นับตั้งแต่บรรจุปูนซีเมนต์เข้าเครื่องผสม ยกเว้นในกรณีที่ใช้สารหน่วง (Retarder) และ ต้องเทภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องกวน

3.5) จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุด เท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกแยะ อันเนื่องจากการโยกย้ายและการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระวังอย่าใช้วิธีการใดๆที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตร นอกจากจะได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง

3.6) ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเปลือยโดยมีมอร์ต้าเป็นผิว จะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมดันหินให้ออกจากข้างแบบ เพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็มโดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้

วิธีสั่นด้วยเครื่องหรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีต หุ้มเหล็กเสริม และสิ่งที่ฝังจนทั่ว และเข้าไปอัดตามมุมต่างๆ จนเต็ม โดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหินอันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรง เป็นหลุมบ่อ หรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7,000 รอบต่อนาที และผู้ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ทำการสั่นคอนกรีตเกินขนาดหรือใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเคลื่อนคอนกรีตให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่มและถอนเครื่องสั่นขึ้นลงตรงๆ ที่หลายๆ จุด ห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร ในการจุ่มแต่ละครั้งต้องใช้เวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัว แต่ต้องไม่นานเกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแยกแยะ โดยปกติจุดหนึ่งๆ ควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5-15 วินาที ในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไป จนไม่อาจแหย่เครื่องสั่นลงไปได้ ก็ให้เครื่องสั่นนั้นแนบกับข้างแบบ หรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว สำหรับองค์อาคารสูงๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบ แต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้ โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไปจากที่กำหนด จะต้องมีเครื่องสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อยหนึ่งเครื่อง ประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในระหว่างเทคอนกรีต

3.7) การเทคอนกรีตโดยใช้เครื่องสูบคอนกรีต จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างก่อน

3.8) เมื่อกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในเสาสูงกว่า 1.4 เท่า ของกำลังอัดคอนกรีตที่ใช้ในระบบพื้น การถ่ายน้ำหนักเสาผ่านทางระบบพื้นนั้นจะต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

– คอนกรีตในเสาซึ่งกำลังอัดสูงกว่า จะต้องเทบนพื้นตามตำแหน่งเสานั้น โดยที่ผิวของคอนกรีตในเสาจะต้องขยายออกไปในพื้นจากขอบเสาไม่น้อยกว่า 600 มม. และคอนกรีตในเสาที่เทนอกขอบเสาออกมานั้น จะต้องผสมเข้ากับคอนกรีตในพื้นอย่างทั่วถึง

– กำลังอัดคอนกรีตในเสา ซึ่งถ่ายผ่านระบบพื้นนั้นสามารถใช้ตามค่ากำลังอัดของคอนกรีตในระบบพื้นซึ่งน้อยกว่านี้ได้ โดยเพิ่มเหล็กเสริมตามค่าน้ำหนักที่ต้องการ

– สำหรับเสาซึ่งมีที่รองรับด้านข้างทั้ง 4 ด้าน โดยคานที่มีความลึกใกล้เคียงกันหรือโดยแผ่นพื้น กำลังอัดของคอนกรีตในเสาให้คิดเท่ากับ 75% ของกำลังอัดคอนกรีตในเสาบวกกับ 35% ของกำลังอัดคอนกรีตในแผ่นพื้นนั้น

9. รอยต่อและสิ่งที่ฝังในคอนกรีต

9.1 รอยต่อระหว่างก่อสร้าง (Construction Joint) ของอาคาร

1) กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามความเห็นชอบของที่ปรึกษาควบคุมงาน ก่อสร้างรอยต่อก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้ผิวใหม่ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดเศษคอนกรีตส่วนที่ยุ่ยไม่แข็งแกร่ง และความสกปรกต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้น้ำฉีดหรือทรายฉีด หรือโดยวิธีการอื่นใด ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง

2) ในกรณีมิได้ระบุตำแหน่ง และรายละเอียดของรอยต่อนี้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำและวางรอยต่อในตำแหน่ง ซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และป้องกันมิให้เกิดรอยร้าวเนื่องจากการหดตัว และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างก่อน

3) ผิวบนของผนังและเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อระหว่างก่อสร้าง (Construction Joint) ที่อยู่ในแนวราบ จะต้องไม่ใช่คอนกรีตส่วนแรกที่ออกจากเครื่องผสม และจะต้องอัดแน่นให้ทั่ว โดยอัดให้เข้ากับ คอนกรีตที่เทไว้ก่อนแล้ว

4) ในกรณีของผิวทางแนวตั้ง ให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมน้ำให้ข้น ไล้ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป

5) สำหรับรอยต่อในผนังทั้งหมด และระหว่างผนังกับแผ่นพื้น หรือฐานราก หากมิได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่นให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไปและจะต้องใส่สลัก และเดือยเอียงตามแต่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควร โดยจะต้องมีสลักตามยาวลึกอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร

6) ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้นๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือแต่ละชั้นให้แน่นหนาเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีต และในขณะเทคอนกรีตกำลังก่อตัว

7) ในขณะคอนกรีตยังไม่ก่อตัวให้ขจัดฝ้าน้ำปูน และวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมด โดยไม่จำเป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ก็ให้ขจัดออก โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมง และให้ล้างผิวที่แข็งตัวแล้วด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ให้พรมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ชื้นแต่ไม่ให้เปียกโชก

8) หากได้รับความเห็นชอบ อาจเพิ่มความยึดหน่วงได้ตามวิธีต่อไปนี้

8.1) ใช้สารผสมเพิ่มที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว

8.2) ใช้สารหน่วงซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว เพื่อทำให้การก่อตัวของมอร์ต้าที่ผิวช้าลง แต่ห้ามใส่มากจนไม่ก่อตัวเลย

8.3) ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว โดยวิธีนี้จะทำให้มวลรวมโผล่โดยสม่ำเสมอปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วง หรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด

9.2 วัสดุฝังในคอนกรีต

1) ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไส้ สมอ และวัสดุฝังอื่นๆ ที่จะต้องทำงานต่อในภายหลังให้เรียบร้อย

2) ผู้รับจ้างที่ทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีต จะต้องได้รับแจ้งล่วงหน้า เพื่อให้มีโอกาสที่จะจัดวางและยึดสิ่งที่จะฝังได้ทันก่อนเทคอนกรีต

3) จะต้องติดตั้งแผ่นกันน้ำ ท่อร้อยสายไฟ และสิ่งที่จะฝังอื่นๆ เข้าที่ให้ถูกตำแหน่งอย่างแน่นอนและยึดให้แน่นเพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนตัว สำหรับช่องว่างในปลอก ไส้ ร่อง สมอ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลเข้าไปในช่องว่างนั้น

9.3 รอยต่อสำหรับพื้นถนน

1) รอยต่อทางยาวตลอดจนรอยต่อสำหรับการยืดหดตัว จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มช่วงจะต้องทำรอยระหว่างก่อสร้างขึ้น ในช่วงหนึ่งๆ จะมีรอยต่อระหว่างก่อสร้างเกินหนึ่งรอยไม่ได้ และรอยต่อดังกล่าวจะต้องอยู่ภายในช่วงกลางแบ่งสามส่วนของช่วง

2) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับรอยต่อต่างๆ จะยอมให้มีความผิดพลาดมากที่สุดได้ไม่เกินค่าต่อไปนี้

ระยะทางแนวราบ 6 มิลลิเมตร
ระยะทางแนวดิ่ง 3 มิลลิเมตร

3) จะต้องทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลน ผิวหน้ารอยต่อด้านหนึ่งที่เกิดจากด้านที่ติดกับแบบ จะต้องรอให้คอนกรีตแข็งตัวเสียก่อน แล้วจึงถอดแบบเพื่อเทคอนกรีตในอีกด้านหนึ่ง ผิวสัมผัสของคอนกรีตด้านที่เทไว้ก่อนจนแข็งตัวแล้ว จะต้องทาด้วยน้ำยาเคลือบ (Joint Primer) ก่อนที่จะเทคอนกรีตในช่วงต่อไป เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

9.4 รอยต่อเผื่อสำหรับการขยายตัวของคอนกรีต (Expansion Joint)

ให้ทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ โดยให้มีช่องว่างระหว่างการเทคอนกรีตครั้งแรก และครั้งที่สองให้มีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 เซนติเมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน และให้ใส่ช่องว่างระหว่างผิวคอนกรีตด้วยวัสดุประเภท Elastic Filler และอุดรอยต่อด้วยวัสดุประเภท Joint Sealant

9.5 วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer)

วัสดุที่ใช้ทารอยต่อ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตวัสดุที่นำมาใช้

9.6 แผ่นใยใส่รอยต่อคอนกรีต (Preformed Elastic Filler)

1) ลักษณะทั่วไป

ให้ใส่แผ่นใยนี้ ในรอยต่อคอนกรีตทุกแห่งที่กำหนดไว้เป็นรอยต่อเผื่อสำหรับการขยายตัว (Expansion Joint) แผ่นใยใส่รอยต่อจะต้องประกอบด้วยวัสดุเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์นำมาอัดเป็นแผ่น และอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว

2) คุณสมบัติ

– การดูดน้ำ เมื่อแช่แผ่นใยในน้ำ อุณหภูมิ 23±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องดูดน้ำได้ไม่มากกว่า 14% โดยน้ำหนัก

– ความแน่น ความแน่นของแผ่นใยเมื่อแห้งตามปกติ (Air Dry) จะต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

– แรงกด แรงกดที่ใช้กดแผ่นใยจนทำให้ความหนาลดลงครึ่งหนึ่ง จะต้องไม่เกิน 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

– การคืนตัวของแผ่นใย หลังจากการกดแล้วปล่อยให้แผ่นใยคืนตัวเป็นเวลา 10 นาที แผ่นใยจะต้องคืนตัวจนมีความหนาไม่น้อยกว่า 70% ของความหนาก่อนใช้แรงกด

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

– การขยายตัว เมื่อนำแผ่นใยวางลงในที่บังคับ 3 ด้าน ปล่อยด้านหนึ่งว่างไว้ เมื่อกดแผ่นใย แผ่นใยจะยืดออกทางด้านที่ว่างไว้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

9.7 แผ่นกันน้ำ (Waterstop)

จะต้องเป็นวัสดุประเภทสารสังเคราะห์ PVC (Polyvinyl Chloride) โดยให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แผ่นกันน้ำ (Waterstop) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอดตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ต่อตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระวังเป็นพิเศษ เพื่อให้ศูนย์กลางของเส้นแผ่นกันน้ำอยู่กึ่งรอยต่อพอดี

แผ่นกันน้ำทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น PVC จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ลำดับที่	คุณสมบัติ	POLYVINYL CHLORIDE
1.	ความแข็งแรง	HARDNESS SHORE "A" DUROMETER 60-75
2.	แรงดึงสภาพใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 140 กก./ซม.^{2}
3.	แรงดึงเมื่ออบด้วยออกซิเจนภายใต้อุณหภูมิ 21 กก./ซม.^{2}	ไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน
4.	การตายตัว (COMPRESSION SET)	การตายตัวของวัสดุเมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70 °C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70%
5.	ส่วนยืด (ELONGATION)	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 325%
6.	คุณสมบัติอื่น	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้

การติดตั้งแผ่นกันน้ำกรณีที่ต้องงอเป็นมุมฉากต้องมีรัศมีการงอไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร สำหรับแผ่นกันน้ำชนิด 2 ลอน และรัศมีการงอไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สำหรับแผ่นกันน้ำชนิด 3 ลอน ขนาด 15-20 เซนติเมตร ผิวของแผ่นกั้นน้ำต้องวางห่างจากผิวคอนกรีตไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร ในขณะติดตั้ง การยึดแผ่นกันนำกับไม้แบบ ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นยางกันน้ำที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันขาด ให้ยึดโดยวิธีจับยึด (CLIP OR FASTENERS)

9.8 วัสดุรอยต่อ (Joint Sealant)

ทุกแห่งที่กำหนดไว้ว่าเป็นรอยต่อคอนกรีตชนิดรอยต่อเผื่อขยาย (Expansion Joint) บริเวณใกล้ถึงผิวคอนกรีตต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้แน่นดี น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณลักษณะของวัสดุรอบรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยืดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยืดตัวได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่า และอัดตัวได้ครึ่งหนึ่งของขนาดเดิม โดยไม่มีการฉีกหรือปริแตกแต่อย่างใด และต้องไม่เกิดการล้าตัวใน

เนื้อของมันด้วยต้องมีความแข็งไม่น้อยกว่า SHORE "A" DUROMETER ประมาณ 30-40 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่ออายุได้ 7 วัน

9.9 การเก็บรักษาและการเตรียม

วัสดุที่ใช้ทำรอยต่อเพื่อการขยายตัว (Expansion Joint Material) ต้องนำมาเก็บไว้บนยกพื้นที่สูงจากพื้นดิน มีหลังคาปกคลุมไม่ให้ฝุ่นละออง น้ำมัน หรือความสกปรกต่างๆ เปื้อนได้

วัสดุที่ใช้ทำรอยต่อนี้ ต้องพยายามใช้ให้เป็นแผ่นเดียวกันเท่าที่จะทำได้ เครื่องมือที่ใช้ต้องมีคมพอที่จะตัดวัสดุนี้ให้ขาดจากกันได้ โดยมีผิวที่เรียบ การวางวัสดุนี้ให้เข้าที่ต้องทำโดยยึดติดกับคอนกรีตด้านที่จะแข็งตัวก่อนให้แน่น

10. งานอัดคอนกรีตชนิดไม่หดตัว (NON-SHRINK GROUT)

10.1 ขอบเขตของงาน

งานนี้ประกอบด้วย การจัดเตรียมวัสดุส่วนผสม และไม้แบบ รวมถึงการอัดคอนกรีตเพื่อให้ถูกต้องตรงตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

10.2 วัสดุ

ส่วนผสมของ Non-shrink Grout ต้องประกอบด้วย Non-shrink Metallic Aggregate ผสมกับทรายและซีเมนต์ ซีเมนต์และทราย ตามอัตราส่วนผสมดังแสดงในตารางต่อไปนี้

วัสดุ	อัตราส่วนผสม	
	โดยปริมาตร	โดยน้ำหนัก
Non-shrink Metallic Aggregate	0.15	0.25
ซีเมนต์	1.00	1.00
ทราย	1.50	1.50

ทรายและซีเมนต์จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมโยธาธิการ มยธ. 101-2533 : งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือมาตรฐานอื่นที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

10.3 วิธีการเตรียมส่วนประกอบ

จะต้องทำการผสมปูนซีเมนต์ ทราย และ Non-shrink Metallic Aggregate เข้าด้วยกันในลักษณะที่แห้งอยู่ ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้จนเข้ากันดีก่อน แล้วจึงค่อยเติมน้ำลงไปโดยให้ปริมาณน้ำต่อส่วนผสมอยู่ในอัตราส่วน ประมาณ 36-40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ผู้รับจ้างอาจจะเสนอขอเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมให้

แตกต่างจากที่กำหนดไว้ โดยจะต้องเสนอรายละเอียดซึ่งแสดงถึงหลักฐานข้อมูลการใช้งาน Non-shrink Grout ด้วยอัตราส่วนผสมดังกล่าว ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน

สารผสมคอนกรีตชนิดนี้ ซึ่งได้ผสมน้ำแล้ว จะต้องใช้ให้หมดภายในเวลา 20 นาที ถ้าพ้นจากกำหนดเวลานี้ ห้ามนำมาใช้

10.4 วิธีการก่อสร้าง

จะต้องทำความสะอาดผิวทั้งสองข้างที่จะทำการ Grouting ให้ปราศจากคราบดินหรือน้ำมัน ผู้รับจ้างจะต้องกั้นแบบด้านข้าง 3 ด้าน เพื่อกั้นคอนกรีตไว้ โดยเปิดไว้ 1 ด้าน สำหรับทำการ Grouting อาจจะต้องใช้แท่งเหล็กหรือไม้ช่วยในการอัดส่วนผสมของ Non-shrink Grout เข้าไป จนกระทั่งเต็มช่องโดยไม่มีโพรงเหลืออยู่ ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างของผู้ว่าจ้างอาจจะสั่งให้ผู้รับจ้างรื้อคอนกรีตที่เป็นโพรงออกทำการผสมและอัดใหม่ก็ได้แล้วแต่กรณี หลังจากที่ Non-shrink Grout เริ่มแข็งตัวแล้วจะต้องทำการบ่มด้วยน้ำในทำนองเดียวกับการบ่มคอนกรีตเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง

11. การซ่อมผิวที่ชำรุด

1) ห้ามปะซ่อมรูร้อยเหล็กยึด และเนื้อที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างจะได้ตรวจสอบแล้ว

2) สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็กๆ และชำรุดเล็กน้อย หากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างลงความเห็นว่าพอที่จะซ่อมแซมให้ดีได้จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไปจะต้องทำความสะอาดคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อม และเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกไปอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร มอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อรายละเอียด ซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 แล้ว 1 ส่วน ให้ละเลงมอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว

3) ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 2.5 ส่วน โดยปริมาตรชื้นและหลวมสำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอก ให้ผสมปูนซีเมนต์ขาวเข้ากับปูนซีเมนต์ธรรมดา 2 ส่วน เพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง ทั้งนี้โดยใช้วิธีทดลองหาส่วนผสมเอาเอง

4) ให้จำกัดปริมาณของน้ำให้พอดีเท่าที่จำเป็นในการยกย้ายและการปะซ่อมเท่านั้น

5) หลังจากที่น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ที่จะปะซ่อมหมดแล้ว ให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดหน่วงนี้เริ่มเสียน้ำให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะซ่อมทันที ให้อัดมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึง และปาดออกให้เนื้อนูนกว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อยและจะต้องทิ้งไว้เฉยๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการหดตัวขั้นต้นก่อนที่จะตกแต่งขั้นสุดท้ายบริเวณที่ปะซ่อมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วันสำหรับคอนกรีตเปลือยที่ต้องการรักษาลายไม้แบบ ห้ามใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะฉาบเป็นอันขาด

6) ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมากหรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างลงความเห็นว่าอยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ก็ให้ปะซ่อมได้ โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมตัวยากันการหดตัว (Non-Shrink

Mortar) เป็นวัสดุแทนปูนทรายธรรมดา หากคอนกรีตที่เหลือเป็นคอนกรีตดีแต่มีรูพรุนมากให้ใช้ Pressurized Epoxy Grouting ชั้นหนึ่งก่อนที่จะปะซ่อม ทั้งนี้ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

7) ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมาก หรือเกิดข้อเสียหายใดๆ เช่น คอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนดและผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นตามวิธีที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างได้เห็นชอบด้วยแล้ว หรือหากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างเห็นว่าการชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้ได้ดีอาจสั่งทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

12. การบ่มและการป้องกัน

หลังจากได้เทคอนกรีตแล้วและอยู่ในระยะกำลังก่อตัว จะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ลมแห้ง ฝน น้ำไหล การเสียดสีและจากการบรรทุกน้ำหนักเกินสมควร สำหรับคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าใบเปียก หรือขัง หรือพ่นน้ำ หรือโดยวิธีที่เหมาะสมอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างเห็นชอบสำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และด้านข้างของคานให้หุ้มกระสอบ หรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกันและรักษาให้ชื้นโดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับคอนกรีต ในกรณีที่ใช้ปูน ซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นให้อยู่ในวินิจฉัยของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง

13. การทดสอบ

13.1 การทดสอบแท่งกระบอกคอนกรีต

ชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบอาจนำมาจากทุกๆรถ หรือตามผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างจะกำหนด ทุกวันจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบ 7 วัน 3 ก้อน และ 28 วัน 3 ก้อน สำหรับระยะเวลาผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างอาจกำหนดเป็นอย่างอื่นตามความเหมาะสม วิธีเก็บ เตรียม บ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตาม "วิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต" (ASTM C 39) ตามลำดับ

13.2 รายงาน

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้แทน ผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และสำนักงานผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างและผู้ออกแบบ 2 ชุด

รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) วันที่หล่อ
2) วันที่ทดสอบ

3) ประเภทของคอนกรีต
4) ค่าการยุบ
5) ส่วนผสม
6) หน่วยน้ำหนัก
7) กำลังอัดสูงสุด

13.3 การทดสอบแนว ระดับ ความลาดและความไม่สม่ำเสมอของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคาร

เมื่อคอนกรีตพื้นถนนแข็งตัวแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบแนว ระดับ ความลาด ตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่างๆ อีกครั้งหนึ่ง หาก ณ จุดใด ผิวถนนสูงกว่าบริเวณข้างเคียงเกิน 3 มิลลิเมตร จะต้องขัดออก แต่ถ้าสูงมากกว่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทุบพื้นช่วงนั้นออกแล้วหล่อใหม่ โดยออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

13.4 การทดสอบความหนาของพื้นคอนกรีตในบริเวณอาคาร

ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง อาจกำหนดให้มีการสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีต โดยวิธีเจาะเอาแก่นไปตรวจตามวิธีของ ASTM C 174 ก็ได้ หากปรากฏว่าความหนาเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดเกิน 3 มิลลิเมตร วิศวกรผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตัดสินว่าถนนนั้นมีกำลังพอจะรับน้ำหนักบรรทุกตามที่คำนวณออกแบบไว้ได้หรือไม่ หากวิศวกรผู้ออกแบบลงความเห็นว่า พื้นถนนนั้นไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ได้ ผู้รับจ้างจะต้องทุบออกแล้วเทคอนกรีตใหม่โดยจะเรียกเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้างมิได้

14. การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

1) ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบชิ้นตัวอย่างสามชิ้นหรือมากกว่า ซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

2) หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ก็อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแก่นคอนกรีตไปทำการทดสอบ

3) การทดสอบแก่นคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม "วิธีเจาะและทดสอบแก่นคอนกรีตที่เจาะ และคานคอนกรีตที่เลื่อยตัดมา" (ASTM C 24) การทดสอบแก่นคอนกรีตจะต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

4) องค์อาคาร หรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอ ให้เจาะแก่นอย่างน้อยสองก้อนจากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่นั้นๆ ตำแหน่งที่จะเจาะแก่นให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด

5) กำลังของแก่นที่ได้จากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่ จะต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับหรือสูงกว่าร้อยละ 90 ของกำลังที่กำหนดจึงจะถือว่าใช้ได้ และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด

6) จะต้องอุดรูซึ่งเจาะเอาแก่นออกมาตามวิธีในข้อ 11 ให้เรียบร้อยด้วย Non-Shrink Mortar

7) หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า คอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอจะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

8) ชิ้นตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีตอาจใช้ลูกบาศก์ขนาด 150 x 150 x 150 มม. แทนได้ โดยให้เปรียบเทียบค่ากำลังอัดตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท.

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.4-5
เหล็กรูปพรรณ

1. ทั่วไป

1) "กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ" ที่ระบุไว้ในภาคอื่น (ถ้ามี) ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

2) บทกำหนดหมวดนี้คลุมถึงเหล็กรูปพรรณ ท่อกลม ท่อเหลี่ยม (Steel Tubing) ทุกชนิด

3) รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กรูปพรรณ ซึ่งมิได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ให้ถือปฏิบัติตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1015-40 ทุกประการ

2. ขอบเขตของงาน

งานนี้ประกอบด้วย การจัดหา ประกอบติดตั้งเหล็กที่ใช้ในการก่อสร้าง ตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามคำแนะนำของที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง บรรดาเหล็กและวัสดุอื่นๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานก่อนที่จะนำเหล็กและวัสดุอื่นมาใช้ในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างวัสดุหรือรูปแบบและแบบรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawings) ให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างตรวจสอบและอนุมัติเสียก่อนจึงจะนำวัสดุนั้นๆ เข้ามาใช้ประกอบติดตั้งได้

3. วัสดุ

1) เหล็กรูปพรรณทั้งหมด จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมที่ มอก. 116-2517 หรือ ASTM หรือ JIS ที่เหมาะสม ในกรณีที่ไม่ได้ระบุในแบบให้ถือว่าเป็นเหล็กชนิดเทียบเท่า A 36 หรือ SS 400

ระยะความยาวของเหล็กให้ใช้วิธีวัดเทียบโดยใช้เทปโลหะมาตรฐานที่ได้รับการตรวจสอบรับรองระยะแล้ว โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนจากความยาวตามที่กำหนดในแบบแปลนได้ดังนี้

สำหรับชิ้นส่วนเหล็กที่มีความยาวน้อยกว่า 10 เมตร ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

สำหรับชิ้นส่วนเหล็กที่มีความยากมากว่า 10 เมตร ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

2) เหล็กกลวง จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 107

3) เหล็กแผ่น จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A-22 หรือเทียบเท่า

4) สลักเกลียว แป้นเกลียว และแหวนรองแป้นเกลียว จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 291,171 และ 258

5) ลวดเชื่อม จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 49

4. การกองเก็บวัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งที่ประกอบแล้ว และยังไม่ได้ประกอบจะต้องเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจากฝุ่น ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิมในกรณีที่ใช้เหล็กที่มีคุณสมบัติต่างกันหลายชนิดต้องแยกเก็บและทำเครื่องหมาย เช่น โดยการทาสี แบ่งแยกให้เห็นอย่างชัดเจน

5. การจัดทำ Shop Drawing

ก่อนที่จะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing ส่งต่อที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง เพื่อรับความเห็นชอบโดย Shop Drawing นั้นจะต้องประกอบด้วย

1) แบบที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อ การประกอบ และการติดตั้ง รูสลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อที่กระทำในโรงงาน

2) สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล

3) จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงบัญชีวัสดุ และวิธีการยกติดตั้ง ตลอดจนการยึดโยงชั่วคราว

6. การตัด

การตัดต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้เกิดการบิดเบี้ยว หรือเกิดการเป็นริ้วลูกคลื่น การตัดแผ่นเหล็กที่อุณหภูมิปกติจะต้องใช้รัศมีของการดัดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความหนาของแผ่นเหล็กนั้น ในกรณีที่ทำการดัดที่อุณหภูมิสูงห้ามทำให้เย็นตัวลงโดยเร็ว สำหรับเหล็กกำลังสูง (High-Strength Steel) ให้ทำการดัดที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น

7. รูและช่องเปิด

1) การเจาะ หรือตัด หรือกดทะลุให้เป็นรู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็กนอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่น ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟ หากรูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้องจะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อมและเจาะรูใหม่ให้ถูกตำแหน่ง ในเสาซึ่งเป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งต่อกับคาน ค.ส.ล. จะต้องเจาะรูไว้เพื่อให้เหล็กเสริมในคานคอนกรีตสามารถลอดได้ รูจะต้องเรียบร้อยปราศจากรอยขาดหรือแหว่ง ขอบรูซึ่งคมและยื่นเล็กน้อยอันเกิดจากการเจาะด้วยสว่านให้ขจัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม โดยลบมุม 2 มิลลิเมตร ช่องเปิดอื่นๆนอกเหนือจากรูสลักเกลียวจะต้องเสริมแหวนเหล็กซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริม รูหรือช่องเปิดภายในของแหวนจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น

2) โดยทั่วไปถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้าง รูที่เจาะไว้สำหรับสลักเกลียวชนิดไม่ได้ตกแต่งผิว จะต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักเกลียวไม่เกิน 1.5 มิลลิเมตร รูที่เจาะไว้สำหรับสลักเกลียวชนิดธรรมดา โดยทั่วไปจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสลักเกลียวไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร เมื่อมีความหนาของเหล็กที่เจาะรูมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสลักเกลียว

3) การเจาะรูนำสำหรับสลักเกลียวชนิดไม่ได้ตกแต่งผิว ให้ใช้วิธีเจาะนำก่อนตรงกลางตำแหน่งที่ต้องการเจาะ แล้วจึงทำการเจาะคว้านรูให้ใหญ่ขึ้นจนได้ขนาด และแต่งด้วยตะไบให้เรียบร้อย การเจาะรูสำหรับสลักเกลียวชนิดธรรมดาโดยทั่วไป ต้องวางชิ้นวัสดุที่จะเจาะรูประกบกันให้ได้รูปแบบลักษณะตามต้องการและเจาะรูพร้อมกันทั้งสองชิ้น การเจาะรูให้ใช้แผ่นแม่แบบเป็นแบบในการเจาะชิ้นวัสดุ

8. การประกอบและยกติดตั้ง

1) ให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้ในการประกอบ โครงสร้างจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างเหล่านี้ โดยตลอด เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โครงสร้างที่จะต้องนำมาประกอบในสนามจะต้องมีการทดลองประกอบในโรงงานและถอดก่อนที่จะส่งมาประกอบในสนาม เพื่อจะได้ทำการแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด ทั้งนี้ก่อนกระทำการถอดขึ้นส่วนโครงสร้างออกจะต้องทำเครื่องหมาย และหมายเลขไว้ด้วยทุกแห่ง การทำเครื่องหมายนี้ให้กระทำหลังจากที่มีการทาสีรองพื้นกันสนิมเรียบร้อยแล้ว

2) การตัดเฉือน ตัดด้วยไฟ สกัด และกดทะลุ ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต

3) องค์อาคารที่วางทาบกันจะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า

4) การติดตัวเสริมกำลัง และองค์อาคารยึดโยง ให้กระทำอย่างประณีตสำหรับตัวเสริมกำลังที่ติดแบบอัดแน่นต้องอัดให้สนิทจริงๆ

5) รายละเอียดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1015-40 ทุกประการ

6) ไฟที่ใช้ตัดควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ

7) การเชื่อมต่อชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็ก จะต้องกระทำโดยวิธีเชื่อมด้วยประกายไฟฟ้า (Shielded Electric Arc) ตามมาตรฐานวิธีการเชื่อมซึ่งกำหนดโดย American Welding Society (AWS) และจะต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีความรู้ความชำนาญ สามารถปฏิบัติงานตามมาตรฐานงานเชื่อมได้เป็นอย่างดี และเพื่อเป็นการพิสูจน์ถึงความสามารถช่างเชื่อม ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอาจจัดให้มีการทดสอบฝีมือของช่างเชื่อมได้

8) ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจาก สะเก็ดร่อน ตะกรัน สนิม ไขมัน สีและวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้

9) ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่น เพื่อให้ผิวแนบสนิทสามารถทาสีอุดได้โดยง่าย

10) หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ

11) ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวและหน่วยแรง ตกค้างในระหว่างกระบวนการเชื่อม

12) ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะที่จะให้ได้ Penetration โดยสมบูรณ์ โดยมิให้กระเปาะตะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ Backing Plates ก็ได้

13) ชิ้นส่วนที่จะต้องเชื่อมแบบทาบจะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะมากได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

14) ช่างเชื่อมจะต้องมีความชำนาญในเรื่องการเชื่อมเป็นอย่างดี โดยช่างเชื่อมทุกคนจะต้องมีหนังสือรับรองว่าผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน เป็นต้น

15) สำหรับเหล็กหนาตั้งแต่ 25 มม. ขึ้นไปต้อง Preheat ก่อนเชื่อมโดยให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการต่อที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเพื่อรับความเห็นชอบ

16) สำหรับเหล็กหนา 50 มม. ขึ้นไปให้เชื่อมแบบ Submerged Arc Welding

17) การลดความร้อนชิ้นส่วนวัสดุที่เชื่อมโดยการนำไปจุ่มลงในน้ำ หรือราดด้วยน้ำ ไม่อนุญาตให้ปฏิบัติ แต่จะปล่อยให้ชิ้นส่วนวัสดุที่เชื่อมแล้ว ค่อยๆเย็นลงทีละน้อย

9. การตรวจสอบรอยเชื่อม

ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่วิศวกรผู้ออกแบบหรือที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเป็นผู้กำหนด ลักษณะของรอยเชื่อมที่ยอมรับได้จะต้องมีพื้นผิวที่เรียบ ไม่มีมุมแหลมคม ได้ขนาดตามที่กำหนดในแบบ และจะต้องไม่มีรอยแตกร้าวโดยใช้วิธีการตรวจสอบดังต่อไปนี้

9.1 ในกรณีการเชื่อมแบบทาบ (Fillet Weld)

ให้ทดสอบโดยการใช้ Dye Penetrant ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 165 หรือทดสอบโดยใช้ Magnetic Particle ซึ่งรายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 709

9.2 ในกรณีการเชื่อมแบบต่อชน (Butt Weld)

1) เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมมีความหนาไม่เกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีเอ็กซเรย์ (X-Ray) รายละเอียดการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 94 และ ASTM E 142

2) เมื่อแผ่นเหล็กที่นำมาต่อเชื่อมมีความหนาไม่เกิน 40 มม. ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมโดยใช้วิธีรังสีแกมม่า (Gamma-Ray) หรือทดสอบโดยใช้อุลตราโซนิค (Ultrasonic)

ทั้งนี้ผลการทดสอบจะต้องได้รับการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันที่เชื่อถือได้รายละเอียด เกี่ยวกับการตรวจสอบรอยเชื่อมนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS

10. การซ่อมแซมรอยเชื่อม

1) บริเวณที่ได้รับการตรวจสอบรอยเชื่อมแล้วพบว่ามีปัญหา จะต้องทำการขจัดทิ้งและทำการเชื่อม แล้วตรวจสอบใหม่

2) ในบริเวณโลหะเชื่อมที่มีรอยแตกจะต้องขจัดรอยเชื่อมออก วัดจากปลายรอยแตกไม่น้อยกว่า 50 มม. และทำการเชื่อมใหม่

3) หากองค์อาคารเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขึ้นจากการเชื่อม จะต้องทำการแก้ไขให้ได้รูปทรงที่ถูกต้องหรือเสริมความแข็งแรงให้ มากกว่าหรือเทียบเท่ากับรูปทรงที่เกิดจากการเชื่อมที่ถูกต้อง

11. งานสลักเกลียว

1) การตอกสลักเกลียว จะต้องกระทำด้วยความประณีตโดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย
2) ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบ และผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนจะทำการขันเกลียว
3) ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวทุกแห่งให้แน่นโดยใช้กุญแจปากตายที่ถูกขนาด
4) ก่อนจะนำการขันสลักเกลียวจะต้องขจัดเศษขุยโลหะที่ติดอยู่ที่ขอบรูออก ให้หมด และทำความสะอาดชิ้นวัสดุส่วนที่จะมาประกอบกันให้สะอาด แล้วจึงทำการขันสลักเกลียวให้แน่นพอดี โดยไม่ให้แน่นเกินกว่าที่สลักเกลียวจะทนได้ ไม่อนุญาตให้ใช้แรงตอกหรือค้อนตอกสลักเกลียวเข้าไป ปลายของสลักเกลียวที่โผล่พ้นจากแป้นเกลียว จะต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เกลียว หลังจากนั้นให้ทุบปลายเกลียว เพื่อป้องกันมิให้แป้นสลักเกลียวคลายตัว
5) สลักเกลียว ที่ใช้เป็นเหล็กสมอ (Anchor Bolts) ฝังในคอนกรีตจะต้องทำจากเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) โดยชนิดของเกลียวที่จัดทำขึ้นจะต้องมีลักษณะสอดคล้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 291
6) การติดตั้งสลักเกลียวเหล็กสมอ ต้องให้ตรงตำแหน่งและยึดให้แน่นก่อนการเทคอนกรีต โดยใช้แผ่นซีเมนต์ หรือแป้นไม้ หรือแผ่นโลหะ เป็นแป้นยึดให้ตรงตำแหน่ง ตามความเห็นชอบของที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง สลักเกลียว เหล็กสมอแต่ละตำแหน่งให้ใช้อย่างน้อย 3 ตัว

12. การต่อและประกอบในสนาม

1) ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยายและคำแนะนำในการยกติดตั้งโดยเคร่งครัด
2) ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล
3) จะต้องทำนั่งร้าน ค้ำยัน ยึดโยง ฯลฯ ให้พอเพียง เพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นหนาอยู่ในแนว และตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว
4) หมุด (Rivet) ให้ใช้สำหรับยึดส่วนต่าง ๆ เข้าหากันโดยไม่ให้เหล็ก (โลหะ) เกิดการบิดเบี้ยวชำรุดเท่านั้น
5) ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันขาด นอกจากจะได้รับอนุมัติจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง
6) สลักเกลียวยึดและสมอให้ติดตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น
7) แผ่นรอง (Base Plate)
   - ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย
   - ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ่มเหล็ก
   - หลังจากได้ยกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัว (Non-Shrink Mortar) ใต้แผ่นรองให้แน่นแล้วตัดขอบลิ่มให้เสมอกับขอบของแผ่นรอง โดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้ในที่
   - ในกรณีที่ใช้ Anchor Bolt จะต้องฝัง Anchor Bolt ให้ได้ตำแหน่ง และความสูงที่ถูกต้อง และระวังไม่ให้หัวเกลียวบิด งอ เสียรูปหรือขึ้นสนิม และถ้าไม่มีการระบุในแบบให้ยึดขันกับแผ่นรองโดยใช้ Double Nuts

13. การทดสอบ

ในกรณีที่ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับความแข็งแรงของชิ้นส่วนหรือรอยเชื่อมต่างๆ ของโครงสร้าง ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบแบบคงสภาพ (Non-destructive) โดยวิธีพิเศษด้วยการใช้เครื่อง X-Ray, Gamma-Ray หรือวิธีการตรวจสอบอย่างอื่นที่เห็นสมควร โดย ผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบ

14. การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน

14.1 เกณฑ์กำหนดทั่วไป

งานนี้หมายรวมถึงการทาสี และการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรงตามบทกำหนดและแบบ และให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญานี้ทุกประการ

14.2 ผิวที่จะทาสี

1) การทำความสะอาด

– ก่อนจะทาสีบนผิวใดๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะจะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือขัด เช่น จานคาร์บอรันดัม หรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็ก และกระดาษทราย เพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเวลานาน เพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้ได้

– สำหรับรอยเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อม จะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสี ใหม่ เช่นเดียวกับผิวทั่วไป

– ทันทีก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไปให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อน หรือผิวที่ฉาบไว้จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมด และจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนที่ถูกน้ำมันและไขมันต่างๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนจะทาสีทับ

2) สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น งานเหล็กรูปพรรณทั้งหมดให้ทาสีองพื้นด้วยสีกันสนิม และทาสีกันสนิมทับอีกสองชั้น ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณฝังในคอนกรีตไม่ต้องการทาสีทั้งหมด แต่จะต้องขัดผิวให้สะอาดก่อนเทคอนกรีตหุ้ม

15. การป้องกันไฟ

15.1 เกณฑ์กำหนดทั่วไป

ชิ้นส่วนเหล็กรูปพรรณสำหรับโครงสร้างหลังคา ซึ่งถูกกำหนดให้มีการป้องกันไฟตามนั้นให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และกฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 48 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ทุกประการ

15.2 วัสดุ

1) วัสดุที่ใช้เป็นชนิดฉนวนป้องกันไฟ (Spray-on Fireproofing) ที่มีอัตราทนไฟ (Fire-resistive Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

2) ฉนวนป้องกันไฟ ต้องปราศจาก Asbestos และ Mineral Wool

3) ความหนา และการป้องกันของฉนวนป้องกันไฟ (Fireproofing) ที่ใช้กับโครงสร้างเหล็กรูปพรรณต้องได้มาตรฐาน UL แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบ และอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้าง ก่อนนำไปใช้งาน

4) ฉนวนป้องกันไฟ ต้องผ่านการทดสอบได้มาตรฐานสากล เช่น UL (Under Writer’s Laboratories INC.) และมาตรฐานการทดสอบของ ASTM E119 ต้องผ่านการทดสอบดังต่อไปนี้

- Dry Density : ต้องได้มาตรฐาน ASTM E605 และ UL (Under Writer’s Laboratories INC.)
- Defection : ฉนวนป้องกันไฟจะต้องไม่ร้าว หลุดออกจากผิวของวัสดุที่ติดตั้งได้มาตรฐาน ASTM E759 หรือเทียบเท่า
- Bond Impact : ต้องได้มาตรฐาน ASTM E760 หรือเทียบเท่า
- Bond Strength : เมื่อผ่านการทดสอบได้มาตรฐาน ASTM E736 แล้วจะต้องได้ Bond Strength 200 ปอนด์ต่อตารางฟุต โดยส่วนเฉลี่ย และต้องไม่น้อยกว่า 150 ปอนด์ต่อ ตารางฟุต
- Air Erosion : เมื่อผ่านการทดสอบได้มาตรฐาน ASTM E859 แล้ว Maximum Weight Loss ของฉนวนป้องกันไฟที่ยอมให้ 0.005 กรัมต่อตารางฟุต
- Compressive Strength : เมื่อผ่านการทดสอบมาตรฐาน ASTM E761 แล้ว ฉนวนป้องกันไฟเมื่อรับ Compressive Force จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงรูปลักษณะเกิน 10%
- Corrosion Resistance : เหล็กที่จะใช้ฉนวนป้องกันไฟจะต้องได้มาตรฐาน ASTM E937 และต้องไม่เป็นสนิม
- Surface Burning : เมื่อผ่านการทดสอบ ASTM E84
  Flame Spread
  Smoke Development

- ฉนวนป้องกันไฟเมื่อผ่านการทดสอบมาตรฐาน ASTM G-21-75 แล้วต้องผ่านการป้องกันความชื้น รา ต่างๆ
- น้ำที่ใช้ผสมวัสดุ ต้องเป็นน้ำจืดที่สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปนจำพวกแร่ธาตุ กรด ด่าง และสารอินทรีย์ต่างๆ

15.3 ตัวอย่างวัสดุ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหารายละเอียดวัสดุของ Fireproofing (Manufacture's Specifications) แสดงถึงการทดสอบคุณภาพของวัสดุ และตัวอย่างที่จะใช้แต่ละชนิดไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง เพื่อขออนุมัติตรวจสอบตามความต้องการของผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อนที่นำไปติดตั้ง

15.4 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างฝีมือที่ดี มีความชำนาญในการติดตั้ง ทุกส่วนที่ติดตั้งแล้วจะต้องได้ระดับในแนวตั้งและแนวนอนด้วยความประณีตเรียบร้อยถูกต้องตามกรรมวิธีมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด และตามหลักวิชาการก่อสร้างที่ดี

1) สถานที่ที่จะติดตั้งจะต้องมีการระบายอากาศที่ดี

2) ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบสถานที่ ที่จะติดตั้งให้ถูกต้องเรียบร้อยก่อนการติดตั้ง ถ้าหากพบข้อบกพร่องต่างๆ ให้แก้ไขให้เรียบร้อยก่อนการติดตั้ง และให้ได้มาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต

3) วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งหมดต้องมีชื่อบริษัทผู้ผลิต เครื่องหมายการค้า และเลขหมายต่างๆ ติดอยู่อย่างสมบูรณ์

4) วัสดุต้องเก็บไว้ในสถานที่ที่มีสิ่งปกคลุม โดยปราศจากความชื้น ถ้าวัสดุมีความเปียกชื้น ห้ามนำมาใช้ติดตั้งเป็นอันขาด

5) ผู้รับจ้างจะต้องมีการรับประกันตามมาตรฐานของผู้ผลิตโดยได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

15.5 การทำความสะอาด

ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด หลังจากการติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องให้สมบูรณ์ สะอาด เรียบร้อย โดยปราศจากสิ่งสกปรก เปรอะเปื้อน และรอยด่างต่างๆ ถ้าหากมีข้อบกพร่องดังกล่าวเกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้สมบูรณ์เรียบเรียบก่อนการอนุมัติตรวจสอบจากผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.5-1
ข้อกำหนดทั่วไป

ขอบเขตของงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า และอื่นๆ ซึ่งติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้อง ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1. ทั่วไป

(1) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบ และการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- กฎและระเบียบกระทรวงอุตสาหกรรม
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- กฎและระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- American National Standard Institute (ANSI)
- American Society of Testing Material (ASTM)
- Deutsche Industrienorm (DIN)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- Japanese Industrial Standard (JIS)
- National Electrical Code (NEC)
- National Electrical Manufacturers' Association (NEMA)
- National Electrical Safety Code (NESC)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Underwriters' Laboratories, Inc. (UL)
- Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)

(2) ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์ เสนอที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเพื่ออนุมัติก่อนการสั่งซื้ออย่างน้อย 14 วัน พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น ตัวอย่างอุปกรณ์ (Sample) และ/หรือแคตตาล็อค และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาดและความสามารถ เพื่อประกอบการพิจารณา

(3) ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ ให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- สถาบันอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

(4) ผู้รับจ้างต้องยอมรับ และดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้างเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญาและถูกต้องตามหลักวิชา

(5) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ ตามหลักวิชาการและมีความแข็งแรงสามารถรับการสั่นสะเทือนขณะใช้งานได้เป็นอย่างดี

(6) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

(7) ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop Drawing) ซึ่งแสดงรายละเอียดการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้ง ยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการติดตั้ง โดยวิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างไม่ต่ำกว่าระดับสามัญวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น

(8) เมื่อดำเนินการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้าง (As-Built Drawing) แสดงตำแหน่งของเครื่อง อุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในระหว่างการติดตั้งส่งให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเมื่อส่งมอบงาน รวมทั้งส่งมอบคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Manual) และอะไหล่ (Spare part) ให้ครบถ้วนก่อนส่งมอบงานโดยจะต้องมีการตรวจสอบความครบถ้วนของเอกสารก่อนส่งมอบครั้งสุดท้าย

(9) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และบำรุงรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องภายหลังส่งมอบงาน

(10) ในการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน และ/หรือทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์ และระบบตามที่ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และถูกต้องตามความประสงค์ ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย

(11) หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่อง อุปกรณ์และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันตรวจรับมอบงานงวดสุดท้ายและในระหว่างเวลารับประกัน หากผู้ว่าจ้างตรวจพบว่า ผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ ที่ไม่ถูกต้อง หรือคุณภาพต่ำมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้องโดยทันที มิฉะนั้น ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็น ผู้รับผิดชอบ

(12) ระบบไฟฟ้าแรงสูงและหม้อแปลง และการขออนุญาตติดตั้งมิเตอร์ถาวรสำหรับโครงการ ให้ผู้รับจ้างติดต่อการไฟฟ้ามาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ โดยให้คิดราคารวมมาในราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้าด้วย

(13) การขออนุญาตติดตั้งระบบโทรศัพท์สำหรับโครงการ จากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ให้ผู้รับจ้างติดต่อโดยค่าใช้จ่ายในการขอหมายเลขและขออนุญาตติดตั้งระบบโทรศัพท์ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ โดยให้คิดราคารวมมาในราคาการติดตั้งระบบโทรศัพท์ด้วย

2. การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป

(1) การทดสอบระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับกฎที่กำหนดโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เมื่อติดตั้งระบบต่างๆ เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้อง ทดสอบระบบไฟฟ้าต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

(2) System Test ระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำจะต้องทำการ Energized อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ Relay หรือ Circuit Breakers จะต้อง Set Up ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ พร้อมทำ relay coordination หากพบว่ามีอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที

(3) Equipment Test อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องถูก Energized ตรวจสอบหน้าที่ และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติ ความบกพร่องหรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที

(4) ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม โดยทดสอบทุกเงื่อนไขของการทำงานให้ Switch, PLC, Relay, Timer ทุกตัวทำงาน

3. ระบบไฟฟ้า

(1) ระบบไฟฟ้าแรงดันสูง ใช้ระบบไฟฟ้าตามที่ทางการไฟฟ้ากำหนดให้
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 22 kV

(2) ระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ ใช้ระบบไฟฟ้าตามที่ทางการไฟฟ้ากำหนดให้
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 400/230 V 3 เฟส 4 สาย ความถี่ 50 Hz.
230 V 1 เฟส 2 สาย ความถี่ 50 Hz.
จากด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้าเข้าแผงสวิตช์จ่ายไฟใหญ่

(3) ระบบสีของสายไฟฟ้า และบัสบาร์

3.1 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ให้ใช้สีดังนี้

สายไฟฟ้า เฟส A	ใช้สีดำ
สายไฟฟ้า เฟส B	ใช้สีแดง
สายไฟฟ้า เฟส C	ใช้สีน้ำเงิน
สายไฟฟ้าเส้นศูนย์	ใช้สีเทาอ่อน หรือสีขาว

สายไฟฟ้าเส้นสายดิน ใช้สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง
สายไฟฟ้าที่ผลิตแต่เพียงสีเดียว ให้ทาสี หรือพันเทปทั้งสองข้างด้วยสีที่กำหนดให้

3.2 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย ให้ใช้สีดังต่อไปนี้
สายไฟฟ้าเส้นไฟ ใช้สีดำ
สายไฟฟ้าเส้นศูนย์ ใช้สีเทาอ่อน หรือสีขาว
สายไฟฟ้าเส้นสายดิน ใช้สีเขียว หรือสีเขียวแถบเหลือง

3.3 บัสบาร์ ให้ทาสี หรือติดเทปสีตามระบบสีข้อ 3.1 หรือ 3.2

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.5-2
วิธีการต่อลงดิน

1. สิ่งที่ต้องต่อลงดิน

การต่อลงดิน ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (วสท) พ.ศ.2545 บทที่ 4 การต่อลงดิน

1.1 สายศูนย์ของระบบไฟฟ้าต้องต่อลงดินที่แผงสวิตช์จ่ายไฟใหญ่

1.2 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดิน โดยต่อเข้ากับตัวนำสายดิน (ยกเว้นดวงโคมที่ยึนจับไม่ถึง)

1.3 ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดิน

2. แท่งหลักดิน (Grounding Electrode)

แท่งหลักดินให้ใช้แท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Encased) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 16 mm. (5/8") ยาวไม่น้อยกว่า 3000 mm.

3. สายต่อหลักดิน (Grounding Conductor)

3.1 สายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) ให้มีขนาดตามตารางที่ 3 ในข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.5-3 และที่กำหนดในแบบ

สายต่อหลักดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) ให้มีขนาดตามตารางที่ 4 ในข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.5-3 และที่กำหนดในแบบ

3.3 ในการเดินสายไฟฟ้าในท่อ ให้เดินตัวนำสายดินเพิ่มอีก 1 เส้น นอกเหนือจากจำนวนสายไฟฟ้าที่แสดงในแบบ

4. กราวด์บัส (Ground Bus)

กราวด์บัสให้ใช้แผ่นทองแดงมีขนาดไม่เล็กกว่า 200 x 60 x 5 mm. ติดไว้ในห้องเครื่องไฟฟ้าตามตำแหน่งในแบบ

5. การติดตั้งระบบการต่อลงดิน

ให้ตอกขั้วดินอย่างน้อย 3 ต้น เป็นรูปสามเหลี่ยม ห่างกันอย่างน้อย 6000 mm. แล้วใช้ตัวนำต่อเข้าด้วยกันและฝังลึกไม่น้อยกว่า 500 mm. จากระดับพื้นดินต่อตัวนำจากหลักดิน (โดยมีขนาดสายตาม ตารางที่ 3 และ 4 ในแบบ) การต่อตัวนำสายดินเข้ากับขั้วดินให้ใช้วิธีเชื่อมติด (Exothermic Welding)

6. การติดตั้งและการทดสอบ

6.1 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ต่อท่อต่างๆ ที่มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่า ท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง

6.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้นๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์ (Shaft) สายดินที่เป็นสายประธาน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้

6.3 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2.40 m.

6.4 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง เพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์ และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

6.5 จะต้องมีการเชื่อมแท่งหลักดินของระบบไฟฟ้าทั้งหมด และของระบบป้องกันฟ้าผ่าเข้ากับเหล็กโครงสร้าง และเชื่อมเข้าหากันเองของทุกระบบที่ภายนอกอาคารด้วย

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.6-1
งานเคลือบผิวเหล็ก

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วยการเคลือบผิวของเหล็กเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

1. ทั่วไป

วัสุเคลือบผิวภายในจะต้องเป็นวัสดุที่ถูกพัฒนามาเพื่อการเคลือบผิวเหล็ก สำหรับงานโรงบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะ และมีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดกร่อนได้อย่างดี ลักษณะของผิวที่เคลือบจะต้องมีความเรียบ แข็ง และทนต่อการกระแทก

2. วัสดุ อุปกรณ์

วัสดุเคลือบผิวเป็นประเภท Polyurethane Coating หรือ Epoxy Coating โดยจะต้องมีความหนาขณะแห้งไม่ต่ำกว่า 220 ไมครอน

3. การเตรียมผิวและวิธีการเคลือบ

การเตรียมผิวและวิธีในการเคลือบผิวให้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

4. ส่วนที่จะทำการเคลือบผิว

ก. ท่ออากาศประเภท Steel Pipe ให้ทำการเคลือบผิวทั้งด้านในและด้านนอก ด้านวัสดุเคลือบผิวสี Oyster White หรือใกล้เคียง

ข. ราวกันตกเคลือบให้ทำการเคลือบผิวด้านนอกด้วยวัสดุเคลือบผิวสีเหลือง (Yellow) หรือสีใกล้เคียง

ค. Steel Ladder ให้ทำการเคลือบผิวด้านนอกด้วยวัสดุเคลือบผิวสีขาวหรือสีใกล้เคียง

5. การรับประกันผลงาน

ผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย หรือตัวแทนผู้ได้รับมอบหมายให้เป็นผู้ดำเนินการติดตั้งจะต้องเป็นผู้รับประกันผลงานของระบบป้องกันการกัดกร่อนที่ทำไว้โดยจะต้องออกหนังสือรับประกันผลงานคลุมถึงทั้งคุณภาพของวัสดุและกรรมวิธีการติดตั้งและฝีมือของช่างมอบไว้ให้กับผู้ว่าจ้างเป็นการค้ำประกันและต้องมีข้อความระบุไว้ด้วยว่า ถ้าหากมีการกัดกร่อนเกิดขึ้น อันเนื่องจากการเสื่อมคุณภาพของวัสดุก็ดี หรือเนื่องจากความบกพร่องในกรรมวิธีการติดตั้งก็ดี ในระยะเวลาแห่งการรับประกัน 10 ปี (สิบปี) ภายหลังจากที่ผู้ว่าจ้างได้ออกหนังสือรับรองการแล้วเสร็จของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องรีบแก้ไขให้หายจากการกัดกร่อนโดยเร็ว โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.7-1
ข้อกำหนดทั่วไป

1. บทนำ (Introduction)

ผู้ว่าจ้าง มีความประสงค์จะว่าจ้างให้ "ผู้รับจ้าง" ดำเนินการจัดหาและติดตั้งงานระบบสุขาภิบาลและระบบป้องกันอัคคีภัย ตามรายละเอียดและข้อกำหนดที่ระบุไว้ในแบบ (Designed Drawing) และรายการประกอบแบบ (Specification) ที่จะกล่าวถึงต่อไป

2. ขอบเขตของงาน (Scope of Work)

งานนี้ประกอบด้วยการจัดหา การติดตั้งและการทดสอบระบบท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำทิ้ง ท่อระบายอากาศ ท่อน้ำประปา ท่อระบายน้ำฝน รวมทั้งชนิดของวัสดุท่อและอุปกรณ์ต่อท่อต่างๆ ภายในอาคารและภายนอกอาคารในส่วนที่ท่อต่อเชื่อมเข้ากับระบบภายนอกอาคาร ตามรายละเอียดที่แสดงในแบบแปลนและข้อกำหนด

2.1 ระบบน้ำประปา

2.1.1 งานท่อและอุปกรณ์สำหรับน้ำประปา ภายในห้องน้ำและส่วนอื่นๆ ที่จำเป็น ท่อแนวดิ่ง ท่อเชื่อมระหว่างห้องน้ำกับท่อในแนวดิ่ง ท่อผ่านพื้นกำแพง ถังเก็บน้ำต่างๆ และท่อภายในห้องเครื่องสูบน้ำ

2.1.2 งานท่อ และอุปกรณ์ต่างๆ ในถังเก็บน้ำเพื่อการประปา

2.1.3 งานติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ของเครื่องสุขภัณฑ์รวมถึงการปรับแต่ง และทดสอบการใช้งาน

2.1.4 งานในภาคนี้ไม่รวมถึงเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ของเครื่องสุขภัณฑ์ เช่น ก๊อกน้ำและแทรปต่างๆ ซึ่งรวมอยู่ในงานของภาคอื่นแล้ว

2.1.5 งานระบบประปาภายในห้องน้ำจะเตรียมสำหรับอ่างล้างมือ,ก๊อกน้ำใต้อ่างล้างมือและฝักบัวชำระสำหรับโถส้วม

2.1.6 ระบบประปาภายในอาคาร จะเตรียมสำหรับบริเวณที่การใช้น้ำตามจุดใช้น้ำต่างๆ ในอาคาร เช่น ห้องน้ำ

2.1.7 งานอื่น ๆ ดังที่จะระบุต่อไปที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

2.2 ระบบระบายโสโครก น้ำทิ้งจากห้องน้ำ และท่อระบายอากาศ (Soil, Waste & Vent System)

2.2.1 งานท่อและอุปกรณ์สำหรับระบายน้ำเสียภายในห้องน้ำหรือส่วนอื่นๆ ที่จำเป็น ท่อแนวดิ่ง ท่อเชื่อมระหว่างห้องน้ำกับท่อในแนวดิ่ง ท่อผ่านพื้นกำแพง

2.2.2 งานท่อและอุปกรณ์ สำหรับระบายอากาศของระบบท่อระบายน้ำเสียภายในห้องน้ำและส่วนอื่นๆ ที่จำเป็น ท่อแนวดิ่ง ท่อเชื่อมระหว่างห้องน้ำกับท่อแนวดิ่ง ท่อผ่านพื้นกำแพงต่างๆ

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

2.2.3 งานติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ของเครื่องสุขภัณฑ์รวมถึงการปรับแต่ง และทดสอบการใช้งาน

2.2.4 งานในภาคนี้ไม่รวมถึงเครื่องสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ของเครื่องสุขภัณฑ์ เช่น ก๊อกน้ำ และแทรปต่างๆ ซึ่งรวมอยู่ในงานของภาคอื่นแล้ว

2.2.5 งานอื่น ๆ ดังที่จะระบุต่อไปที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

2.3 งานระบบระบายน้ำฝน (Rain and Storm Drainage System)

2.3.1 งานท่อระบายน้ำฝนจากจุดรับน้ำฝนตามชั้นต่างๆ มายังท่อระบายน้ำในแนวดิ่ง และระบายลงบ่อพักน้ำฝนรอบอาคาร และ/หรือทางระบายน้ำสาธารณะ

2.3.2 งานรางระบายน้ำตามที่ระบุไว้ในแบบ งานบ่อพักน้ำฝนรอบอาคารและการต่อท่อเชื่อมกับทางระบายน้ำสาธารณะ

2.3.3 งานอื่นๆ ที่จะระบุต่อไปนี้ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบนี้

2.5 ระบบป้องกันอัคคีภัย (Fire Fighting System)

2.5.1 อุปกรณ์ดับเพลิงทั้งหมด

2.5.2 งานอื่นๆ ที่จะระบุต่อไปที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับช่วยให้ระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงใช้งานได้ดีตามมาตรฐานอ้างอิง แม้ว่าจะไม่ได้ระบุไว้ในแบบและรายการประกอบแบบ แต่หากเป็นตรรกแห่งวิชาชีพวิศวกรรมเพื่อให้ระบบที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้โดยการพิจารณาเห็นชอบของผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้าง

3. มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard)

มาตรฐานอ้างอิงต่างๆ ที่ระบุไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้ ให้ถือฉบับล่าสุดเป็นหลักมาตรฐานอ้างอิงที่ใช้มีดังนี้

- มาตรฐานการเดินท่อภายในอาคารของ ว.ส.ท.
- American National Plumbing Code
- American Standards Association
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- American Water Works Association (AWWA)
- Factory Mutual Reserch Corp. (U.S.A.) (FM)
- Internation Organization for Standardization

- Nation Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Underwriters Laboratories Inc. (UL)

4. งานที่ไม่อยู่ในขอบเขต

งานต่อไปนี้ไม่รวมอยู่ในขอบเขตของงานสุขาภิบาลในภาคนี้

4.1 ถังเก็บน้ำประปา ถังเก็บน้ำอื่นๆ

4.2 แท่นสำหรับรองรับอ่างล้างมือในห้องส้วม

4.3 กระจกเงาต่างๆ

4.4 ห้องส้วม และประตู

4.5 สาย Feeder จาก Main Switch Board ในห้องไฟฟ้าไปยัง Load Centers ของระบบสุขาภิบาล แต่ก็ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานสุขาภิบาลที่จะต้องติดตาม และให้ความร่วมมือกับผู้รับจ้างทางด้านโยธา เครื่องกล และไฟฟ้า ฯลฯ ในงานสุขาภิบาลทั้งหมด

5. ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(1) การติดตั้งระบบสุขาภิบาลจะต้องกระทำโดยความประณีต และเป็นไปตามข้อกำหนดวัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้งงานนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ และได้มาตรฐานผลิตจากโรงงานที่มีชื่อเสียง และเป็นที่ยอมรับของวิศวกรผู้ออกแบบ และสถาปนิก และผลิตภัณฑ์นั้นต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุด เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการติดตั้ง หรือทดสอบจะต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม และส่งมอบ Shop Drawings ให้ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเพื่อขออนุมัติในการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน 30 วัน หลังจากการประมูลได้รับการตัดสิน แล้ว Shop Drawings ในระบบสุขาภิบาลจะต้องระบุรายละเอียด และวิธีการติดตั้งการรองรับ และระยะทิศทางเทียบกับงานโครงสร้างต่างๆ เพื่อแสดงตำแหน่งที่แน่ชัดของวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ Shop Drawings จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อนที่ทำการติดตั้งงานแต่ละช่วง งานส่วนใดที่กระทำไปก่อนได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบและสถาปนิกให้ถือเป็นการเสี่ยงของผู้รับจ้างวิศวกรผู้ออกแบบมีสิทธิที่จะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างเพิ่มเติมงานบางส่วนและให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลงส่วนที่ได้ติดตั้งไปแล้วให้สอดคล้องกับแบบแปลนที่ได้ทำสัญญากันไว้ โดยที่ค่าใช้จ่ายส่วนที่เพิ่มขึ้นไม่ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง แต่ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย

การอนุมัติแบบ และเอกสารต่างๆ จากวิศวกรผู้ออกแบบ และสถาปนิก จะต้องไม่ถือว่าเป็นการตรวจที่เสร็จสมบูรณ์ เพียงแต่เป็นการอนุมัติในหลักการถึงการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์แสดงกรรมวิธีการก่อสร้าง และการติดตั้ง ซึ่งงานต่างๆ ที่ได้กระทำลงไปก็ยังคงถือว่าอยู่ในความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้างทั้งสิ้น เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว แบบ Shop Drawings จะต้องได้รับการแก้ไขและเขียนใหม่เป็น “As Built Drawings” โดยส่งต้นฉบับและสำเนา 5 ชุด ของ “As Build Drawings” ให้กับเจ้าของงาน

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ

นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ

นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ

นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ

นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ

นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ

นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

(3) ในกรณีที่แบบและ/หรือข้อกำหนดรายละเอียดไม่ได้แสดงรายละเอียดของเครื่องมืออุปกรณ์ทุกชนิด หรือแสดงการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ และวัสดุต่างๆ ที่จำเป็นไว้ในแบบ Shop Drawing เพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐาน และวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้โดยตลอดโดยไม่คิดเงินเพิ่มเติมแต่ประการใด

6. การประสานงาน (Cooperation)

6.1 หากพบว่ามีความขัดแย้งระหว่างแบบและรายการประกอบแบบหรือในที่คิดว่ามีสิ่งบกพร่อง ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อที่จะได้พิจารณาตัดสินต่อไป และการตีความในข้อความขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า, ถูกต้องกว่า, ครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น

6.2 ผู้รับจ้างต้องประสานงานและปรึกษาการติดตั้งระบบ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างรายอื่น เช่น ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้า, ผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล, ผู้รับจ้างตกแต่งภายใน เป็นต้น อยู่เสมอ เพื่อลดปัญหาการขัดแย้งเรื่องการติดตั้งงานระบบ และเพื่อทำให้งานดำเนินไปได้โดยสะดวก

6.3 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับหน่วยราชการ หรือรัฐวิสาหกิจต่างๆ ตามกฎระเบียบที่ต้องขออนุญาต

7. แบบรายละเอียด และคำแนะนำเพิ่มเติม

ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเป็นผู้จัดทำแบบรายละเอียด หรือคำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อให้งานก่อสร้างบางส่วน ดำเนินไปได้อย่างเหมาะสม แบบขยาย และคำแนะนำเหล่านี้ถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องดำเนินงานตามอย่างเคร่งครัด โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติมหรือถือเป็นงานเพิ่มเติมแต่ประการใด สำหรับการปฏิบัติงานในส่วนปลีกย่อยที่จำเป็นเพื่อให้ได้ผลงานก่อสร้างที่ดี ผู้รับจ้างจะต้อง จัดทำถึงแม้รายละเอียดนั้นจะมิได้บ่งไว้ในแบบ และ/หรือรายการประกอบแบบก็ตาม ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างอาจทำแบบขยายเพิ่มเติมนี้เป็นส่วนหนึ่งของแบบและรายการตามสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามโดยจะเรียกร้องให้เพิ่มระยะเวลาการก่อสร้าง หรือเพิ่มค่าก่อสร้างมิได้ นอกเสียจากว่างานดังกล่าวนั้นเป็นงานที่อยู่นอกเหนือจากขอบเขตของงานที่ได้กำหนดไว้

8. ปัญหา และอุปสรรคในการดำเนินงานก่อสร้าง

8.1 ในกรณีที่มีปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการดำเนินงาน ให้ผู้รับจ้างรีบรายงานเป็นลายลักษณ์อักษรต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง เพื่อพิจารณาในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้างไม่อาจวินิจฉัยชี้ขาด ให้รายงานผู้ว่าจ้างต่อไปเมื่อผู้ว่าจ้างสั่งการเป็นลายลักษณ์อักษรประการใดให้ผู้รับจ้างปฏิบัติทันที

8.2 ถ้าคณะกรรมการตรวจการจ้างพบว่า ผู้รับจ้างทำการก่อสร้างไม่ถูกต้องตามแบบก่อสร้าง หรือรายการก่อสร้างหรือตามหลักวิชาช่างที่ดีคณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไขให้ถูกต้องตามแบบก่อสร้าง และรายการทันทีด้วยการแก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือรื้อถอน หรือตัดทิ้ง หรือดำเนินการตามที่เห็นสมควรโดยที่ผู้รับจ้างจะเรียกค่าเสียหาย หรือขอต่อสัญญามิได้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ	นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ	นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ	นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ	นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ	นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ	

9. การเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง

ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะทำการแก้ไข เปลี่ยนแปลง เพิ่มเติม หรือลดงานจากแบบก่อสร้าง และรายการก่อสร้างได้โดยไม่ต้องเลิกสัญญา แต่หากจำเป็นต้องตกลงราคาค่าจ้างหรือเปลี่ยนแปลงระยะเวลาก่อสร้าง กรณีดังกล่าวให้ทำเป็นหนังสือหลักฐานให้ไว้ต่อกันในขณะทำการก่อสร้าง วิศวกรและสถาปนิกมีสิทธิที่จะเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้างบางอย่างซึ่งไม่ทำให้เพิ่มเวลาหรือค่าก่อสร้างตามที่เห็นว่าเหมาะสมทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อสัญญาจ้าง

10. คุณภาพของวัสดุ

วัสดุก่อสร้างทุกชิ้น ทุกชนิด จะต้องมีคุณภาพดี ถูกต้องตามแบบก่อสร้าง รายการก่อสร้างเป็นของใหม่ไม่ชำรุดแตกร้าวหรือเสียหาย และจำต้องนำมาเก็บไว้ในที่ปลอดภัยโดยมิให้เกิดความเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ ถ้าปรากฏว่าเกิดการชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ ผู้รับจ้างจะต้องนำวัสดุดังกล่าวออกไปนอกบริเวณให้หมดทันทีที่ได้รับคำสั่งจากผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

ประธานกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิสั่งให้ผู้รับจ้างนำใบรับรองจากผู้แทนจำหน่ายวัสดุนั้นๆ มาแสดงต่อประธานกรรมการตรวจการจ้างก่อนการติดตั้ง หรือก่อนการตรวจรับงานว่าเป็นของแท้ตรงตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างและรายการก่อสร้าง

11. การจัดหาตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ที่กำหนดไว้ว่าจะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรก่อนการดำเนินงาน เพื่อนำเสนอให้พิจารณาเสียแต่เนิ่นๆ เมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้ว ผู้รับจ้างจึงนำวัสดุอุปกรณ์แบบที่ได้รับอนุมัติไปดำเนินการจัดสร้างต่อไป ค่าใช้จ่ายในการจัดหาตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

11.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างเพื่อใช้เป็นมาตรฐานตัวอย่างสำหรับเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนที่ติดตั้งดังนี้ : ท่อ, วาล์ว, escutcheons ทุกชนิด ตะแกรงระบายน้ำ ช่องทำความสะอาด แทรป ที่แขวนและ ที่รองรับท่อ ฐานรองรับวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และอื่นๆ

11.2 รายการที่ระบุต่อไปนี้ จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และสถาปนิกก่อนการติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบทุกชิ้นผลิตภัณฑ์ ตะแกรงระบายน้ำ รวมถึงตะแกรงระบายน้ำพื้นช่องทำความสะอาดแทรป ตะแกรงระบายน้ำฝนวาล์วต่างๆ ข้อต่อยืดหยุ่นได้ เกจ์วัดความดันและอื่นๆ เครื่องสูบน้ำ เครื่องจักรกล อุปกรณ์ ตลอดจนระบบควบคุมต่าง ๆ อุปกรณ์ดับเพลิงต่างๆ

11.3 รายการที่ต้องการประกาศนียบัตรและใบรับรองแนบมา ได้แก่ ท่อ Valvesและข้อต่อสำหรับเครื่องจักรกลต่างๆ โดยจะต้องมีประกาศนียบัตรและใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต หรือสถาบันที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อสมรรถนะและความสามารถของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ได้นำมาใช้ในโครงการนี้ทั้งหมด เพื่อให้ได้ตามจุดประสงค์ความต้องการของผู้ออกแบบ

12. การใช้วัสดุเทียบเท่า

วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดชื่อสินค้าหรือผู้ผลิตไว้ในรายการก่อสร้างนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนด มาตรฐานในการใช้วัสดุอุปกรณ์เท่านั้น ผู้รับจ้างอาจเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่าหรือ ดีกว่าในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้วัสดุเทียบเท่า ให้ผู้รับจ้างทำหนังสือขอเทียบเท่าพร้อมเหตุผลหลักฐานและหนังสือรับรองคุณภาพที่เทียบเท่าจากสถาบันของทางราชการ เสนอต่อผู้ว่าจ้างโดยผ่านคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณาเสนอความเห็นชอบไปยังผู้ว่าจ้าง เมื่อได้รับอนุมัติให้ใช้วัสดุเทียบเท่าได้แล้วจึงจะใช้ได้ ห้ามใช้วัสดุซึ่งมิได้รับอนุมัติเทียบเท่าก่อนโดยเด็ดขาด ระยะเวลาที่เสียไปในการขอเทียบเท่านี้ ผู้รับจ้างถือเป็นเหตุต่อสัญญาไม่ได้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ในการขอเทียบเท่านั้น หากราคาของวัสดุที่เทียบเท่าต่ำกว่าวัสดุในรายการผู้รับจ้างยอมให้ผู้ว่าจ้างหักเงินในส่วนของราคาที่ขาดไปเมื่อมีการจ่ายเงินสำหรับงานงวดนั้น

13. การทดสอบวัสดุอุปกรณ์โดยสถาบันที่สถาปนิกหรือวิศวกรรับรอง

ในบทกำหนดรายการก่อสร้างใดที่ระบุให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบวัสดุเครื่องจักร หรืออุปกรณ์หรือมีปัญหาที่จะต้องทำการทดสอบให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบโดยสถาบันดังต่อไปนี้

13.1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

13.3 กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน

13.4 สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (Asian Institute of Technology) หรือสถาบันอื่นที่สถาปนิกหรือวิศวกรเห็นสมควรเป็นกรณีไป

14. ป้ายชื่อวาล์ว แผนภูมิ และไดอะแกรม

(1) เมื่องานติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องติดชื่อป้ายบอกขนาด ตำแหน่งชนิด และลักษณะการใช้งานของวาล์ว ยกเว้นวาล์วที่มากับสุขภัณฑ์ ป้ายจะต้องทำด้วย ทองเหลืองขนาด 5x10 ซม. ซึ่งจะต้องจารึกชนิด และลักษณะการใช้งานของวาล์วตลอดจนตัวเลขขนาดด้วยสีดำ

(2) ป้ายบอกชื่อวาล์วสำหรับท่อป้องกันอัคคีภัยให้ใช้ป้ายทองเหลืองขนาด 7.5x7.5 ซม ซึ่งจะต้องจารึกชนิด และลักษณะการใช้งานตลอดจนตัวเลขขนาดด้วยสีดำ พื้นป้ายทองเหลืองจะต้องทาด้วยสีแดง

(3) ป้ายบอกชื่อก๊อกน้ำ เพื่อแสดงแหล่งที่มาของน้ำว่าเป็นก๊อกน้ำจากระบบประปาหรือจากระบบน้ำ Reuse

(4) ระบบที่ใช้ระบุตัวเลขแผ่นป้ายจะต้องบ่งแสดงถึงความแตกต่างของชนิดและการใช้งาน

(5) ป้ายบอกชื่อวาล์วจะต้องผูกให้แน่นหนาเข้ากับมือที่จับ หรือมือหมุนของวาล์วโดยใช้โซ่ทองเหลืองขนาดพอเหมาะ

(6) แผนภูมิ ไดอะแกรม และรายการต่างๆ จะต้องระบุจำนวนตำแหน่ง และการใช้งานของวาล์วตลอดจนขนาดของท่อ และอื่นๆ

15. ปลอก การตัด การปะ และการป้องกันการรั่วซึม

(1) เมื่อมีการติดตั้ง หรือวางท่อ Ducts, Conduits และอื่นๆ ผ่านพื้นหรือผนังคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และทำการติดตั้ง Sleeves ทำด้วยเหล็กเหนียวทาสีกันสนิม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Sleevesและติดตั้งภายใต้ขอบเขตของงานนั้นๆ ที่ระบุไว้ในงานทั่วไป

(2) ท่อต่างๆ ที่ผ่านผนัง ฝา และพื้นที่กันน้ำซึม จะต้องติดตั้งให้ลอดผ่าน Sleeves ที่ใช้กัน น้ำซึมในกรณีของท่อเข้าออก ท่อเก็บกักน้ำอนุญาติให้ใช้ท่อที่มีคอลลาร์ตามแบบผังไว้ในผนัง และใช้เป็นส่วนของท่อได้

(3) เมื่อมีท่อต่างๆ ที่โผล่หรือทะลุผ่านฝาผนังพื้น แผงกั้นห้องจะต้องติดตั้ง และครอบด้วย Escutcheons ที่ทำด้วยทองเหลือง โดยยึดด้วยสกรูทองเหลืองให้แน่นหนา

(4) Flashing สำหรับพื้น และหลังคาระบายน้ำฝนจะต้องใช้ Flashing Ring ที่ได้รับอนุมัติจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง และสถาปนิกก่อน

(5) ผู้รับจ้างจะกระทำการตัด ปะ และ Flashing เพื่อติดตั้งท่อ และตะแกรงระบายน้ำให้เป็นไปตามแบบ Shop Drawings ที่ได้รับอนุมัติแล้วนั้นได้แต่ห้ามทำการตัด ปะ และ Flashing โครงสร้างที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่หากมีความจำเป็นจะกระทำได้โดยได้รับความเห็นชอบจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างแล้วเท่านั้น

16. ข้อต่อ และการต่อท่อ

ข้อต่อระหว่างท่อต่างๆ และข้อต่อระหว่างงานท่ออุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ จะต้องต่อโดยไม่มีลมหรือน้ำรั่วได้ ก่อนที่จะใช้งานให้มีการเผื่อสำหรับการยืดหยุ่นระหว่างท่อต่างๆ และระหว่างงานท่อ และเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

(1) ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อเหล็กที่มีขนาดเล็กกว่า หรือเท่ากับ 3 นิ้ว จะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อแบบเกลียว ซึ่งมีเกลียวได้ตามมาตรฐานของ มอก. หรือ BS สำหรับท่อขนาด 4 นิ้ว และใหญ่กว่าจะต้องต่อโดยใช้ข้อต่อแบบหน้าแปลน ตามมาตรฐานของ มอก.หรือ การประปานครหลวงหรือ BS 10 and BS 4504 : 1967

(2) ท่อเหล็กหล่อแบบหน้าจาน การต่อท่อจะต้องใช้ต่อแบบหน้าจาน (Flange) มาตรฐาน ASA B 16.2 หรือใช้ข้อต่อและการต่อแบบอื่นๆ โดยได้รับการอนุมัติจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง

(3) ท่อเหล็กแบบ HUB & SPIGOT การต่อท่อจะต้องใช้ข้อต่อแบบ HUB & SPIGOT โดยอัดให้แน่นด้วยหมันแล้วเทตะกั่วไม่น้อยกว่า 1 1/2 นิ้ว แล้วแต่งให้เรียบ

(4) *การต่อท่อ PVC และท่อ ABS ใช้ข้อต่อ* และน้ำยาประสานของบริษัทของผู้ผลิตท่อเท่านั้น

(5) การต่อแบบเกลียว จะต้องต่อด้วยสารประกอบที่ได้รับอนุมัติ เช่น น้ำยา Pipelink หรือใช้เทปวัสดุสังเคราะห์สำหรับต่อท่อโดยเฉพาะ โดยที่จะต้องทาหรือพันลงบนเกลียวของท่อไม่ใช้เกลียวของอุปกรณ์ ห้ามใช้เชือกปอในการต่อท่อแบบเกลียว เกลียวของท่อจะต้องตัดให้เรียบ เมื่อทำการต๊าฟและตัดเกลียว และจะต้องขันเกลียวท่อให้แน่นเข้ากับอุปกรณ์ของท่อ โดยที่จะไม่ทำให้หน้าตัดของท่อลดน้อยลงไป

(6) การต่อท่อแบบหน้าจาน จะต้องต่อโดยใช้ปะเก็นยางแบบเต็มหน้าสำหรับท่อประปา

(7) การต่อท่อ HDPE การต่อท่อจะต้องใช้วิธี Butt Fusion

17. ที่แขวน และยึดท่อ

(1) ที่แขวน ที่ยึดท่อและข้อรัดท่อจะต้องมีขนาดเหมาะสมและแข็งแรงเพื่อรองรับน้ำหนักอันเกิดจากท่อเครื่องมืออุปกรณ์ และของเหลวในท่อที่ยึดท่อ และที่รัดท่อจะต้องเป็นแบบที่ได้รับอนุมัติจากที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้าง และผลิตจากโรงงานโดยตรง

(2) ท่อใต้เพดานในแนวระดับจะต้องมีที่รองรับ ทำด้วยเหล็กชนิดหนาปรับระดับได้ ท่อใกล้ผนังหรือพื้นจะต้องรองรับด้วยเหล็กหล่อ หรือใช้เบรคเก็ตติดเข้ากับผนังท่อที่เดินในแนวระดับหลายท่อจะต้องรองรับด้วยที่รองรับแบบ Trapeze ซึ่งทำด้วยเหล็กตัว "U" พร้อมด้วยเหล็กเส้นเป็นขารองรับฝังเข้าไปในคอนกรีต

(3) เหล็กเส้นที่เป็นขอรองรับ ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าขนาดดังต่อไปนี้

ท่อเล็กกว่า หรือเท่ากับ Dia. 1 1/2"	เหล็กเส้นขนาด	Dia.	9	มม.
ท่อ Dia. 2" - 3"	เหล็กเส้นขนาด	Dia.	12	มม.
ท่อ Dia. 4" - 5"	เหล็กเส้นขนาด	Dia.	15	มม.
ท่อ Dia. 6"	เหล็กเส้นขนาด	Dia.	19	มม.
ท่อ Dia. 8" - 12"	เหล็กเส้นขนาด	Dia.	22	มม.

(4) ระยะระหว่างที่รองรับท่อ PVC ในแนวนอนจะต้องไม่ห่างเกิน 1.5 เมตร สำหรับท่อขนาด 1 1/2 นิ้ว ลงมา และจะต้องไม่ห่างกว่า 2.0 เมตร สำหรับท่อตั้งแต่ 2 นิ้วขึ้นไป

(5) ระยะระหว่างที่รองรับท่อเหล็กในแนวระดับจะต้องไม่ห่างเกินกว่า 2 เมตร สำหรับท่อ ตั้งแต่ขนาด 1 1/4 นิ้ว ลงไป และต้องไม่ห่างเกินกว่า 3 เมตร สำหรับท่อตั้งแต่ 1 1/2 นิ้ว ขึ้นไปจนถึง 4 นิ้ว และต้องไม่ห่างเกินกว่า 4.5 เมตร สำหรับท่อขนาด 5 นิ้ว ถึง 12 นิ้ว หรือไม่เกินระยะความยาวของท่อแต่ละท่อสำหรับท่อเหล็กหล่อ

(6) ท่อในแนวดิ่งจะต้องมีที่รองรับ Clamp ทำขึ้นโดยเฉพาะมีขนาดเหมาะสมกับท่อนั้นๆ ในแต่ละชั้นของอาคารต้องติดตั้ง Clamp ดังกล่าวตรงฐานของท่อในแนวดิ่งทุกท่อ

(7) จะต้องไม่ทำการแขวนท่อบนท่ออื่นๆ หรือบนเครื่องมืออุปกรณ์อื่นๆ

(8) ช่องว่างภายในช่องท่อของพื้นแต่ละชั้น (ยกเว้นช่องท่อซึ่งใช้เป็นท่อระบายอากาศด้วย) เมื่อติดตั้งและทดสอบระบบเรียบร้อยแล้วให้ผู้รับจ้างเทคอนกรีตปิดทับโดยใส่ท่อปลอกเหล็กขนาดใหญ่กว่าขนาดของท่อหนึ่งขนาดและอุดยาให้แน่นโดยวัสดุทนไฟ

(9) ที่แขวนท่อ, ยึดท่อภายในอาคารให้ทำด้วยเหล็กทาสีป้องกันการผุกร่อน ภายนอกอาคาร, ใต้พื้นอื่นๆ หรือผิวดินให้ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี แล้วทาสีตามหัวข้อการทาสี

18. การทาสี

ท่อทุกชนิดที่มองเห็นได้ซึ่งอยู่ภายนอกของช่องท่อให้ทาสีใหม่ทั้งหมด สำหรับท่อที่อยู่ในช่องท่อ ให้ทาเป็นแถบสีกว้าง 10 ซม. ทุกระยะ 2 เมตร โดยกำหนดสีของท่อชนิดต่างๆ ดังนี้

ท่อประปา	ทาสีน้ำเงิน
ท่อระบายน้ำทิ้ง	ทาสีดำ

ท่อน้ำทิ้งและท่อส้วม	ทาสีดำ
ท่อระบายอากาศ	ทาสีขาว
ท่อระบบป้องกันอัคคีภัย	ทาสีแดง
ท่อน้ำฝน	ทาสีเหลือง

19. การทำแท่นรองรับ และการขจัดความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรกลทุกชนิด

(1) แท่นรองรับเครื่องจักรอุปกรณ์จะต้องรองรับด้วยสปริงหรือวัสดุเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน

(2) เครื่องจักรกลทุกชนิดและส่วนประกอบ จะต้องทำงานโดยไม่มีเสียง หรือความสั่นสะเทือนอันเป็นที่พึงรังเกียจ

(3) หากการทำงานของเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ใดก็ตาม มีเสียงหรือมีการสั่นสะเทือน ซึ่งผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่ามากเกินสมควรเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อย โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

20. การทดสอบ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์ เครื่องใช้ที่จำเป็นเพื่อการทดสอบงานที่แสดงในแบบแปลน และระบุไว้ในที่นี้จนงาน-เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ใช้งานได้

(2) ระบบทั้งหมดที่เป็นส่วนของงานระบบสุขาภิบาล จะต้องทำการทดสอบโดยมีผู้แทนของเจ้าของงานร่วมอยู่ด้วย ก่อนที่จะทำการกลบ ถม หรือสร้างสิ่งอื่นทับหรือปิดบัง

(3) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการเสียหายหรือข้อบกพร่องเนื่องมาจากการทดสอบ

(4) ท่อน้ำฝน ท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำทิ้ง ท่ออากาศ และท่อระบายในแนวนอนตลอดจนท่อแยกต่างๆ จะต้องทำการทดสอบ โดยเติมน้ำให้ล้นจากระดับหลังคา หรือทำการทดสอบเป็นช่วงๆ ให้เติมน้ำจนล้นตรงจุดที่สูงกว่าส่วนที่ทดสอบไม่ต่ำกว่า 3 เมตร

(5) ท่อน้ำประปาทั้งหมดจะต้องทำการทดสอบก่อนที่ผู้รับจ้างจะก่ออิฐปิดท่อ ตีฝ้าเพดานหรือก่อสร้างใดๆ ที่ปิดบังท่อโดยทำการทดสอบภายใต้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 6 บาร์ รวมถึงจุดปลายสูงสุด และจะต้องทิ้งไว้โดยไม่มีการรั่วเป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันตลอด 6 ชม. หากพบว่าส่วนใดของระบบรั่วซึมจะต้อง แก้ไขให้เรียบร้อย

(6) ท่อป้องกันอัคคีภัยทั้งหมด จะต้องทำการทดสอบที่แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 16 บาร์ รวมถึงจุดปลายสูงสุดและท่อระหว่าง Check Valve ที่อยู่ตรงหัวต่อสายดับเพลิง และท่อแยกภายนอกอาคาร โดยความดันจะต้องไม่ตกลงตลอดระยะเวลา 6 ชม. ของการทดสอบ

(7) เครื่องสูบน้ำต่างๆ ตลอดจนเครื่องจักรกลที่สำคัญ จะต้องทำการทดสอบจนถูกต้องตามมาตรฐานที่ได้ออกแบบไว้

(8) เครื่องมืออุปกรณ์อื่นๆ อุปกรณ์ควบคุม และท่อจะต้องทำการทดสอบตามโค้ต และตามมาตรฐานที่ได้ออกแบบไว้

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ	นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ	นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ	นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ	นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ	นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ	

(9) เมื่อทำการทดสอบจนเป็นที่พอใจของเจ้าของงานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดท่อ เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ออกแบบหรือโดยผู้แทนของเจ้าของงาน

21. การรับประกัน

(1) ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันโดยลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าของงานว่างานต่างๆ ทั้งหมดที่ติดตั้งปราศจากข้อบกพร่องใดๆทั้งสิ้น และอุปกรณ์ต่างๆ ทุกชิ้นเป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ทุกประการ

(2) ถ้าภายในระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันรับรองว่างานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเนื่องจากงานฝีมือหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุด ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมแก้ไข ตลอดจนการเปลี่ยนวัสดุให้เรียบร้อยภายในระยะเวลา 14 วัน โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้นจากเจ้าของงาน

(3) หากพ้นเวลาที่กำหนดให้แล้ว ผู้รับจ้างยังไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ เจ้าของมีสิทธิที่จะจ้างผู้อื่นมาดำเนินการ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดแต่ผู้เดียว

22. งานไฟฟ้า

มาตรฐานการทำงานของงานไฟฟ้า ให้เป็นไปตามรายการละเอียดของงานระบบไฟฟ้าส่วนวงจรควบคุมการทำงานต่างๆ ให้ส่ง Shop Drawing เสนอเพื่ออนุมัติก่อนการก่อสร้าง

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ	นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ	นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ	นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ	นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ	นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ	

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.7-2
ระบบน้ำประปา

1. คำนิยามและความจำกัดความ

"ท่อน้ำประปา" หมายถึงท่อที่จ่ายน้ำจากถังเก็บน้ำประปาไปยังห้องน้ำหรือจุดใช้น้ำต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

2. ขอบเขตของงาน

งานระบบน้ำประปา ประกอบด้วย งานเดินท่อเชื่อมกับระบบประปาที่มีอยู่เดิม และเดินท่อน้ำประปาเพื่อจ่ายน้ำไปยังจุดใช้น้ำในห้องน้ำ และก๊อกน้ำต่างๆ ที่ได้แสดงเอาไว้ในแบบแปลน

2.1 ชนิดของท่อ

ท่อน้ำประปา ให้ใช้ท่อ PVC ชั้น 13.5 ตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 การต่อท่อกับสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่างๆที่เป็นเกลียว ให้ใช้ข้อต่อที่เกลียวเป็นทองเหลืองเท่านั้น ส่วนการต่อท่อสำหรับท่อเมนน้ำประปาที่อยู่ในช่องท่อให้ใช้หน้าจานอย่างเดียวเท่านั้น

ท่อน้ำในห้องเครื่อง ซึ่งเป็นท่อทางด้านดูดและด้านส่งน้ำของเครื่องสูบน้ำ ท่อผ่านทะลุถังน้ำ ท่อต่อเชื่อมกับอุปกรณ์วาล์วและเครื่องสูบ และท่อภายนอกอาคารที่อยู่เหนือดิน ให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี ตามมาตรฐาน มอก.277-2521 ประเภทที่ 2 การต่อท่อให้ต่อแบบหน้าจานเพียงวิธีการเดียวเท่านั้น

2.2 หลักการต่อท่อ และอุปกรณ์

(1) การเดินท่อให้ใส่ประตูน้ำรวม และประตูน้ำแยกแต่ละชั้นหรือแต่ละส่วนเพื่อสะดวกแก่ การซ่อมแก้ไข หรือติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคตได้ ประตูน้ำรวมและประตูน้ำแยกให้ติดตั้งยูเนียนเหนือหน้าจานเพื่อให้สามารถถอดประตูน้ำมาทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ได้

(2) การต่อท่อจากท่อจ่ายน้ำแยกเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ ห้ามต่อโดยตรง ให้ต่อท่อแยกโดยใช้ ยูเนียนหรือหน้าจานเพื่อให้สามารถถอดประตูน้ำมาทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ได้

(3) การวางท่อ ให้วางเป็นแนวตรง ถ้าหักเป็นมุมหรือขนานไปตามแนวผนังจะต้องได้สัดส่วนประณีต ท่อขึ้นจะต้องได้ดิ่ง และตรง

(4) ขนาดของท่อแยกเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่แสดงไว้ในแบบ หรือเป็นไปตามแบบการติดตั้งของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ

3. การทำความสะอาดระบบท่อน้ำประปา

เมื่อติดตั้ง และทดสอบระบบประปาเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาดระบบ หรือส่วนของระบบประปาเสียก่อน โดยเติมคลอรีนลงในระบบหรือส่วนของระบบที่มีน้ำอยู่เต็มให้มีความเข้มข้นประมาณ 50 มก./

ลิตร แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง หรือถ้าเติมคลอรีนให้มีความเข้มข้นถึง 200 มก./ลิตร ก็ให้ลดเวลาแช่ทิ้งไว้ให้เหลือเพียง 1 ชั่วโมง จึงถ่ายน้ำทิ้งให้หมดแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดจึงใช้ระบบประปาได้

4. ประตูน้ำ และอุปกรณ์ต่างๆ

4.1 ประตูน้ำแบบ Butterfly สำหรับน้ำประปา

ประตูน้ำแบบ Butterfly ในระบบน้ำประปาติดตั้งภายในห้องเครื่องสูบน้ำ และที่ใช้งานทั่วไปเป็นแบบ Wafer Type สามารถทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 psi วัสดุประกอบด้วย

Body	:	Ductile iron หรือเทียบเท่า
Material of disc	:	Aluminium Bronze
Body seat	:	EPDM Rubber
Type of actuator	:	Lockable level สำหรับขนาดไม่เกิน 4 นิ้ว Gear Operator สำหรับขนาด 5 นิ้วขึ้นไป

4.2 ประตูน้ำลูกลอย (Float controlled valve)

ติดตั้งประตูน้ำลูกลอยที่ท่อน้ำเข้าถังเก็บน้ำใต้ดิน Class 125 แบบ Single Chamber, Externally Mounted Modulating Type Float Pilot ทำงานโดย Line Pressure ใช้ Pilot Operated ซึ่งวัสดุประกอบด้วย

Main Valve

Body & Bonnet	:	Hi tensile cast iron
Seat	:	Stainless steel
Stem	:	Stainless steel
Disc	:	Polyurethane
Diaphragm	:	Reinforced synthetic rubber

Pilot valve

Body	:	Brass
Float	:	Plastic

4.3 ประตูน้ำแบบ Gate สำหรับท่อเมนน้ำประปาเข้าถังเก็บน้ำใต้ดิน

ติดตั้งที่จุดบรรจบท่อแยก จากท่อเมนส่งน้ำประปาของการประปานครหลวง ประตูน้ำทุกตัว จะต้องมีโซ่ชุบโครเมี่ยมและกุญแจติดเอาไว้ทุกตัวเพื่อป้องกันการหมุน สามารถทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 Psi โครงสร้างประกอบด้วย Non-Rising Stem, Bolted Bonnet, Solid Wedge Disc, Bronze Mounted, Flanged Ends and Ansi Flanges

4.4 ประตูกันน้ำไหลย้อนกลับ (Spring loaded check valve)

ติดตั้งด้านท่อส่งน้ำประปาของเครื่องสูบน้ำประปา, เป็นแบบ Wafer Style, Spring Loaded Check Valve สามารถทนความดันขณะทำงานได้ไม่น้อยกว่า 150 psi

วัสดุประกอบด้วย

Body	:	Cast iron
Seat	:	Buna-N bonded to Bronge หรือเทียบเท่า
Disc	:	Bronze หรือเทียบเท่า
Spring	:	Stainless steel

4.5 ข้อต่อยืดหยุ่น (Flexible connector)

- ติดตั้งระหว่างท่อสูบน้ำเข้าและท่อจ่ายน้ำของเครื่องสูบน้ำทุกชุด และจุดต่อท่อระหว่างถังต่างๆ แม้มิได้แสดงเอาไว้ในแบบก็ตามโดยใช้ขนาดเท่าขนาดของท่อ
- แบบ Double Sphere Rubber Connectors
- ขนาดของข้อต่อยืดหยุ่น ขนาด Dia. 2" หรือเล็กกว่าให้ต่อแบบเกลียว ส่วนขนาดตั้งแต่ 2 ½" ขึ้นไปให้ต่อแบบหน้าจาน
- การติดตั้งแบบต่อด้วยหน้าแปลน จะต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยืดหดตัวได้
- สามารถรับความดันได้ไม่น้อยกว่า 250 psi
- สามารถรับ Negative Pressure ได้ 500 mm.Hg.

4.6 Strainer

- ติดตั้งด้านท่อดูดของเครื่องสูบน้ำประปา
- แบบ y-pattern โครงสร้างประกอบด้วย Stainless Steel Screen, Bolted Cover, Flanged Ends สามารถถอดตะแกรงดักผงออกมาล้างได้ โดยไม่ต้องถอด Stainer ออกจากระบบท่อ
- สามารถรับความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 psi

4.7 ก๊อกน้ำแบบบอล์ล (ball cock)

ให้ติดตั้งก๊อกน้ำแบบ Ball ขนาด 1/2 นิ้ว ที่ใต้อ่างล้างมือในห้องน้ำทุกห้อง ตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน ตัวก๊อกทำด้วย Hot Pressed Brass Ot 58 ตัว บอลล์เป็น Hard Chrome-Plated Hot Pressed Brass Ot 58 Seal และ O-Ring ทำด้วย Teflon ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 psi

4.8 ประตูน้ำแบบ Ball สำหรับน้ำประปาภายในอาคาร

ประตูน้ำแบบ Ball สำหรับใช้ทั่วไปเพื่อแยกเข้าห้องน้ำให้ใช้แบบบรอนซ์หรือทองเหลืองต่อด้วยเกลียว ตัว Valve เป็นแบบ Forged, Hard Chrome-Plated และ O-Ring ทำด้วย Teflon หรือ Viton + Buna N ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 psi

4.9 ชุดควบคุมระดับน้ำ (Floatless level switch)

- ติดตั้งอยู่ในถังน้ำใต้ดิน
- แบบ Electrode Type with Electromagnetic Switch สามารถป้องกันน้ำ และความชื้นได้

4.10 เกจ์วัดความดัน และอุปกรณ์ประกอบ

เกจ์วัดความดันแบบ Bourdon Type ขนาดหน้าปัทม์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel สามารถอ่านค่าความดันได้ ±150 % ขนาดความดันที่จุดติดตั้ง มีความถูกต้อง (Accuracy) ±1 % การติดตั้งจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบ เช่น Needle Valve, Snapper, Siphon หรือ Pig Tail

4.11 มาตรวัดปริมาณน้ำประปา

เป็นแบบ Dry Dial, Magnetic Drive, Straight Reading, Turbine และต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่การประปานครหลวงยอมรับ

4.12 ก๊อกสนาม (Hose bibb)

ให้ติดตั้งก๊อกสนามตามแบบแปลน ตัวก๊อกทำด้วย hot pressed brass OT 58 seal และ O-ring ทำด้วย Teflon ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 150 psi ตัวก๊อกสนามสามารถล็อคกุญแจได้

ข้อกำหนดเฉพาะงาน หมายเลข 3.7-3
ระบบระบายน้ำเสีย และน้ำฝน

1. ขอบเขตของงาน

(1) งานระบบระบายน้ำเสีย ประกอบด้วย ท่อระบายน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ

(2) งานระบบระบายน้ำฝน ประกอบด้วย ท่อและอุปกรณ์ที่รับน้ำฝนจากอาคารระบายลงท่อในแนวนอน และแนวดิ่งลงบ่อพักน้ำฝน เพื่อระบายลงทางระบายน้ำสาธารณะ เครื่องสูบน้ำสำหรับระบายน้ำจากบริเวณชั้นใต้ดินรวมทั้งการระบายน้ำฝนที่ทางเท้ารอบอาคาร นอกจากนี้ยังรวมถึงการขุดดิน การถมดิน การกลบ การปรับแต่งผิวเดิม เช่น คอนกรีต ให้กลับอยู่ในสภาพดีไม่น้อยกว่าเดิม เป็นต้น

(3) จุดต่อระหว่างท่อในแนวดิ่งลงมายังท่อในแนวราบที่พื้นดิน เพื่อลงท่อระบายน้ำให้ใช้ข้อต่อยางยาว 0.5 เมตรต่อทุกจุด

2. ชนิดของท่อ

(1) ท่อระบายน้ำโสโครก (Soil Pipe), ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe) ภายในอาคารให้ใช้ท่อ PVC ชั้น 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.17-2532 ท่อระบายอากาศที่อยู่ภายนอกอาคารและถูกแสงแดด เช่น ท่ออากาศที่ทะลุขึ้นหลังคาให้ใช้ท่อเหล็กหล่อ

(2) ท่อระบายน้ำนอกอาคาร

- ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กต่อแบบลิ้นราง จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานของ มอก.128 โดยท่อที่วางลอดใต้ผิวจราจร ให้ใช้ตามมาตรฐานชั้นคุณภาพที่ 3 ส่วนท่อที่ไม่ได้วางลอดผ่านผิวจราจร ใช้ตามมาตรฐานชั้นคุณภาพที่ 4
- ทรายรองพื้น ให้ใช้ทรายที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่เกิน 25%
- ปูนทรายยาตามแนว ใช้ปูนทรายที่มีอัตราส่วนโดยปริมาตรดังนี้
  - ปูนซีเมนต์ (ตาม มอก.15 หรือ มอก. 80) 1 ส่วน
  - ทรายหยาบ 3 ส่วน

(3) ท่อระบายน้ำฝนภายในอาคารให้ใช้ท่อ PVC class 8.5 ตามมาตรฐาน มอก.17-2532

3. การต่อท่อ และอุปกรณ์ประกอบ

(1) ท่อระบายน้ำในแนวระดับ จะต้องวางโดยมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 25 สำหรับท่อที่มีขนาดไม่เกิน 3 นิ้ว และมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 50 สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 นิ้ว ในกรณีไม่อาจปฏิบัติดังกล่าวได้ ให้ทำ Shop Drawing ส่งตรวจเพื่ออนุมัติก่อนการก่อสร้าง แต่จะต้องมีความ ลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 : 100 ในทุกกรณี

(2) ท่อ หรือรางระบายน้ำฝนภายนอกอาคาร ขนาด ชนิด และความลาดเอียงของท่อหรือรางระบายน้ำให้ดูในแบบแปลน

(3) การต่อท่อ

- การต่อแบบใช้เกลียว เกลียวของท่อ (เกลียวนอก) และเกลียวของข้อต่อ (เกลียวใน) จะต้องได้มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 26-2516 หรือมาตรฐาน ASTM BS หรือ JIS แล้วแต่กรณี และจะต้องหมุนเกลียวเข้าไปในข้อต่ออย่างน้อย 5 เกลียว การพันเกลียวให้ใช้เทปสำหรับการนี้โดยเฉพาะ ห้ามใช้เชือกใยปอ หรือวัสดุอื่นในการพัน หากประสงค์จะใช้วัสดุเชื่อมหรือน้ำยาประสาน เช่น น้ำยา Permatex ให้ทาวัสดุตัวเชื่อม หรือน้ำยาประสานได้เฉพาะเกลียวนอกเท่านั้น
- การต่อท่อ PVC และ HDPE ให้ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- การต่อท่อเหล็กหล่อ ให้อุดด้านในสุดด้วยเชือกแอสเบสตอสแล้วอุดด้วยตะกั่วจนแน่นสนิท
- การต่อท่ออากาศ จะต้องมีความลาดเอียง 1:100 โดยลาดขึ้นจากสุขภัณฑ์ไปยังท่อเมนอากาศ ห้ามต่อลดระดับที่ทำให้น้ำขังในท่อเด็ดขาด

(4) ท่อส้วม ท่อปัสสาวะ ท่อระบายน้ำทิ้งที่จะต้องเปลี่ยนทิศทาง หรือการต่อท่อบรรจบแนวนอนกับแนวตั้งให้ต่อท่อด้วยข้อต่อตัว"วาย" หรือข้อโค้งรัศมี ห้ามใช้ข้องอฉากโดยเด็ดขาด

(5) รอยต่อที่หลังคาหรือที่โดยรอบท่อระบายอากาศ จะต้องทำให้ไม่มีการรั่วซึมได้โดยใช้แผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือสิ่งอื่นที่ผู้ว่าจ้างอนุญาตกันไว้ และสำหรับรอยต่อตรงกำแพงภายนอกก็ต้องปฏิบัติเช่นเดียวกัน

(6) ฝาช่องสำหรับทำความสะอาดท่อที่พื้นทำด้วยสเตนเลส ในกรณีที่อยู่ใต้ฝ้ามีที่ปิดเปิด ในกรณีที่ระยะห่างระหว่างช่องทำความสะอาดท่ออย่างน้อยที่สุดต้องติดตั้งที่

ก. ส่วนท้ายน้ำของท่อเมื่อท่อมีการเปลี่ยนทิศทางเป็นมุมใหญ่กว่า 45 องศา
ข. ทุกๆ ระยะไม่เกิน 15 เมตร สำหรับท่อขนาด 4 นิ้ว ลงมา
ค. ทุกๆ ระยะไม่เกิน 30 เมตร สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 นิ้ว
ง. ที่โคนของท่อระบายในแนวดิ่ง

(7) ขนาดของช่องทำความสะอาดท่อ

ก. ท่อขนาดไม่เกิน 4 นิ้ว ให้ใช้ขนาดเดียวกับท่อ หรือใหญ่กว่า
ข. ท่อขนาดใหญ่กว่า 4 นิ้ว ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 4 นิ้ว

(8) ช่องระบายน้ำ

ช่องระบายน้ำจะต้องทำด้วยโลหะชั้นดี แข็งแรง และเหนียว การหล่อจะต้องได้เนื้อโละที่ดี ไม่มีรูพรุนหรือแข็งเป็นจุดแตกร้าว หรือข้อบกพร่องอื่นใด จะต้องเกลาให้เรียบ เหล็กหล่อจะต้องไม่เป็นชนิดที่นำมาตกแต่งรูพรุน เพื่อทำให้อยู่ในลักษณะดีขึ้น ความหนาของเหล็กหล่อต้องไม่น้อยกว่า 6 มม. ขนาดของท่อระบายน้ำให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ Flashing ของท่อที่ทะลุขึ้นไปบนหลังคา ต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี และจะต้องรัดหรือเชื่อมเข้ากับตัวท่อระบายน้ำ เพื่อที่จะกันน้ำซึมหรือรั่ว

8.1 ตะแกรงระบายน้ำพื้น (Floor Drain)

ตะแกรงระบายน้ำพื้นจะต้องเป็นเหล็กหล่อทั้งตัวโดยที่ตะแกรงส่วนบนเป็นทองเหลืองหล่อชุบโครเมี่ยมขัดมันซึ่งจะต้องได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกก่อนติดตั้งเป็นชนิด Double Flange and Weep-Holes, ตะกร้าที่เก็บผงถอดได้และตะแกรงกันเอียงเมื่อใช้ติดตั้งกับพื้นกันน้ำซึมจะต้องใช้ Flashing Clamp

8.2 ตะแกรงระบายน้ำพื้นจากฝักบัว

ตะแกรงระบายน้ำพื้นจากฝักบัว จะต้องเป็นแบบกลมมีตะกร้าที่เก็บผงถอดได้พร้อมทั้ง Flashing Ring และฝาตะแกรงมีรูแบบทองเหลือง หรือชุบโครเมี่ยมขัดมันปรับได้

8.3 ตะแกรงระบายน้ำฝน

ตะแกรงระบายน้ำฝนจะต้องเป็นเหล็กหล่อพร้อมด้วย Locking Beehive Clamp สำหรับ Flashing เป็นชิ้นเดียวกับที่กันกรวด

8.4 ช่องทำความสะอาด และตะแกรงระบายน้ำ

ช่องทำความสะอาด และตะแกรงระบายน้ำทั้งหมดจะต้องทำเครื่องหมายเพื่อให้สังเกตุได้ชัดเจน ส่วนบนจะต้องเป็นทองเหลืองหล่อชุบโครเมี่ยม

(9) แทรป

แทรปต้องทำด้วยทองเหลืองหล่อ เหล็กหล่อ และ/หรือ เหล็กหล่ออาบสังกะสีหรือ PVC (ดูรายการสถาปนิกประกอบด้วย) ทำเป็นชิ้นเดียวกันตลอด และต้องมีซีลไม่น้อยกว่า 6 ซม. ต้องทำด้วยวัสดุ และหุ้มด้วยวัสดุ และ/หรือ กรรมวิธี เช่นเดียวกับท่อที่ต่อเข้ากับมัน ทั้งนี้นอกจากแทรปขนาด 5 ซม. I.P.S. หรือเล็กกว่าซึ่งไม่ฝังดิน จะต้องเป็นทองเหลืองเท่านั้นแทรปสำหรับสุขภัณฑ์ทั้งหมดต้องทำด้วยทองเหลืองหล่อเป็นชิ้นเดียวแบบตัว "P" พร้อมช่องทำความสะอาด และจุกอุดที่มีประเก็นซึ่งทำมาจากท่อเหล็ก

(10) เครื่องสุขภัณฑ์

10.1 ขอบเขตของงานรวมถึงการจัดหาแรงงาน เครื่องมืออุปกรณ์ และเครื่องใช้ต่างๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมดที่แสดงไว้ในแบบแปลน และตามที่ระบุไว้ในที่นี้ โดยทั่วไปรวมถึงสุขภัณฑ์ เครื่องตกแต่ง แทรป ที่รองรับแทรป ที่แขวนหรือรองรับเครื่องสุขภัณฑ์

10.2 วัสดุ สุขภัณฑ์ ท่อ และอุปกรณ์อื่นที่เดินสายโชว์ให้เห็นให้เป็นไปตามชนิด และรายการที่ระบุไว้แบบแปลนสถาปัตยกรรม เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

10.3 ในระหว่างที่ดำเนินการติดตั้งยังไม่แล้วเสร็จ เครื่องสุขภัณฑ์ที่ติดตั้งแล้วจะต้องมีแคร่ไม้คลุมไว้ และใช้จารบีเคลือบส่วนที่เป็นสแตนเลส และ/หรือชุบโครเมี่ยม

10.4 เมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว และก่อนส่งมอบงานให้แก่เจ้าของงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดเครื่องสุขภัณฑ์ทุกชิ้นที่เกี่ยวข้อง แกะป้ายต่างๆ และเช็ดถูส่วนที่เป็นสแตนเลส และ/หรือชุบโครเมี่ยมด้วยผ้าสะอาดจนเป็นเงางาม

10.5 ก๊อกน้ำต่างๆ Stopcocks วาล์วจะต้องได้รับการตรวจตรา และปรับตามความจำเป็นเพื่อให้งานเหมาะสมกับสุขภัณฑ์ต่าง ๆ และโดยไม่เสียน้ำมากเกินไปโดยใช่เหตุ

10.6 ที่รองรับเครื่องสุขภัณฑ์ทุกชนิด จะต้องมีที่รองรับที่เหมาะสม และได้รับความเห็นชอบ ที่รองรับเหล่านี้จะต้องยึดติดกับกำแพงด้วยโบล์ต และน็อตตามรายการของสถาปนิก ท้าวแขน ที่แขวน แผ่นรองรับ และอื่นๆ จะต้องทาสีชั้นแรกด้วยตะกั่วผสมน้ำมัน

10.7 การติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องสุขภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องได้รับการติดตั้งพร้อมด้วยส่วนประกอบ การต่อท่อต้องกระทำให้เรียบร้อย และประณีต และเป็นไปในลักษณะเดียวกันให้ทดลอง ติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ดูก่อนเพื่อให้ได้ระยะที่แม่นยำตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเจาะกำแพงเพื่อฝังท่อต่างๆ จะต้องกระทำให้ได้ศูนย์กลางที่ถูกต้อง ห้ามใช้ข้อต่ออ่อนต่อท่อในกรณีที่ติดตั้งระยะท่อผิดพลาดโดยเด็ดขาด

4. บ่อพักสำหรับท่อระบายน้ำฝน (Manhole)

สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมฝาปิดตามที่แสดงในแบบ จะต้องทำการก่อสร้างบ่อพักตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ และตรงจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทางหรือบรรจบของท่อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

บ่อพักสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก วัสดุ คอนกรีต, คอนกรีตหยาบ, เหล็กเสริม, แบบหล่อและอื่นๆให้เป็นไปตามรายการมาตรฐานวิศวกรรมโครงสร้าง ทรายรองพื้นและคอนกรีตหยาบใช้เช่นเดียวกับงานท่อระบายน้ำ หากแบบรูปกำหนดงานตอกเสาเข็มเพื่อรับน้ำหนักบ่อพัก ให้ปฏิบัติตามรายการมาตรฐานงานวิศวกรรมโครงสร้าง เรื่องงานเสาเข็ม

การทำความสะอาดท่อระบายน้ำและบ่อพัก ในระหว่างระยะเวลาก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อประโยชน์ใช้สอยของท่อระบายน้ำและบ่อพักน้ำ ถ้าหากมีการตกตะกอนหรืออุดตัน ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขและทำความสะอาด

หมายเลข 4.1
งานอาคารดักน้ำเสีย

1. ขอบเขตงาน

ขอบเขตของงานก่อสร้างอาคารดักน้ำเสีย (CSO) เพื่อทำหน้าที่ดักน้ำเสียจากท่อระบายน้ำตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ ได้แก่ งานก่อสร้างบ่อคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อใช้เป็นบ่อรับท่อระบายน้ำทิ้งและเชื่อมต่อกับท่อรวบรวมน้ำเสียทำการปรับสภาพเป็นอาคารดักน้ำเสีย ทำการติดตั้งแผ่นพลาสติก PE Lining เพื่อรองรับน้ำเสียติดตั้ง บันไดลิงและฝาปิดบ่อชนิดผิวทางเท้าหรือถนน และอื่นๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ รวมทั้งงานซ่อมปรับปรุงพื้นที่เพื่อคืนสภาพเดิมงานจัดระบบและดำเนินการด้านความปลอดภัยบริเวณตำแหน่งที่ทำการก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดแสดงตำแหน่งที่ตั้ง จำนวน ขนาด และรายละเอียดที่กำหนด

2. การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการสำรวจรายละเอียดสภาพพื้นที่บริเวณก่อสร้าง ตรวจสอบสิ่งก่อสร้างใต้ดินและบนดินเพื่อกำหนดแนว ระดับ และตำแหน่งก่อสร้าง เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ ทำการขุดรื้อย้ายพื้นที่ก่อสร้างอาคารดักน้ำเสียซึ่งสร้างบนผิวถนนหรือผิวทางเท้ารวมถึงผิวทางสวนสาธารณะ วัสดุที่รื้อย้ายจะต้องดำเนินการตามที่ได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง รวมถึงการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งปลูกสร้างที่อยู่บริเวณก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการตามรายละเอียดที่กำหนด “การดำเนินการก่อสร้าง”

3. งานขุดบ่อก่อสร้างหรือฐานรากอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องขุดบ่อก่อสร้าง เพื่อเตรียมการก่อสร้างอาคารดักน้ำเสีย โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1) ผู้รับจ้างต้องขุดดินบ่อก่อสร้างตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมในเอกสาร “งานดิน”

2) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากของอาคารโครงสร้าง ผู้รับจ้างสามารถเผื่อออกไปจากแนวที่กำหนดข้างละ 30 เซนติเมตร หรือตามที่กำหนดในแบบเพื่อความสะดวกในการตั้งไม้แบบหรือตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

3) ในกรณีที่การขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด (Slope) การพังทลายที่เกิดขึ้นจากการขุด และความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยสาเหตุใดก็ตามต้องแจ้งผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างทราบ และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทุกกรณี และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

4) พื้นด้านล่างและด้านลาด (Slope) ของการขุดที่ติดกับงานคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องตบแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้าต้องเตรียมการปรับแต่งให้มีความมั่นคงพอที่จะรับอาคารคอนกรีตได้ ณ บริเวณใดที่ปรากฏว่าเกิดความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปรับแต่งให้ความชื้น และบดอัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมจนมีความมั่นคงพอที่จะรับอาคารคอนกรีตได้

กรณีที่ผู้รับจ้างใช้วิธีการอื่นในการก่อสร้างบ่อ เช่น โดยการจมบ่อ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการ เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการเพื่ออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อสร้างก่อนดำเนินการ หรือให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนด

สำหรับการเตรียมฐานราก

ในกรณีที่อาคารวางอยู่บนดินโดยไม่มีเข็มฐานราก ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างฐานรากให้ลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ พื้นที่ดินใต้ฐานรากจะต้องต้านทานน้ำหนักกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และจะต้องทำการตรวจสอบความสามารถของดินที่จะรับแรงกด (Bearing Capacity) และรายงานให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างอนุมัติเสียก่อน จึงเริ่มทำการก่อสร้างฐานรากได้

ในกรณีที่ผู้รับจ้างขุดดินถึงระดับที่ต้องการแล้ว แต่ดินที่ระดับนั้นรับแรงกด (Bearing Capacity) ได้น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องขุดดินฐานรากให้ลึกลงไปอีกจนถึงระดับที่ดินสามารถรับแรงกด (Bearing Capacity) ได้ตามที่ต้องการ หรือผู้รับจ้างอาจจะขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบฐานรากใหม่ พร้อมทั้งแสดงแบบและรายการคำนวณเสนอต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง เมื่อได้รับอนุมัติแล้วจึงจะทำการก่อสร้างได้ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นการทดสอบหาความสามารถในการรับแรงกด (Bearing Capacity) ของดิน การขุดเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงแบบในส่วนใดของอาคาร ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างอาจจะสั่งให้ไม่ต้องทดสอบความสามารถรับแรงกดของฐานรากก็ได้ ถ้าเห็นว่า หรือพิจารณาแล้วว่าดินฐานรากที่อาคารใด ๆ มีความสามารถเพียงพอที่จะรับน้ำหนักปลอดภัยได้

4. งานคอนกรีตเสริมเหล็ก

การทำงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ผู้รับจ้างต้องดำเนินการตามข้อกำหนดรายละเอียด “งานก่อสร้างคอนกรีต” หรือในกรณีที่ผู้รับจ้างเสนอที่จะทำงานคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดหล่อเสร็จมาดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตามรูปแบบและคุณสมบัติที่กำหนดในแบบรายละเอียด เพื่อก่อสร้างอาคารตามที่ระบุไว้ในสัญญา

5. งานติดตั้งอุปกรณ์

งานติดตั้งอุปกรณ์สำหรับงานอาคารดักน้ำเสียประกอบด้วยงานติดตั้ง ฝาบ่อชนิด A และ B ประเภทฝาบ่อบนทางเท้า หรือบนถนน, บันไดลิงในบ่อ ตามที่ระบุในแบบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์โดยดำเนินการตามรายละเอียดที่กำหนดในเอกสาร “งานโลหะ” และวิธีการติดตั้งตามที่กำหนดในแบบหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

6. งานบุหรือดาดผิวบ่อภายในด้วย PE Lining

ภายหลังจากงานเชื่อมท่อกับอาคารดักน้ำเสียเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการดาดผิวภายในบ่อด้วยการบุแผ่นพลาสติกชนิด Polyethylene ตามรายละเอียดที่กำหนด “งานดาดผิวภายในบ่อด้วย PE Lining” หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4.2 งานบ่อพักน้ำเสีย

1. ขอบเขตงาน

ขอบเขตของงานก่อสร้างบ่อพักน้ำเสีย (MH) เพื่อทำหน้าที่บำรุงรักษาระบบท่อรวบรวมน้ำเสียตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ ได้แก่ งานก่อสร้างบ่อคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อใช้เป็นบ่อดัน/บ่อรับท่อรวบรวมน้ำเสียและเชื่อมต่อกับอาคารดักน้ำเสีย (CSO) ทำการปรับสภาพเป็นบ่อพักน้ำเสียทำการติดตั้งแผ่นพลาสติก PE Lining เพื่อรองรับน้ำเสีย ติดตั้งบันไดลิงและฝาปิดบ่อชนิดในคลองหรือบนถนน และอื่น ๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ รวมทั้งงานซ่อมปรับปรุงพื้นที่เพื่อคืนสภาพเดิมบริเวณตำแหน่งที่ทำการก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดแสดงตำแหน่งที่ตั้ง จำนวน ขนาด และแบบที่กำหนด

2. การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการสำรวจรายละเอียดสภาพพื้นที่บริเวณก่อสร้างตรวจสอบสิ่งก่อสร้างใต้ดินและบนดิน เพื่อกำหนดแนวระดับและตำแหน่งก่อสร้าง เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ ทำการขุดรื้อย้ายพื้นที่ก่อสร้างบ่อพักน้ำเสียซึ่งสร้างบ่อพักน้ำเสียซึ่งสร้างบนผิวถนนหรือในคลอง รวมถึงวัสดุที่รื้อย้ายจะต้องดำเนินการตามที่ได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง รวมถึงการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งปลูกสร้างที่อยู่บริเวณก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินตามรายละเอียดที่กำหนด “การดำเนินการก่อสร้าง” สำหรับการเตรียมฐานราก

ในกรณีที่อาคารวางอยู่บนดินโดยไม่มีเข็มฐานราก ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างฐานรากให้ลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ พื้นดินใต้ฐานรากจะต้องต้านทานน้ำหนักกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และจะต้องทำการตรวจสอบทดสอบความสามารถของดินที่จะรับแรงกด (Bearing Capacity) รวมทั้งแรงจากการทำงานเครื่องจักรเครื่องมืองานดันท่อ และรายงานให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างอนุมัติเสียก่อน จึงเริ่มทำการก่อสร้างฐานรากได้

ในกรณีที่ผู้รับจ้างขุดดินถึงระดับที่ต้องการแล้ว แต่ดินที่ระดับนั้นรับแรงกด (Bearing Capacity) ได้น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างอาจจะต้องขุดดินฐานรากให้ลึกลงไปอีกจนถึงระดับที่ดินสามารถรับแรงกด (Bearing Capacity) ได้ตามที่ต้องการ หรือผู้รับจ้างอาจจะขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบฐานรากใหม่ พร้อมทั้งแสดงแบบและรายการคำนวณเสนอต่อผู้ว่าจ้าง เมื่อได้รับอนุมัติแล้วจึงจะทำการก่อสร้างได้ ค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบหาความสามารถในการรับแรงกด (Bearing Capacity) ของดิน การขุดเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงแบบในส่วนใดของอาคาร ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง อาจจะสั่งให้ไม่ต้องทดสอบความสามารถรับแรงกดของฐานรากก็ได้ ถ้าเห็นว่าหรือพิจารณาแล้วว่าดินฐานรากที่อาคารใด ๆ มีความสามารถเพียงพอที่จะรับน้ำหนักปลอดภัยได้

3. งานขุดบ่อก่อสร้างหรือฐานรากอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการขุดบ่อก่อสร้าง เพื่อเตรียมการก่อสร้างบ่อพักน้ำเสีย โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1) ผู้รับจ้างต้องขุดดินบ่อก่อสร้างตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมในเอกสารหมายเลข 2 ข้อที่ 2.2 “งานดิน”

2) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากของอาคารโครงสร้าง ผู้รับจ้างสามารถเผื่อออกไปจากแนวที่กำหนดข้างละ 30 เซนติเมตร หรือตามที่กำหนดในแบบเพื่อความสะดวกในการตั้งไม้แบบหรือตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

3) ในกรณีที่การขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด (Slope) การพังทลายที่เกิดจากการขุด และความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยสาเหตุใดก็ตามต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทุกกรณี และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

4) พื้นด้านล่างและด้านลาด (Slope) ของการขุดส่วนที่ติดกับงานคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องตบแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้าต้องเตรียมการปรับแต่งให้มีความมั่นคงพอที่จะรับอาคารคอนกรีตได้ ณ บริเวณใดที่ปรากฏว่าเกิดความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปรับแต่งให้ความชื้น และบดอัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมจนมีความมั่นคงพอที่รับอาคารคอนกรีตได้

กรณีที่ผู้รับจ้างใช้วิธีการอื่นในการก่อสร้างบ่อ เช่น โดยการจมบ่อผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการเครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการเพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อสร้างก่อนดำเนินการหรือให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนด “งานโครงสร้างสำหรับบ่อพักน้ำเสีย อาคารดักน้ำเสียและอาคารปล่อยน้ำทิ้งลงคลอง

4. งานคอนกรีตเสริมเหล็ก

การทำงานคอนกรีตเสริมเหล็กผู้รับจ้างต้องดำเนินการตามข้อกำหนดรายละเอียด “งานก่อสร้างคอนกรีต” หรือในกรณีที่ผู้รับจ้างเสนอที่จะทำงานคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดหล่อสำเร็จมาดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตามรูปแบบและคุณสมบัติที่กำหนดในแบบรายละเอียด เพื่อก่อสร้างอาคารตามที่ระบุไว้ในสัญญา

5. งานติดตั้งอุปกรณ์

งานติดตั้งอุปกรณ์สำหรับงานอาคารบ่อพักน้ำเสีย ประกอบด้วย งานติดตั้งฝาท่อชนิดบนถนนหรือในคลอง บันไดลิงในบ่อตามที่ระบุในแบบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ โดยดำเนินการตามรายละเอียดที่กำหนด “งานโลหะ” งานอุปกรณ์ชลศาสตร์และเครื่องกลไก และวิธีการติดตั้งตามที่กำหนดในแบบหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

6. งานบุหรือดาดผิวบ่อภายในด้วย PE Lining

ภายหลังจากงานเชื่อมท่อกับบ่อพักน้ำเสียเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการดาดผิวภายในบ่อด้วยการบุแผ่นพลาสติกชนิด Polyethylene ตามรายละเอียดที่กำหนด “งานดาดผิวภายในบ่อด้วย PE Lining” หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4.3 งานทางลำลองชั่วคราวและนั่งร้าน

1. **ทั่วไป**

ในระหว่างการก่อสร้างงานใด ๆ ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมทางลำลองชั่วคราวเพื่อใช้เป็นเส้นทางในการลำเลียงวัสดุ เครื่องจักรเครื่องมือ และนั่งร้านที่ใช้ในงานก่อสร้าง โดยเฉพาะงานดันท่อบริเวณที่ไม่มีทางเข้าออกสู่พื้นที่ก่อสร้าง เช่น ตามแนวคลอง และงานติดตั้งท่อบริเวณริมคลอง

2. **ทางลำเลียงชั่วคราว**

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งทางลำเลียงชั่วคราว โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดเสนอผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการ เช่น Lay out ขนาดทางลำเลียงรูปแบบจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่กำหนดให้หรือบริเวณที่จำเป็นต้องจัดทำทางลำเลียงตลอดแนวคลองทั้งสายเพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการวัดปริมาณงาน วัสดุที่นำมาใช้ รายการคำนวณออกแบบและอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำเนินการและจัดทำทางลำลอง ค่าใช้จ่ายในการจัดทำทางลำลองชั่วคราวให้รวมถึงค่าออกแบบ ค่าวัสดุ ค่าติดตั้ง และรื้อถอนขนย้ายพร้อมค่าบำรุงรักษาระหว่างใช้งาน

3. **นั่งร้าน**

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งนั่งร้านชั่วคราว โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดเสนอผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการ เช่น Layout ขนาดนั่งร้าน รูปแบบ จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่กำหนดให้หรือบริเวณที่จำเป็นต้องติดตั้งนั่งร้านสำหรับงานติดตั้งท่อรวบรวมน้ำเสียรอง (ท่อ HDPE แขวนผนัง) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการวัดปริมาณงาน วัสดุที่นำมาใช้ รายการคำนวณออกแบบ และอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำเนินการและจัดทำนั่งร้าน ค่าใช้จ่ายในการจัดทำนั่งร้านให้รวมถึงค่าออกแบบ ค่าวัสดุ ค่าติดตั้งและรื้อถอนขนย้าย พร้อมค่าบำรุงรักษาระหว่างใช้งาน

เมื่องานทางลำลองชั่วคราวและนั่งร้านหมดความจำเป็นในการใช้งานให้ทำการรื้อถอน โดยผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างได้ให้ความชอบแล้ว ทั้งนี้คณะกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิ์ระงับการจ่ายเงินค่างานในงวดใดงวดหนึ่งที่เกี่ยวข้อง หากการดำเนินงานของผู้รับจ้างได้รับการร้องเรียนหรือเกิดปัญหากับพื้นที่ข้างเคียงบริเวณก่อสร้างหรือกับบุคคลที่สามซึ่งผู้รับจ้างยังมิได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาให้ลุล่วงไปด้วยดีและได้รับความเห็นชอบผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

4.4 งานส่วนประกอบอื่น

1. ขอบเขตงาน

ขอบเขตของงานส่วนประกอบอื่นในที่นี้ ได้แก่ งานเชื่อมท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กพร้อมบ่อพักท่อระบายน้ำ งานเปลี่ยนแนวและวางท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก งานขยายท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก งานบ่อสูบระบายน้ำ คอนกรีตเสริมเหล็ก และงานรางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กรูปตัวยู ผู้รับจ้างต้องทำการก่อสร้างงานส่วนประกอบอื่นตามตำแหน่ง ที่ตั้ง ขนาด รูปร่างที่กำหนดในแบบรายละเอียด

งานนี้ประกอบด้วย การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การขุดร่องเพื่อวางท่อ การเตรียมรองพื้นท่อการก่อสร้าง ฐานรองรับท่อ การเชื่อมต่อท่อ และการถมกลบคืนในการก่อสร้างท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก และรวมถึงการก่อสร้างบ่อพักน้ำ บ่อสูบระบายน้ำ และอาคารส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพื่อผันน้ำ ซ่อมผิวจราจร คันหิน ถนนซอย ทางเดินเท้า ปลูกต้นไม้หรือปลูกหญ้าที่ชำรุดเสียหายเนื่องจากการก่อสร้างให้มีสภาพดีดังเดิมหรือดีกว่าสภาพเดิม ก่อนเริ่มการ ก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการเคลื่อนย้ายสิ่งปลูกสร้างและสาธารณูปโภคต่างๆ ที่กีดขวางการก่อสร้าง และจะต้องติดตั้งใหม่ให้อยู่ในสภาพเดิมโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือจากเจ้าของสิ่งปลูกสร้างนั้นๆ หากมิได้ระบุไว้เป็นรายการแยกต่างหากแล้วค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. วัสดุอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการก่อสร้างงานส่วนประกอบอื่นที่เกี่ยวข้อง ตามที่กำหนดในแบบและมาตรฐานการก่อสร้าง ท่อระบายน้ำและวัสดุอุปกรณ์ส่วนประกอบต่างๆ จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้ที่ใดมาก่อน และผ่านการตรวจสอบเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

1) ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก

ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไป เป็นท่อชนิดปากลิ้นราง ขนาดของท่อให้ใช้ขนาดตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่ความหนาและความแข็งแรง จะต้องเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.128/2538 ชั้นที่ 3 นอกจากกรณีที่ได้ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

ท่อจะต้องผ่านการตรวจสอบก่อนการวางท่อและอาจไม่อนุญาตให้ใช้ถ้าคุณภาพไม่ได้ตามข้อกำหนดและมีความชำรุดเสียหายข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

ก. มีรอยแตกร้าวทะลุผนังท่อ นอกจากเพียงรอยเดียวที่ปากท่อ ซึ่งไม่ร้าวไปถึงตัวท่อ
ข. ความบกพร่องในเนื้อคอนกรีต ซึ่งแสดงถึงการผสมคอนกรีตและการหล่อที่ไม่ได้คุณภาพ
ค. มีรูพรุนมากและขนาดใหญ่
ง. ปากท่อบิ่นมาก จนอาจทำให้รอยต่อท่อไม่ได้คุณภาพที่ดี

การเชื่อมท่อที่เกิดความเสียหายเล็ก ๆ เนื่องจากการขนส่ง อาจซ่อมและยอมให้ใช้ได้ ถ้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างเห็นว่าการซ่อมนั้นกระทำด้วยฝีมือและวัสดุที่มีคุณภาพดีและท่อที่ซ่อมแล้วได้คุณภาพตามข้อกำหนดที่กล่าวมาแล้ว

Mortar ที่ใช้งานเชื่อมต่อท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องประกอบด้วย ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ 1 ส่วน และทราย 3 ส่วน โดยน้ำหนักแห้งหรือเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้

ว่าจ้างกำหนด ทราย จะต้องมีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐาน AASHTO M45 สัดส่วนของน้ำที่ใช้ผสมจะต้องเหมาะสมสำหรับงานและได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง อนึ่ง Mortar ที่ผสมจะต้องใช้ให้หมดภายใน 30 นาที นับเวลาตั้งแต่เริ่มผสม

2) อาคารระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กอื่นๆ

(1) คอนกรีต งานคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างทั่วไป งานก่อสร้างคอนกรีต

(2) เหล็กเสริมคอนกรีต งานเหล็กเสริมคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างทั่วไป งานก่อสร้างคอนกรีต และหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. ลงมาให้เป็นชั้นคุณภาพ SR 24 และถ้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ขึ้นไปจะต้องเป็นเหล็กเส้นข้ออ้อย ชั้นคุณภาพ SD 30

3) โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จ

ผู้รับจ้างอาจจะก่อสร้างทางระบายน้ำรูปตัวยู หรือทางระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมหรือบ่อพักหรือท่อกลมรวมบ่อพักโดยวิธีการหล่อสำเร็จรูป โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้างตามรายละเอียดซึ่งแสดงในแบบก่อสร้างมากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ และต้องเสนอรายละเอียดรายการคำนวณทางโครงสร้างพร้อมทั้งแบบขยายรายละเอียด (Shop Drawings) และกรรมวิธีการผลิตให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาและได้รับอนุมัติก่อน จึงจะเริ่มดำเนินการก่อสร้างได้

4) ฝาตะแกรงเหล็กกล้า

ฝาตะแกรงเหล็กกล้าพร้อมกรอบรองรับปิดบ่อพัก หรือส่วนอื่นขององค์ประกอบของระบบท่อระบายน้ำที่เป็นเหล็กแผ่นที่นำมาเชื่อมประกอบ เหล็กที่ใช้ประกอบจะต้องเป็นเหล็กกล้าละมุนที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.55 การเคลือบผิวเหล็ก หากมิได้กำหนดเป็นอื่นจะต้องเคลือบผิวตามมาตรฐานการก่อสร้างทั่วไป งานโลหะ

5) ตะแกรงรับน้ำฝนริมถนน

ตะแกรงรับน้ำฝนที่มีอยู่ในถนน หรือก่อสร้างไว้ในขอบคันหินจะต้องทำด้วยเหล็กหล่อที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.536-2527

6) งานเหล็กกล้าไร้สนิม

งานเหล็กไร้สนิมตามที่ระบุในแบบ จะต้องใช้เหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) ตามมาตรฐาน ASTM A-264 หรือ JIS G 4303, 4304, 4317 หรือเทียบเท่าโดยจะต้องส่งผลการทดลองหรือเอกสารอย่างใดอย่างหนึ่งจากผู้ผลิตเพื่อแสดงว่าเป็นเหล็กไร้สนิม ตามมาตรฐานที่บ่งบอกจริง

3. การเตรียมการก่อสร้าง

1) ทั่วไป

ในระหว่างก่อสร้างงานใด ๆ ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมวัสดุและแรงงานสำหรับการผันน้ำออกจากบริเวณหน้างาน โดยจัดเตรียมทางระบายน้ำสำหรับน้ำโสโครก น้ำฝนและน้ำใต้ดินพร้อมทั้งจัดเตรียมทางระบายน้ำสำหรับระบายน้ำจากทางระบายน้ำที่มีอยู่เดิม ออกจากบริเวณหน้างานด้วย

2) วิธีการระบายน้ำ

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมอุปกรณ์สูบน้ำอย่างพอเพียงเพื่อสูบน้ำออกจากร่องขุด หรือบริเวณหลุมที่ขุดตลอดเวลาที่ทำการขุดร่อง วางท่อ ก่อสร้างงานคอนกรีต ทดสอบและการถมกลบกำลังดำเนินอยู่ โดยวิธีการระบายน้ำนั้นให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการก่อสร้างทั่วไปข้อ 2.2.5

4. การขุดร่องดินสำหรับวางแนวท่อและทางระบายน้ำ

1) ทั่วไป

ขอบข่ายของงานส่วนนี้ครอบคลุมถึงการขุดดินทั้งหมดสำหรับวางแนวท่อ ทางระบายน้ำคอนกรีตและโครงสร้างคอนกรีต ร่องขุดจะต้องขุดให้ได้แนว ระดับ และความลาดเอียงตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างงานทั้งหมดต้องดำเนินการก่อสร้างด้วยวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องสอดคล้องกับกฎหมาย และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

2) สิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์ใต้ดินที่กีดขวางการก่อสร้าง

ก่อนทำการขุดร่องสำหรับวางแนวอาคารระบายน้ำ ผู้รับจ้างต้องทำการสำรวจกำหนดแนวอาคารระบายน้ำที่จะทำการก่อสร้าง และหาตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งก่อสร้างและโครงสร้างสาธารณูปโภคต่างๆ ที่อยู่บนพื้นดินและอยู่ใต้ดินทั้งหมด

ผู้รับจ้างจะต้องไม่เคลื่อนย้ายหรือทุบทำลายหรือดำเนินการใดๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความกระทบกระเทือนแก่โครงการหรือสาธารณูปโภคใดๆ ก่อนจะได้รับความเห็นชอบเป็นตัวหนังสือจากผู้ว่าจ้างและหน่วยงานที่รับผิดชอบ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้าง 2.1 ข้อ 2.15 “ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายงานสาธารณูปโภค”

3) การขุดร่องดิน

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการขุดร่องดิน ณ บริเวณใด ผู้รับจ้างได้รับความยินยอมหรือเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การขุดร่องดินสำหรับวางท่อระบายน้ำ ต้องเป็นเส้นตรงตามแนวและระดับที่แสดงไว้ในแบบแปลนผู้รับจ้างต้องขนดินที่ขุดออก แล้วทำการบดอัดที่บริเวณก้นหลุมให้แน่น บรรดาดินอ่อนที่ก้นหลุมต้องขุดออกแล้วถมกลบด้วยวัสดุคัดเลือก และทำการบดอัดให้แน่น วัสดุรองพื้นท่อต้องเป็นวัสดุคัดเลือกหรือวัสดุที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นตามที่แสดงในแบบแปลน ต้องทำการถม เกลี่ยและบดอัด แล้วขุดให้ได้รูปร่างตามรูปร่างของท่อและปากของท่อบริเวณจุดต่อท่อ ระหว่างการทำการขุดร่องดิน จนกระทั่งวางท่อและถมดินเสร็จเรียบร้อยจะต้องป้องกันมิให้มีน้ำอยู่ภายในร่องที่ขุดในทุกขณะ

ในกรณีที่แนวการวางท่อตัดผ่านผิวจราจรแอสฟัลต์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการตัดหรือเจาะผิวแอสฟัลต์นั้นโดยใช้เครื่องมือกลที่เหมาะสม เพื่อให้ผิวจราจรที่ถูกขุดนั้นเป็นแนวสม่ำเสมอ และเป็นการลดพื้นผิว

จราจรที่เกิดความเสียหายให้น้อยที่สุด ส่วนของพื้นที่ผิวจราจรแอสฟัลต์ซึ่งชำรุดเสียหายหรือเกิดการแตกร้าวเนื่องจากการก่อสร้างจะต้องดำเนินการแก้ไขซ่อมแซมให้เป็นที่เรียบร้อยและสภาพดีดังเดิม

ในกรณีที่แนวการวางท่อตัดผ่านผิวจราจรคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องทำการตัดหรือเจาะผิวจราจรนั้นให้เป็นแนวตรง เหล็กเสริมในแนวขวางให้ตัดตรงกึ่งกลางแล้วงอพับไว้ หากต้องรื้อทุบคอนกรีตทั้งแผงจะต้องไม่ตัดเหล็กเดือยซึ่งยึดระหว่างแผงออก หากดินชั้นรองพื้นทางของผิวจราจรเดิมเกิดช่องว่างขึ้นในระหว่างการก่อสร้างซึ่งอาจเป็นเหตุให้ผิวจราจรนั้นชำรุดเสียหายในภายหลัง ผิวจราจรนั้นจะต้องรื้อทุบทิ้งและให้ก่อสร้างใหม่ด้วย

สำหรับการขุดร่องดินบนทางเท้า ซึ่งเป็นกระเบื้องแผ่นที่แตกก็จะต้องนำไปทิ้งส่วนที่มีสภาพใช้งานได้ก็คงนำมาใช้ใหม่ได้ การขุดร่องดินเพื่อวางท่อใต้คันหรือผนังเดิมให้ใช้วิธีขุดลอก หากคันหินหรือผนังเดิมบริเวณใกล้เคียงกับที่ทำการก่อสร้างได้รับความเสียหายระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดซ่อมให้เรียบร้อยและสภาพดีดังเดิม และเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

วิธีการขุดและเครื่องมือที่จะใช้ขุดต้องเหมาะสมกับงาน ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างขุดร่องโดยใช้แรงงานคนเท่านั้น สำหรับในบริเวณผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง ในกรณีที่การขุดร่องดินกระทำโดยใช้เครื่องมือกลจะต้องทำการขุดให้ขอบร่องเป็นเส้นตรงเรียบเสมอกัน

การขุดร่องสำหรับการก่อสร้างท่อระบายน้ำ และสำหรับโครงสร้างอื่นๆ จะต้องสอดคล้องกับแนวและระดับซึ่งแสดงในแบบก่อสร้าง และก่อนทำการขุดร่องดินในตำแหน่งใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากที่ปรึกษาผู้ควบคุมงานก่อสร้าง หากผู้รับจ้างทำการขุดร่องกว้างเกินกว่าความกว้างที่ระบุในแบบก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายส่วนเกินอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงชั้นของท่อ ซึ่งเป็นผลจากการขุดร่องกว้างเกินกว่าที่ระบุ

ผู้รับจ้างต้องขุดร่องให้ได้ความกว้างน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ต้องเพียงพอและสอดคล้องต่อการก่อสร้าง ผู้ว่าจ้างอาจเปลี่ยนแปลงชั้นคุณภาพของท่อให้มีมาตรฐานสูงกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายส่วนเกินอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงชั้นของท่อ ซึ่งเป็นผลจากการขุดร่องกว้างเกินกว่าที่ระบุ

ผู้รับจ้างต้องขุดร่องให้ได้ความกว้างน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ต้องเพียงพอและสอดคล้องต่อการก่อสร้าง การถมและบดอัด ตลอดจนเพียงสำหรับงานส่วนอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันส่วนความกว้างทั่วไปของการขุดให้ใช้ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

4) การป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์สาธารณูปโภคต่างๆ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่ ในการป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นกับอาคารบ้านเรือน สิ่งก่อสร้างต่างๆ อุปกรณ์สาธารณูปโภค สาธารณสมบัติ หรือทรัพย์สินส่วนบุคคล ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความระมัดระวังป้องกันความเสียหาย อันอาจจะเกิดกับสิ่งต่างๆ ดังกล่าวทุกประการและความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือแก้ไขสิ่งก่อสร้าง และอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5) พื้นที่ซึ่งมีชั้นน้ำขังหรือพื้นที่ไม่เหมาะสม

งานส่วนนี้จะรวมถึงการขุดใดๆ ซึ่งผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างเห็นว่าหลีกเลี่ยงไม่ได้เกี่ยวกับวัสดุซึ่งมีอยู่โดยธรรมชาติในพื้นที่ซึ่งอยู่ในขอบข่ายการขุด

บริเวณที่มีชั้นน้ำขังหรือพื้นที่มีลักษณะไม่เหมาะสมต่อวางท่อหรือการก่อสร้างทางระบายน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างโดยอาจต้องทำการขุดร่องดินให้ลึกลงกว่าฐานของฐานรองรับท่อเพื่อให้พื้นล่างของร่างมีฐานบดอัดที่เหมาะสม ส่วนที่ถูกขุดเกินออกไปจะต้องถูกถมกลบคืนด้วยวัสดุประเภท Non-cohesive ที่ได้รับความเห็นชอบ เช่น ทรายหรือวัสดุเม็ดย่อยถมแผ่เป็นชั้นๆ ให้มีความหนาก่อนบดอัดไม่มากกว่าชั้นละ 15 ซม. และกระทุ้งบดอัดจนแน่น ถ้าดินที่ขุดนั้นไม่ดีพอและไม่มีวัสดุประเภท Non-cohesive ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาดินประเภทนี้มาจากแหล่งอื่นให้ไปโดยรับผิดชอบเรื่องค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ทั้งหมด

พื้นที่ซึ่งยุบก่อนโดยธรรมชาติ และไม่เกิดประโยชน์ที่จะขุดลึกลงไปกว่าที่จำเป็น จะต้องปูทับด้วยหินขนาดไม่เล็กกว่า 80 มม. และไม่โตกว่า 150 มม. และกระทุ้งบดอัดให้ได้ระดับตามแบบก่อสร้าง

6) ผนังกันดินและค้ำยัน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและทำการติดตั้ง ตลอดจนซ่อมแซมผนังกันดินและค้ำยันด้านข้างของร่องขุดเพื่อป้องกันการพังทลายและเคลื่อนตัวของดินด้านข้าง ซึ่งอาจทำให้ขนาดความกว้างของบริเวณที่ขุดดินแคบกว่าขนาดที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้าง และเพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งปลูกสร้างในบริเวณใกล้เคียงหรือถนนเกิดความเสียหายก่อนที่จะทำการขุดดิน ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบขยายรายละเอียด รวมทั้งแสดงวิธีการก่อสร้างผนังกันดินและค้ำยันที่จะใช้งานต่าง ๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างพิจารณา

7) การปรับตกแต่งร่องขุด

พื้นและด้านข้างของร่องขุดต้องสะอาดปราศจากเศษวัสดุใดๆ ก่อนทำการก่อสร้างฐานรองรับท่อหรือก่อนจะเสร็จงานในแต่ละวัน พื้นของร่องขุดจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อยไม่เป็นแอ่ง ในการขุดยอมให้ขุดได้ลึกเท่าที่สามารถจะทำการก่อสร้างฐานรองรับซึ่งอยู่ใต้ขอบท่อ

8) การระบายน้ำจากบริเวณที่ขุดดิน

การระบายน้ำหรือสูบน้ำจากหลุมที่ขุด ต้องใช้เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ให้เหมาะสม และเพียงพอตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน หากปรากฏว่าการระบายน้ำนั้น ใช้เครื่องจักรกล และอุปกรณ์หรือวิธีการที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายต่องานวางท่อหรืออาจเป็นอันตรายหรือทำความเดือดร้อนต่อประชาชน ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งการให้แก้ไขวิธีการดำเนินงานหรือเพิ่มจำนวนเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ แล้วแต่กรณี ค่าใช้จ่ายเพื่อการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

9) วัสดุรองรับท่อ

วัสดุซึ่งใช้สำหรับก่อสร้างฐานรองรับท่อจะต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง และปราศจากวัสดุเม็ดหยาบซึ่งมีขนาดค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างเพื่อให้ที่ปรึกษา ควบคุมงานก่อสร้างอนุมัติก่อนนำไปใช้งาน

ก่อนทำการก่อสร้างฐานรองรับท่อ ร่องขุดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างจึงเริ่มดำเนินการวางวัสดุซึ่งใช้ก่อสร้างฐานรองท่อและบดอัด ให้ได้ความลึกและชนิดของวัสดุที่ใช้ตามที่แสดงในแบบก่อสร้างฐานรองรับท่อต้องได้รูปพอดีกับท่อ หรือโครงสร้างที่มีช่องสำหรับก่อสร้างข้อต่อหรือจุดเชื่อมต่อ และผิวบนของชั้นวัสดุที่บดอัดแล้วของฐานรองรับ จะต้องได้ระดับถูกต้องสำหรับการก่อสร้างทางระบายน้ำ และฐานรองรับจะต้องถูกบดอัดให้ได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นที่สูงสุด เมื่อทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบความหนาแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) มยธ.(ท) 501.2-2532

5. การก่อสร้าง

1) การวางท่อ

การวางท่อจะต้องวางแนวและระดับที่ระบุไว้ในแบบแปลน ขนาดของร่องขุดฐานรองรับท่อและการถมกลบต้องทำการก่อสร้างตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

ก่อนที่วางท่อหรือทางระบายน้ำ จะต้องขจัดความสกปรกซึ่งอาจมีอยู่ภายในท่อบริเวณด้านนอกของปลายเสียบ (Spigot) และบริเวณด้านในของปลายสวม (Socket) จะต้องสะอาดปราศจากวัสดุแปลกปลอมใดๆ

เมื่อจัดเตรียมร่องขุด และฐานรองรับท่อไว้ให้พร้อมแล้ว จึงนำท่อยกลงในร่องขุดก่อนที่จะปล่อยให้ท่อวางลงบนพื้นรองรับเต็มที่ให้ประคองปลายท่อที่จะต่อเข้าให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมที่จะสวมต่อท่อกับท่อที่วางไว้แล้ว โดยมิได้ให้เกิดความเสียหายต่อพื้นฐานรองรับท่อที่ได้จัดเตรียมไว้ในการสวมต่อและระมัดระวังไม่ให้ระดับก้นท่อเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนดการป้องกันการเคลื่อนตัวท่อ การใช้ไม้บีบอัดกับปลายท่อห้ามกระทำยกเว้นเป็นท่อขนาดเล็กและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องไม่ทำให้ระดับก้นท่อเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด

การวางท่อแต่ละท่อนจะต้องให้ปลายเสียบหันไปตามทิศทางการไหลของน้ำ และปลายสวมหันไปในทิศตรงข้ามและวางให้ต่อเชื่อมได้ถูกต้องตามแนวความลาดเอียงและระดับซึ่งแสดงในแบบ ก่อสร้าง การวางท่อต้องอยู่ในลักษณะซึ่งตัวท่อมีการรองรับที่แข็งแรงตลอดความยาวของท่อและหากมิได้กำหนดไว้เป็นอื่น การวางท่อจะต้องเริ่มจากด้านท้ายน้ำขึ้นไปหาเหนือน้ำ

ความคลาดเคลื่อนของท่อแต่ละท่อนที่วางจะมีความคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดในแบบแปลนได้ไม่มากกว่าค่าที่กำหนดให้ตามตาราง ดังต่อไปนี้

ตารางความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ในการวางท่อระบายน้ำ

ความลาดเอียงของท่อระบายน้ำตามที่ระบุ	ความคลาดเคลื่อนของท่อแต่ละท่อน		ความลาดเอียงของท่อในช่วงความยาว 10 ม. แตกต่างไปจากที่กำหนด
	ตามแนวราบ	ตามแนวดิ่ง	
1:150 หรือราบกว่า	+10 มม.	+10 มม.	+10 มม.
1:149 หรือชันกว่า	+10 มม.	+10 มม.	+20 มม.

หากท่อหรือทางระบายน้ำใด เมื่อการวางและก่อสร้างแล้วมีความคลาดเคลื่อนของระดับและความลาดเอียงเกินกว่าค่าที่กำหนดข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนปรับแนววางท่อ ทำการวางท่อสร้างใหม่ พร้อมกับทำการตรวจสอบให้อยู่ในข้อกำหนด โดยผู้รับจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ทั้งหมด

ระยะห่างระหว่างปลายท่อตรงบริเวณข้อต่อ ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 0.5 ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ หากเป็นการเชื่อมต่อแบบใช้ปูนทรายโดยรอบ หรือใช้ท่อแบบปากระฆังจะต้องเว้นระยะห่างใต้ท่อเป็นระยะไม่น้อยกว่า 15 ซม. ไว้ใต้จุดเชื่อมต่อของท่อเพื่อทำการเชื่อมต่อท่อหรือเพื่อให้ตัวท่อนั่งอยู่บนฐานรองรับตลอดความยาวท่อในกรณีของท่อแบบปากระฆัง

ต้องปิดส่วนปลายของท่อที่เปิดหลังจากเสร็จการทำงานในแต่ละวัน และผู้รับจ้างจะต้องแน่ใจว่าภายในท่อสะอาดและไม่มีสิ่งแปลกปลอมใดๆ ตกค้างอยู่

2) **การเชื่อมต่อท่อ**

(1) **การต่อท่อปากลิ้นราง**

การต่อท่อชนิดปากลิ้นรางให้ยาแนวด้วยปูนทรายโดยรอบท่อ ตามที่ระบุไว้แบบก่อสร้าง ปลายท่อแต่ละท่อนจะต้องต่อกันอย่างสนิท สะอาด และทำให้เปียกก่อนทำการต่อเชื่อมส่วนการเชื่อมต่อซึ่งมีการเสริมเหล็กดังแนบในแบบก่อสร้างจะใช้กับรอยเชื่อมต่อซึ่งอยู่ใต้ผิวจราจร รอยต่อที่ใช้ปูนทรายเมื่อปาดได้รูปเรียบร้อยแล้วจะต้องป้องกันรอยต่อไม่ให้ถูกแสงแดดและให้ชุ่มด้วยความชื้น โดยปิดคลุมด้วยกระสอบชุ่มน้ำเพื่อป้องกันน้ำระเหยจากปูนฉาบ

(2) **การเชื่อมต่อท่อโดยทั่วไป**

การหล่อคอนกรีตหุ้มโดยรอบท่อดังแสดงในแบบก่อสร้าง จะต้องหล่อคลุมเท่าความกว้างกว้างของร่องขุด โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

การเชื่อมต่อท่อกับบ่อรับน้ำ หรือกับกำแพงปีก จะดำเนินการได้ต่อเมื่อบ่อรับน้ำหรือกำแพงปีกก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ในกรณีใดๆ ก็ตามภายในท่อจะต้องสะอาด ไม่มีเศษวัสดุใดๆ ตกค้างหลังจากการเชื่อมต่อเสร็จสิ้น

3) **การตรวจสอบก่อนการถมกลบ**

แนวการวางท่อระบายน้ำทุกแนว ระดับของท่อ และการต่อเชื่อมท่อ จะต้องได้รับการตรวจสอบและผ่านการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างหลังจากการวางท่อ การเชื่อมต่อ และก่อนทำการถมกลบจะต้องไม่ปรากฏรอยแตกร้าวของท่อ รวมทั้งรอยต่อเชื่อม ไม่เกิดการรั่วซึมปรากฏให้เห็นหรือทำให้มีปริมาณน้ำซึมเข้ามาในท่อเป็นเหตุให้ลดขีดความสามารถในการระบายน้ำของท่อนั้น

4) **การถมกลบ**

เมื่อขุดร่องเรียบร้อยแล้วจะต้องทำการวางท่อระบายน้ำโดยทันที และดำเนินการถมกลบทันทีที่ผ่านการตรวจสอบและเห็นชอบ คอนกรีตหุ้มท่อจะต้องบ่มเป็นเวลา 3 วัน ก่อนทำการถมกลบและบดอัด

วัสดุซึ่งใช้ถมกลบต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง และผ่านการตรวจสอบเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง การถมกลบต้องถมเป็นชั้นๆ ความหนาของชั้นที่ยังไม่ได้บดอัดต้องไม่มากกว่า 20 ซม. และบดอัดโดยตลอด วัสดุที่ใช้ถมกลบในแต่ละชั้นถ้าแห้งมากต้องพรมน้ำอย่างทั่วถึงโดยใช้ความชื้นตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างระบุ เพื่อให้ได้ความหนาแน่นสูงสุดเทียบกับความหนาแน่นของวัสดุรอบๆ ซึ่งไม่ถูกกระทบกระเทือน

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

การบดอัดวัสดุที่บริเวณด้านข้างท่อระบายน้ำ จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจว่าการถมกลบถูกกระทำโดยสม่ำเสมอตลอดทั้งสองข้างของความยาวท่อทั้งหมด การเคลื่อนย้ายดินและเครื่องมือบดอัดที่มีน้ำหนักมากต้องกระทำห่างจากท่อไม่น้อยกว่า 1.5 ม. จนกว่าจะมีการถมกลบหลังท่อหนาไม่น้อยกว่า 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลอดถนน แต่ไม่น้อยกว่า 60 ซม. เว้นเสียแต่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง อุปกรณ์ซึ่งมีน้ำหนักเบาอาจทำงานได้ในระยะที่กำหนดข้างต้นได้หลังจากได้ถมคันดิน และบดอัดได้ความหนาของชั้นดินเหนือระดับหลังท่อลอดถนนอย่างน้อย 30 ซม.

(1) การถมกลบในบริเวณผิวถนน

เมื่อการวางท่ออยู่ใต้ผิวจราจร ร่องขุดจะต้องถมกลบด้วยทรายซึ่งผ่านการเห็นชอบว่าสะอาด และระบายน้ำได้ดีจนถึงระดับชั้นดินถม (Subgrade) ทรายจะถูกบดอัดเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีความหนาแน่นไม่มากกว่า 20 ซม. และบดอัดให้ได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นแห้งสูงสุด เมื่อทดลองตามมาตรฐานการทดสอบความหนาแน่น (Modified Compaction Test) มยธ. (ท) 501.2-2532

(2) การถมกลบในพื้นที่อื่นๆ

วัสดุที่นำมาใช้ถมกลบจะถูกบดอัดเป็นชั้นๆ ความหนาของชั้นก่อนบดอัดต้องไม่มากกว่า 20 ซม. รอบๆ ท่อและตลอดความกว้างของร่อง แล้วบดอัดด้วยความระมัดระวังจนกระทั่งได้ชั้นดินถมกลบสูง 30 ซม. เหนือหลังท่อในส่วนนี้การบดอัดต้องให้ได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นแห้งสูงสุด เมื่อทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบความหนาแน่น (Standard Proctor Compaction Test) มยธ. (ท) 501.1-1-2532

วัสดุคัดเลือกต้องประกอบด้วย วัสดุซึ่งปราศจากเศษต้นไม้ เศษอินทรียวัตถุต่างๆ และก้อนดินซึ่งค้างบนตะแกรงขนาด 75 มม. แต่ผ่านตะแกรงขนาด 26.5 มม.

หลังจากถมกลบเรียบร้อยแล้วผิวบนของแนวร่องซึ่งถูกกลบต้องทำเป็นเนินสันมน เพื่อป้องกันการขังหรือการไหลของน้ำบนบริเวณดินถมกลบ

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนงานการวางท่อ การเชื่อมต่อท่อ และการถมกลบแนวท่อทั้งหมด รวมถึงบ่อพัก บ่อสูบระบายน้ำ ที่อยู่ในระบบจะต้องได้รับการทำความสะอาดปราศจากขยะมูลฝอย สิ่งกีดขวางใดๆ ตกค้างอยู่ และได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

5) การซ่อมแซมผิวจราจร

กรณีที่แนวการวางท่ออยู่ในบริเวณพื้นผิวจราจร เมื่อทำการถมกลบท่อเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจะทำการซ่อมแซมและปรับสภาพผิวจราจรที่ชำรุดเสียหายบริเวณดังกล่าวให้เรียบร้อยและมีสภาพดีดังเดิม โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างและผู้แทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

6. โครงสร้างที่เกี่ยวข้องและบ่อพัก

1) ทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างโครงสร้างระบบระบายน้ำและบ่อพักตามตำแหน่งซึ่งแสดงในแบบก่อสร้าง เว้นไว้แต่จะกำหนดให้เปลี่ยนแปลงเป็นอื่นโดยผู้ว่าจ้าง

บ่อสำหรับเชื่อมต่อประกอบขึ้นด้วยผนังคอนกรีตและมีฝาคอนกรีต หรือฝาเหล็กหล่อพร้อมกรอบฝาบ่อรับน้ำเข้าที่ผิวบนประกอบขึ้นด้วยผนังคอนกรีตและมีระดับของก้นบ่อเป็นไปตามที่แสดงในแบบรายละเอียด

2) งานขุดดินสำหรับโครงสร้าง

งานขุดดินสำหรับก่อสร้างโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง ต้องทำตามรายละเอียดซึ่งได้ระบุไว้ในหัวข้อ 4.4.3 “งานขุดร่องดินสำหรับวางแนวท่อและทางระบายน้ำ”

3) งานคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับโครงสร้าง

งานคอนกรีตเสริมเหล็กโครงสร้างเป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในหัวข้อ 4.4.2 ข้อ 2 “อาคารระบายน้ำคอนกรีตเสริมอื่นๆ”

4) โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จ

ทางระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมและรูปตัวยู บ่อพักน้ำหรือบ่อสูบระบายน้ำ ซึ่งเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ผู้รับจ้างอาจทำการก่อสร้างโดยการหล่อในที่หรือหล่อสำเร็จ ในกรณีที่ใช้วิธีการหล่อสำเร็จผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างให้มีลักษณะตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง หรือตามแบบขยายรายละเอียด (Shop Drawing) ที่ผ่านการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

หลังจากได้รับการตรวจสอบและทดสอบให้สอดคล้องกับรายการประกอบแบบก่อสร้างแล้ว โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จต้องถูกจัดส่งไปที่หน้างาน โดยวิธีการซึ่งมีการป้องกันความเสียหายแก่วัสดุอุปกรณ์ไว้เรียบร้อยแล้ว

โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จนี้ต้องติดตั้งวางให้ได้แนว ระดับ และความลาดดังแสดงในแบบก่อสร้าง และส่วนซึ่งเชื่อมต่อจะต้องจรดสนิท พร้อมทั้งใช้ปูนทราย ซึ่งมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์:ทราย เป็น 1:3 ใช้เป็นวัสดุเชื่อมต่อชิ้นส่วนของโครงสร้างเข้าด้วยกัน

ร่องขุดด้านข้างของทางระบายน้ำคอนกรีตหล่อสำเร็จ ต้องถมกลบและกระทุ้งอัดเป็นชั้นอย่างสม่ำเสมอด้วยวัสดุเม็ดหยาบจนถึงระดับผิวบนของโครงสร้างหล่อสำเร็จซึ่งในการนี้ต้องผ่านการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง

5) การถมกลบบ่อพัก

หลังจากการขุดร่องหรือหลุมจะต้องก่อสร้างโครงสร้างซึ่ง ได้แก่ บ่อระบายน้ำโดยไม่ให้เกิดความล่าช้าและการถมกลบจะกระทำได้หลังจากคอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 3 วัน

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย	นายอนุวัตร ทองคำ	นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข	นายอิทธิพล ห่อทองคำ
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ	กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์	นายวรยุทธ คล้ำปลอด	นายขันติวัตร จริยะยรรยง	
กรรมการ	กรรมการ	กรรมการและเลขานุการ	

4.5 วาล์ว (Valves)

ขอบข่าย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวาล์ว (Valves) ตามขนาดและชนิดที่กำหนดไว้ในแบบ วาล์วจะต้องได้มาตรฐานตามที่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดเฉพาะงานนี้ หรือเทียบเท่า โดยจะต้องทำการติดตั้งไว้ในระบบท่อส่งน้ำแรงดัน ท่อระบบบำบัดน้ำเสีย ท่อจ่ายน้ำภายนอกอาคารหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ ก่อนนำมาติดตั้งใช้งานจะต้องผ่านการทดสอบจากโรงงานหรือสถาบัน หรือหน่วยราชการที่เชื่อถือได้ และมีใบรับรองการทดสอบนั้นๆ และได้รับการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน หลังการติดตั้งจะต้องทำการทดสอบให้เป็นที่แน่ใจว่าวาล์วอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ วาล์วชนิดต่างๆ จะต้องมีลักษณะและมาตรฐาน ดังนี้

1. ทั่วไป

วาล์วที่ใช้สำหรับท่อน้ำเสีย ให้ใช้เป็นเกตวาล์ว (Gate Valve) และวาล์วกันกลับ (Check Valve)

2. รายละเอียดของวาล์ว (Valve)

2.1 เกตวาล์ว (Gate Valve)

ก. เกตวาล์วขนาดตั้งแต่ 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ขึ้นไป

เกตวาล์วต้องเป็น Resilient Seat ตามมาตรฐาน BS 5150 หรือเทียบเท่า สามารถทนความดันได้อย่างต่ำ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ข. เกตวาล์ว ขนาดตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ลงมา

เกตวาล์วต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 431-2525 "ประตูน้ำทองแดงเจือแบบลิ้นยก" ประเภท A หรือเทียบเท่า ทนความดันใช้งานอย่างต่ำ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปลายตัวเรือน (Body Ends) ของวาล์วเป็นเกลียวในตามมาตรฐานมอก. 281-2532 “เกลียวท่อเหล็กกล้าสำหรับงานท่อน้ำและงานท่อทั่วไป”

2.2 วาล์วกันกลับ (Check Valve)

(ก) วาล์วกันกลับชนิดแกว่ง (Swing Check Valve) ขนาด 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ขึ้นไปต้อง เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 383-2524 “ประตูน้ำเหล็กหล่อ : ลิ้นกันกลับชนิดแกว่ง” โดยต้องสามารถทนความดันอย่างต่ำ 10 kg/cm^2 ประตูน้ำขนาด 200 มม. ขึ้นไปจะต้องติดตั้ง Lever and weight และ Dash Pot เพื่อลดแรงกระแทก

(ข) วาล์วกันกลับขนาด 65 มิลลิเมตร (2 2/12 นิ้ว) และเล็กกว่า วาล์วต้องเป็นแบบ Bronze Body, Bronze Mounted Lift Check Valve, ตัวเรือนทำจาก บรอนซ์ โดยที่ลิ้น (Disc) และตัวรองลิ้น (Seat) เป็นชนิดถอดเปลี่ยนได้ (Renewable) ปลายตัวเรือน (Body Ends) เป็นเกลียว โดยต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 281-2532 “เกลียวท่อเหล็กกล้าสำหรับงานท่อน้ำ และงานท่อทั่วไป” หรือ BS.21 “Pipe Threads” วาล์วจะต้องทนความดันอย่างต่ำ 10 kg/cm^2

(ค) วาล์วกันกลับแบบ Dual Disc เป็นวาล์วที่ใช้กับระบบอากาศ ตัวเรือนและ Disc ทำจากเหล็กหล่อ Brass หรือ Bronze สปริงทำจาก Stainless Steel สามารถทนความดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 10 kg/cm^2 ทำจากวัสดุประเภทยางสังเคราะห์ทนอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 80°C

3. **รายละเอียดของอุปกรณ์ขับ (Operator)**

3.1 **ตัวขับวาล์วแบบมือหมุน (Manual)**

ตัวขับของวาล์วชนิด Manual แบ่งเป็นแบบมือหมุน (Handwheel) ไม่มีเฟืองทด และแบบข้อเหวี่ยง (Crank Operated) ซึ่งแบ่งเป็น Single และ Double Gear โดยตัวขับแบบ Manual ตามที่กล่าวมา จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- วัสดุที่ใช้ทำชุดขับ ใช้ข้อกำหนดตามข้อกำหนดด้านวัสดุของตัวขับของเกต ชนิด Motor Operated
- ข้อกำหนดของค่าแรงบิดที่ต้องการ (Torque Requirement) ใช้เช่นเดียวกับของตัวขับของเกต ชนิด Motor Operator
- ตัวขับของวาล์วที่ติดอยู่กับท่อซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อสูงจากพื้นไม่เกิน 2.3 เมตร (7.5 ฟุต) ใช้ตัวขับแบบมือหมุน
- ตัวขับของวาล์วที่ติดอยู่กับท่อซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ สูงจากพื้นเกิน 2.3 เมตร ให้ใช้ตัวขับแบบใช้โซ่ (Chain Operated)
- วาล์วปีกผีเสื้อแบบฝังดิน ใช้ตัวขับแบบ Total Enclosed Worm Gear และต้องมีก้านต่อมายัง Valve Box ด้วย
- เกตวาล์วแบบฝังดินจะต้องมี Valve Box ซึ่งต้องมีขนาดพอดีกับฝาครอบตัวเรือน (Bonnet)
- Valve Box ต้องเป็นแบบปรับความยาวได้ และแข็งแรงพอจะรับแรงดันได้

4.6 ประตูน้ำบานเลื่อน (Sluice Gate)

ขอบข่าย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาประตูน้ำบานเลื่อน (Sluice Gate) ขนาดต่าง ๆ ที่ระบุในแบบแปลนพร้อมติดตั้งตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลน

1. ลักษณะทั่วไป

ประตูน้ำบานเลื่อนหรือบานระบายน้ำ (Sluice Gate) มีขนาดตามกำหนดในแบบก่อสร้าง และถ้าไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นต้องรับความดันใช้งานทางด้านหน้า (On Seat) ไม่น้อยกว่า 0.60 kg/cm2 และด้านหลัง (Off Seat) ไม่น้อยกว่า 0.40 kg/cm2 บานระบายน้ำต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เคยผลิตเพื่อจำหน่าย เป็นเวลาไม่น้อย 5 ปีติดต่อกัน

2. การออกแบบ

ส่วนประกอบบานระบายน้ำ โครงสร้างของอุปกรณ์ยก (Lift Mechanism) ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน AWWA C501 หรือ BS 7775 หรือ เทียบเท่า วัสดุที่ใช้ผลิตตามมาตรฐาน ASTM, DIN, JIS, BS หรือเทียบเท่า

3. การสร้างและวัสดุ

บานระบายน้ำมีบานเปิดสี่เหลี่ยมจัตุรัสก้านยกหรือก้านไม่ยก (ตามแบบก่อสร้าง) อย่างน้อยต้องประกอบด้วย โครงบานระบายน้ำ (Frame) บานเลื่อน (Slide Gate) ก้านยกและข้อต่อ (Stem and Coupling) บ่าหรือซีลกันรั่ว (Seating Face or Seal) อุปกรณ์ปรับยึดบานเลื่อน (Wedging Device) โครงยึดบานระบายน้ำและน็อตสมอ (Wall Thimble and Anchor Bolts) ขาตั้งพื้น (Floor Stands) เกียร์ทด (Reducing Gear) เครื่องกว้าน (Actuator) และส่วนประกอบอื่น ๆ มีคุณสมบัติดังนี้

(1) โครงบานระบายน้ำ (Frame)

บานระบายน้ำขนาด ≤1.50 x 1.50 ม. โครงเป็นเหล็กหล่อชิ้นเดียวกันและบานระบายน้ำขนาด >1.50 x 1.50 ม. เป็นเหล็กหล่อชิ้นเดียวกันหรือ Fabricated Fabricated Carbon Steel ทำการปรับผิวสำหรับติดตั้งบ่าหรือซีลกันรั่ว (Seating Face or Seal)

(2) บานเลื่อน (Slide Gate)

บานเลื่อนสำหรับบานระบายน้ำขนาดไม่เกิน 1.50 x 1.50 ม. เป็นเหล็กหล่อชิ้นเดียวกัน และบานระบายน้ำขนาดมากกว่า 1.50 x 1.50 ม. เป็นเหล็กหล่อชิ้นเดียวกันหรือ Fabricated Carbon Steel บานเลื่อนมีรูปแบบที่แข็งแรงโดยเสริมครีบทั้งแนวตั้งและแนวนอน หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.7 ประตูกันน้ำไหลย้อนกลับแบบบานพับ (Flap Gate)

ขอบข่าย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งประตูกันน้ำไหลย้อนกลับแบบบานพับ (Flap Gate) สำหรับงานระบบระบายน้ำและรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆ จะต้องผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต การติดตั้งจะต้องใช้ผู้ชำนาญงานตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต หรือผู้แทนของบริษัทผู้ผลิต ตลอดจนให้คำแนะนำพร้อมจัดหาคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาให้เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง

1. ลักษณะทั่วไป

ลักษณะเป็นประตูระบายน้ำที่สามารถเปิดได้ด้วยแรงดันของน้ำ และปิดโดยน้ำหนักของบานปิด เหมาะสำหรับใช้ในติดตั้งกับปลายท่อระบายน้ำ เพื่อกันน้ำไหลย้อนกลับ มีขนาดตามรายละเอียดที่ระบุในแบบ บานประตูจะเริ่มเปิดได้เมื่อระดับน้ำในบ่อสูงกว่าด้านนอกไม่เกิน 10 ซม. แต่ถ้าระดับน้ำด้านนอกสูงกว่าหรือเสมอกัน บานประตูจะต้องปิดสนิทไม่รั่วไหล

2. รายละเอียดส่วนต่างๆ ของประตูกันน้ำ

(1) วัสดุของส่วนประกอบต่างๆ มีดังนี้

- Gate เป็น Fibergrass Reinforced Polyester หรือเทียบเท่า
- Gate เป็น Fibergrass Reinforced Polyester หรือเทียบเท่า
- Frame เป็น Stainless Steel 316 หรือเทียบเท่า
- Hinge เป็น Stainless Steel หรือเทียบเท่า

(2) โลหะและวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการผลิตประตูกันน้ำทั้งหมด จะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการข้างต้น ในกรณีที่แบบหรือรายการไม่ได้ระบุไว้หรือไม่ชัดเจนหรือมีข้อขัดแย้ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโลหะและวัสดุที่มีคุณภาพเหมาะสมและได้มาตรฐานใช้ในการผลิตจนเสร็จสมบูรณ์

(3) ลักษณะและคุณภาพตามแบบและรายการที่กำหนดไว้นี้อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย โดยให้การเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปแบบเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของโรงงงานผู้ผลิตประตูกันน้ำที่เชื่อถือได้ และเหมาะสมสำหรับการใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ การเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน หากเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นผู้รับจ้างจะต้องไม่คิดค่าจ้างเพิ่มขึ้นและไม่ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงสัญญา

(4) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายชื่อโรงงานผู้ผลิต แบบรายละเอียด คุณภาพของวัสดุทั้งหมด การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รายการคำนวณที่จำเป็น และอื่นๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการผลิต

3. **การติดตั้ง และการทดสอบ**

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียด Flap Gate ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการติดตั้ง และจะต้องทำการทดสอบการทำงานด้วยแรงดันน้ำ (Hydraulic Test) ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการทดสอบโดยมีผู้ว่าจ้างเป็นพยานในการทดสอบดังกล่าว ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการทดสอบนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

4.8 งานเคลือบผิวคอนกรีต

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วย การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการตามกรรมวิธีพิเศษ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนต่อผิวและโครงสร้างของบ่อพักน้ำเสีย และอาคารดักน้ำเสีย ในส่วนของระบบรวบรวมน้ำเสีย ซึ่งการกัดกร่อนดังกล่าวเกิดจากก๊าซ H_2S ที่เกิดจากน้ำเสีย

1. ทั่วไป

ในงานเคลือบผิวคอนกรีตเพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากน้ำเสียนี้ จะต้องมีลักษณะดังนี้

(1) ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ผิวภายในและภายนอกที่มิได้จมอยู่ใต้ดินต้องฉาบปูนเรียบ การเทคอนกรีต และการเสริมเหล็กให้เป็นไปตามแบบวิศวกรรมโครงสร้าง และผสมน้ำยากันรั่วซึม

(2) ผนังภายในทุกด้านของอาคารดักน้ำเสีย รวมถึงก้นถังและฝาถังภายในจะต้องทำการเคลือบผิวป้องกันการกัดกร่อนตามรายละเอียดที่กำหนด

(3) ผนังส่วนอื่นๆ ของบ่อพักน้ำเสีย ที่ไม่ได้ทำการเคลือบผิวด้วยแผ่นพีอี หรือแผ่นพีวีซีรวมถึงก้นถังและฝาถังภายในจะต้องทำการเคลือบผิวป้องกันการกัดกร่อนตามรายละเอียดที่กำหนด

2. การป้องกันการกัดกร่อน

2.1 การใช้สารผสมคอนกรีต (Concrete Admixture)

1) ทั่วไป

งานคอนกรีตของบ่อพักน้ำเสีย อาคารดักน้ำเสีย และบ่อบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ จะต้องมีการเติมสารผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคอนกรีตในส่วนของความสามารถในการลดการซึมของน้ำผ่านผิว (Water Permeability Reductability) และจะต้องไม่ทำให้ความ แข็งแรง และคุณสมบัติของคอนกรีตและเหล็กเสริมลดลง

2) วัสดุและอุปกรณ์

สารผสมคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติสูงกว่าหรือเทียบเท่ากับวัสดุ Plastocrete-N ที่ใช้อัตราส่วนผสมที่ 0.2-0.5% by weight of cement

3) การผสม

การผสมสารผสมคอนกรีตให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

4) ส่วนของงานคอนกรีตที่ต้องผสมสารผสมคอนกรีต

(ก) บ่อพักน้ำเสีย และอาคารดักน้ำเสียในส่วนของระบบรวบรวมน้ำเสีย

(ข) โครงสร้างของหน่วยกระบวนการในโรงบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ สถานีสูบน้ำเสีย ตะแกรงดักขยะอัตโนมัติ และส่วนประกอบต่างๆ ของราง รวมทั้งบ่อพักน้ำเสียที่สัมผัสโดยตรงกับน้ำเสีย

2.2 งานเคลือบผิวคอนกรีต

1) ทั่วไป

วัสดุเคลือบผิวภายในจะต้องเป็นวัสดุที่ถูกพัฒนามาเพื่อการเคลือบผิวคอนกรีต สำหรับงานน้ำเสียโดยเฉพาะ ลักษณะของผิวที่เคลือบแล้วจะต้องมีความเรียบ แข็ง และสามารถใช้งานข้างต้นได้เป็นอย่างดี

ผู้รับจ้างจะต้องการขออนุมัติการป้องกันการกัดกร่อน ทั้งในส่วนของวิธีการ วัสดุที่ใช้การเตรียมผิว รวมทั้งสีของวัสดุ เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนทุกครั้งทั้งในกรณีที่ใช้วัสดุตามที่ระบุในมาตรฐานนี้และ/หรือวัสดุอื่น

2) วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุเคลือบผิวภายในอย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยส่วนผสมของ Epoxy Resin และ Hardener โดยจะต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือสูงกว่าสารเคลือบผิวดังนี้

(ก) TGIS 300 (THAI-GERMAN INDUSTRIES CO., LTD) ที่ได้รับการเคลือบ 2-3 ชั้น และมีความหนารวมประมาณ 200 ไมครอน

(ข) Inertol Poxitar (SIKA CO., LTD) ที่ได้รับการเคลือบ 2-3 ชั้น และมีความหนารวมประมาณ 200 ไมครอน

3) การเตรียมผิวและวิธีการเคลือบ

การเตรียมผิวและวิธีในการเคลือบผิวให้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

4) ส่วนของโครงสร้างที่จะต้องทำการเคลือบผิว

(ก) บ่อพักน้ำเสีย ให้ทำการเคลือบผิวด้านในทั้งหมดของบ่อ รวมทั้งฝาถัง พื้นก้นถัง และชานพัก ยกเว้นส่วนที่ทำการเคลือบผิวด้วยแผ่นพีอี หรือแผ่นพีวีซี

(ข) อาคารดักน้ำเสีย ให้ทำการเคลือบผิวด้านในทั้งหมดของบ่อ รวมทั้งฝาถังและพื้นก้นถัง

5.1-1 การตรวจสอบและการทดสอบ

1. ทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนและกำหนดการทดสอบของเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ โดยจะต้องบอกถึงรายละเอียดของการทดสอบว่าเพื่อการตรวจสอบและทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ ณ โรงงานผู้ผลิต หรือการทดสอบ ณ ที่ก่อสร้าง (Site Test)

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ในการยืนยันความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และหากวิศวกรของผู้ว่าจ้างหรือของผู้แทนผู้ว่าจ้างต้องการผลการปรับความเที่ยงตรง (Calibration Test) ของเครื่องมือหรือส่งเครื่องมือไปทำการปรับความเที่ยงตรงโดยหน่วยงานที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบดำเนินการพร้อมทั้งออกค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือทั้งหมด

1.3 ก่อนที่จะแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างทราบว่าทำงานส่วนใดเสร็จเรียบร้อย พร้อมที่จะทำการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบว่าส่วนที่จะทำการทดสอบทั้งหมดสามารถทำงานได้เต็มพิกัดและจะต้องทดสอบการทำงานในสภาพต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในสภาวะการทำงาน

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องเก็บรักษาบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษไว้ ณ สถานที่ก่อสร้างและจะต้องจัดส่งสำเนาให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยบันทึกผลการทดสอบนั้นจะต้องประกอบไปด้วยสำเนาของหนังสือรับรองการทดสอบจากผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่ายหรือจากห้องทดลองโดยสำเนาแต่ละฉบับจะต้องมีตราประทับตัวจริง

นอกจากนั้นผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งสำเนาของบันทึกผลการสอบให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างผ่านในขณะที่การทดสอบยังคงดำเนินอยู่

บันทึกผลการทดสอบทุกฉบับจะต้องลงนามโดยผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมด และจะต้องจัดหาบุคลากร เครื่องมือและวัสดุดังต่อไปนี้

ก. พนักงานผู้มีความชำนาญในการใช้งาน และการบำรุงรักษา เพื่อทำหน้าที่ทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมด

ข. จัดหา น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเชื้อเพลิงและการบริการต่างๆ

ค. เครื่องมือวัด และเครื่องมือทดสอบทั้งหมด เพื่อใช้สาธิตว่าเครื่องจักรอุปกรณ์สามารถทำงานได้ตรงตามที่ได้ทดสอบไว้

ง. ก้อนน้ำหนักถ่วงสำหรับการทดลองรับน้ำหนักของเครื่องมือยก

จ. เครื่องมือที่จำเป็นในการทดสอบอื่นๆ

2. การตรวจสอบและทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ ณ โรงงานผู้ผลิต

2.1 ในกรณีที่มีการตรวจสอบและทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ ณ โรงงานผู้ผลิต ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างอาจแต่งตั้งผู้มีอำนาจแทน เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบเครื่องจักร อุปกรณ์และเป็นพยานในการทดสอบอุปกรณ์โดยผู้รับจ้างว่าอุปกรณ์มีรายละเอียดตรงตามสัญญาจ้างและข้อกำหนดในมาตรฐานการก่อสร้างและมาตรฐานที่อ้างอิง

2.2 การทดสอบดังกล่าวข้างต้น จะต้องเป็นการทดสอบชนิดที่กระทำเป็นประจำ (Routine Test) และในกรณีที่ใช้ผลการทดสอบที่ได้มาจากเครื่องจักรอุปกรณ์ประเภทเดียวกัน หรือเครื่องต้นแบบ (Prototype Test) ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองการทดสอบให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ถ้าไม่มีหนังสือดังกล่าวนี้ให้ดำเนินการทดสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ใหม่

2.3 ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะลงนามกำกับในหนังสือรับรองการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตทุกชุดในฐานะพยานการทดสอบ เมื่อการทดสอบเสร็จสมบูรณ์แล้ว ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะลงนามกำกับว่า "มีรายละเอียดตรงตามข้อกำหนด" หรือ "Conforms with the Specification" ในกรณีที่การทดสอบไม่มีผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างอยู่ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องหมายเหตุไว้ในหนังสือรับรองการทดสอบ

2.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองการทดสอบจำนวน 3 ชุด ให้กับผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ในทันทีที่ได้ทำการทดสอบครบทุกชนิดตามข้อกำหนดทางเทคนิคของรายการนั้นแล้วและได้ผลเป็นที่พอใจ หนังสือรับรองการทดสอบจะต้องบอกรายละเอียดของการทดสอบและรับรองโดยผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

2.5 ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะต้องได้รับสิ่งอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบวัสดุและเครื่องจักรอุปกรณ์ และจะต้องได้รับการแจ้งล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 15 วัน ก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์

2.6 เครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องทำการติดตั้งชั่วคราวและทดสอบดูการทำงาน ณ โรงงานผู้ผลิตจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจพร้อมที่จะให้ทำการตรวจสอบได้ และจะต้องจัดส่งสำเนาค่าที่บันทึกได้จากการทดสอบของผู้ผลิตให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนที่จะทำการบรรจุเพื่อเตรียมส่ง

2.7 การตรวจสอบ การพิจารณาและการทดสอบเหล่านี้ไม่เป็นเหตุให้ผู้รับจ้าง ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายอุปกรณ์รายการใดก็ตามพ้นไปจากข้อผูกมัดภายใต้สัญญาได้ สำเนาสิ่งที่ได้จากการทดสอบจะต้องจัดส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างภายในเวลา 30 วัน หลังจากที่ได้ทำการทดสอบเสร็จสิ้นเป็นที่น่าพอใจ

2.8 หลังจากการทดสอบตามเงื่อนไขที่กำหนด ณ ที่โรงงานผู้ผลิตเป็นที่เรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการป้องกันทุกชิ้นส่วนของเครื่องจักรอุปกรณ์จากการผุกร่อน และความเสียหายที่จะเกิดขึ้น อุปกรณ์เครื่องจักรกลทุกชิ้นจะต้องบรรจุและขนส่งตามความเหมาะสม ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการบรรจุและขนส่งให้ถึงที่หมายโดยปราศจากความเสียหายใดๆ โดยอุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องระบุชื่อผู้ว่าจ้าง

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทรภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

ชื่อโครงการ ชื่อและหมายเลขสัญญา ชื่อของผู้รับจ้าง ตำแหน่งติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ ชื่อและหมายเลขรายการและเครื่องหมายการค้าให้ถูกต้องและชัดเจน

ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ในแต่ละจุดของการขนส่งเท่าที่จะทำได้และในขณะที่จะทำการส่งมอบในสถานที่ก่อสร้างหากผู้รับจ้างตรวจพบชิ้นส่วนใดก็ตามเกิดการชำรุดเสียหายในขณะที่ทำการขนส่งจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างทราบทันที และชิ้นส่วนใดที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นว่าใช้การไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการเปลี่ยนอุปกรณ์รายการนั้นให้ได้ตามข้อกำหนด

2.9 หลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบพิจารณา หรือทดสอบวัสดุหรือเครื่องจักรอุปกรณ์รายการใดๆ แล้ว ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่ารายการนั้นๆ หรือส่วนของรายการนั้นมีข้อบกพร่องหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ได้ประสิทธิภาพตามต้องการแล้ว ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างปฏิเสธไม่ยอมรับรายการนั้นหรือส่วนของรายการนั้น ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดสอบใหม่

เมื่อผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพอใจกับผลการทดสอบของเครื่องจักรอุปกรณ์ใดๆ แล้วจะแจ้งการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรให้แก่ผู้รับจ้างต่อไป

2.10 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ในการไปทดสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ ณ โรงงานผู้ผลิต

3. การทดสอบ ณ สถานที่ก่อสร้าง (Site Tests)

3.1 งานวิศวกรรมไฟฟ้า

ระหว่างช่วงระยะเวลาการทดสอบติดตั้ง ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะตรวจสอบดูการทำงานเพื่อให้แน่ใจว่ามาตรฐานของการก่อสร้างเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดและเป็นที่น่าพอใจ ในกรณีที่การติดตั้งสายเคเบิ้ลส่วนใดมีข้อบกพร่องไม่เป็นไปตามที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องนั้นจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

หลังจากการติดตั้งส่วนต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้า แรงงานและวัสดุเพื่อทำการสาธิตให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างดูว่าสายเคเบิ้ลได้ถูกติดตั้งอย่างเรียบร้อยสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างจะต้องแจ้งผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างทราบก่อนที่จะทำการทดสอบอย่างน้อย 15 วันเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดรับทราบ รับประกันความปลอดภัยของพนักงานและทำการแยกเครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นบางชิ้นออกจากระบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่ออุปกรณ์นั้นๆ และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบทั้งหมดจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

เมื่อได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ซึ่งตรวจพบระหว่างการทดสอบจนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบรายการดังต่อไปนี้

1) หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง จะต้องทำการทดสอบตามข้อกำหนดเฉพาะงาน 3.5-4

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

2) Circuit Breakers จะต้องทำ Routine Test รวมทั้ง Relay Setting

3) วงจรควบคุมและป้องกันให้ทำการทดสอบ Primary Injection Test, Primary Current Injection Test และ Auxiliary Relays. และจะต้องตรวจสอบเพิ่มเติม ดูการทำงานของ Intertripping Circuits ทั้งหมด เมื่อต่อเข้ากับอุปกรณ์รายการอื่นของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเคเบิ้ลทุกสายหลังจากที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้แน่ว่าเฟสไฟฟ้าที่ออกจาก Core เป็นเฟสที่ถูกต้อง Core Sheath และ Armour มีความต่อเนื่องสม่ำเสมอตลอดความยาวของเคเบิ้ล

ผู้รับจ้างจะต้องสาธิตให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นว่าความต้านทานของ Electrodes to Earth และความต่อเนื่องของ Earth Conductor เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานและข้อกำหนด โดยการทดสอบจะต้องทำหลังจากติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว โดยจะต้องใช้ Earth Megger และ Auxiliary Return Conductor

3.2 งานปรับเทียบ (Calibration)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับเทียบ (Calibration Test) ตั้งค่าเพื่อสาธิตความเที่ยงตรงในการวัดค่าของเครื่องวัดอัตราการไหล เครื่องบันทึก เครื่อง Intergrators และอุปกรณ์ Transmitter ซึ่งใช้ในงานโดยจะต้องสามารถใช้วัดค่าได้ตั้งแต่อัตราการไหลต่ำสุดไปจนถึงอัตราการไหลสูงสุดซึ่งได้ออกแบบไว้สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย ตามที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Calibration Curve ของเวียร์ เครื่องวัดอัตราการไหล เครื่องสูบน้ำชนิด Metering Pump และอื่นๆ

3.3 งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบอื่นๆ ไม่ว่าจะกระทำเอง และ/หรือตามคำสั่งของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง เพื่อพิสูจน์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสียและเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ การทดสอบนี้จะต้องรวมถึงระบบควบคุมกระบวนการทั้งหมด เครื่องสูบน้ำทั้งหมด อุปกรณ์จ่ายสารเคมี ตัวจ่าย (Feeders) ตัววัด (Probe) เกจ์ และส่วนประกอบของโรงบำบัดน้ำเสียโดยครอบคลุมตลอดช่วงการทำงาน (Operational Range) ของระบบบำบัดน้ำเสีย

กรณีที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่ารายการใดของระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถที่จะทำการซ่อมแซมได้ หรือไม่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ผู้รับจ้างจะต้องทำการเปลี่ยนรายการดังกล่าวให้เป็นที่พอใจหรือเป็นของที่ดีกว่าโดยทันที และจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดรวมค่าขนส่งทางอากาศถ้าจำเป็นเพื่อความรวดเร็ว

3.4 ท่อและระบบระบายน้ำ

ก. การทดสอบท่อไหลโดยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity Pipeline) เมื่อได้วางท่อระบายน้ำและท่อดักน้ำเสียได้ระดับและก่อนที่จะทำการถมกลบ ได้ระยะยาวพอสมควรแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบหารอยรั่วด้วยวิธีทดสอบด้วยน้ำ (Water Test) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อุดปลั๊กท่อหัว-ท้าย พร้อมทั้งทำการค้ำยันหากจำเป็นเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเส้นท่อ ปลั๊กที่อุดท่อด้านที่มีระดับสูงกว่าจะต้องมีสายยางต่อเชื่อมเข้ากับภาชนะบรรจุน้ำ

2. เติมน้ำเข้าให้เต็มช่วงท่อโดยจะต้องระมัดระวังไม่ให้มีอากาศเหลือค้างอยู่ในท่อ ให้ระดับน้ำในภาชนะบรรจุน้ำสูงเท่ากับระดับขอบบนพอดีโดยที่ความดันที่ระดับหลังท่อของปลายท่อด้านที่สูงกว่าจะต้องมีค่าเท่ากับ 1.2 เมตรความสูงน้ำ และความดันที่ปลายท่อด้านที่ต่ำกว่าจะต้องไม่เกิน 6 เมตรความสูงน้ำ

3. ทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมงเพื่อให้ท่อดูดซับน้ำ หากจำเป็นให้เติมน้ำเพิ่มให้ได้ระดับเดิมอีก

4. จับเวลา 30 นาที บันทึกปริมาณน้ำที่รั่วซึมออกภายในระยะเวลานี้ อัตราการรั่วซึมจะต้องไม่เกิน 2 ลิตรต่อชั่วโมงต่อขนาดหนึ่งเมตรของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อต่อความยาวหนึ่งเมตร

ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบท่อให้ได้ผลตามที่กำหนดไว้ข้างต้น หรือเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง จึงจะทำการถมกลบท่อได้และเมื่อทำการถมกลบเรียบร้อยแล้วจะต้องทำการทดสอบซ้ำอีกเพื่อตรวจสอบหารอยรั่วซึ่งอาจเกิดจากการถมกลบ ทั้งนี้ในกรณีที่ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) อยู่สูงกว่าท่อที่วาง ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการซึมเข้าของน้ำ (Infiltration) โดยจะต้องมีน้ำไหลเข้าท่อไม่เกิน 2 ลิตรต่อชั่วโมงต่อขนาดหนึ่งเมตรของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อต่อความยาวหนึ่งเมตร

หากผลการทดสอบไม่เป็นไปตามที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องตรวจหารอยรั่วด้วยการขุดร่องดินเพื่อจัดซ่อมและทดสอบจนได้ผลตามที่กำหนดหรือเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

ข. การทดสอบท่อรับแรงดัน (Pressure Pipeline) ให้กระทำเป็นช่วงๆ หลังจากได้วางท่อในช่วงนั้นแล้วเสร็จ และให้ขังน้ำไว้ในท่อช่วงที่จะทดสอบนั้นเต็มเสียก่อนล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง การเริ่มทดสอบความดันน้ำในท่อจะกระทำได้หลังจากที่ได้มีการเทแท่นคอนกรีตรับท่อโค้งสามทาง ฯลฯ ไว้แล้วไม่น้อยกว่า 36 ชั่วโมง

การทดสอบความดันน้ำในท่อและการทดสอบการรั่วซึมของท่อใช้แรงดันไม่ต่ำกว่า 2 เท่าของแรงดันใช้งานสูงสุดภายในเส้นท่อ ให้กระทำพร้อมกันเว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น แรงดันที่ใช้ทดสอบถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นต้องไม่น้อยกว่า 0.6 เมกาปาสกาล (ประมาณ 6 กก./ซม^2) และต้องคงความดันนี้ไว้ให้คงที่ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง หากการทดสอบได้ผลไม่ได้ตามกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขแล้วทำการทดสอบใหม่

มาตรวัดความดันที่นำมาใช้ ผู้รับจ้างต้องนำไปปรับความเที่ยงตรง (Calibrate) ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะสั่งการและผู้รับจ้างต้องจัดหามาตรวัดความดันที่เป็นชนิดและขนาดเดียวกับที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการทดสอบท่อ จำนวน 1 ชุด ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างได้ตรวจสอบผลการทดสอบความดันน้ำของผู้รับจ้างด้วย

นายเกียรติศักดิ์ เศรีวงษ์ชัย	นายอนุวัตร ทองคำ	นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข	นายอิทธิพล ห่อทองคำ
ประธานกรรมการ	กรรมการ	กรรมการ	กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์	นายวรยุทธ คล้ำปลอด	นายขันติวัตร จริยะยรรยง	
กรรมการ	กรรมการ	กรรมการและเลขานุการ	

ผู้รับจ้างต้องแจ้งกำหนดการทดสอบท่อให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 3 วัน และต้องทำการทดสอบภายใต้การควบคุมของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะปฏิบัติงานอื่นๆ ต่อ เช่น บรรจบท่อเข้ากับท่อเดิม ซ่อมผิวจราจรชนิดถาวรไม่ได้จนกว่าจะทำการทดสอบความดันน้ำในท่อและทดสอบการรั่วซึมของท่อได้ผลตามที่กำหนดไว้นี้

ปริมาณการรั่วซึมสูงสุดที่ยอมให้ใช้สูตรคำนวณดังต่อไปนี้

$$L = \frac{(ND)P^{1/2}}{18,000}$$

L = ปริมาณการรั่วซึมที่ยอมให้เป็นลิตรต่อชั่วโมง

N = จำนวนของข้อต่อ (ข้อต่อที่ใช้แหวนยางสองชั้น ให้นับเป็นสองข้อต่อแต่ถ้ามีแหวนยางอื่นเพิ่มขึ้นอีกไม่ต้องนับ)

P = ความดันระหว่างการทดสอบเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเป็นมิลลิเมตร

หากมีปริมาณน้ำที่รั่วซึมจากท่อเกินกว่าปริมาณที่กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบรอยรั่วแล้วแก้ไขให้เรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบใหม่ตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้แล้วนี้จนได้ผลตามที่ต้องการ

4. การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสีย

4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์

ในการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดและขั้นตอนวิธีการทดสอบเพื่อให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ และจะต้องแจ้งให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างทราบ เมื่อต้องการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยช่วงระยะเวลาในการทดสอบจะต้องต่อเนื่องกันเป็นเวลา 30 วัน

5.2-1 การทดสอบการเดินระบบ
ส่วนที่ 1 ทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบการเดินระบบ และการส่งมอบอุปกรณ์เครื่องกล ไฟฟ้าและระบบต่างๆ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์

1. **ข้อกำหนดทั่วไป**

การทดสอบการเดินระบบ

1) ผู้รับจ้างต้องเดินระบบบำบัดน้ำเสียและระบบนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ ให้สอดคล้องกับแผนงานการตรวจสอบและทดสอบต่างๆ โดยมีรายละเอียดที่กำหนดในมาตรฐานการก่อสร้าง

2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งต่างๆ พร้อมแรงงานฝีมือ เพื่อทำการทดสอบการเดินระบบให้เป็นไปตามความต้องการของสัญญาตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอวิธีการ ขั้นตอนการทดสอบ ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบพิจารณาและอนุมัติก่อนที่จะดำเนินการทดสอบ

3) ผู้รับจ้างต้องส่งแผนการเดินและทดสอบระบบให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบก่อนดำเนินการ โดยผู้รับจ้างต้องแจ้งกำหนดเวลาการเริ่มทดสอบระบบต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วันก่อนดำเนินการทดสอบ และในระหว่างการทดสอบจะต้องมีผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเป็นพยานในสถานที่ทดสอบ

4) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการดำเนินการทดสอบทั้งนี้รวมถึงค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดหาไฟฟ้า น้ำ สารเคมี และอื่นๆ เพื่อการทดสอบระบบ

5) การทดสอบและตรวจสอบทั้งหมดให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลที่ยอมรับ เว้นไว้แต่มีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น

6) อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน ก่อนการส่งมอบ และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ได้มีการออกแบบไว้

7) ผู้รับจ้างต้องทำการรวบรวมและเก็บข้อมูลการทดสอบ วิธีการ ขั้นตอนการทดสอบ และผลที่ได้จากการทดสอบ โดยผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างสามารถเรียกตรวจสอบได้ตลอดเวลา ภายหลังเสร็จสิ้นการทดสอบและรับรองผลการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำการส่งมอบสำเนาให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

8) ผู้รับจ้างต้องทำการรวบรวมสำเนาเอกสารการทดสอบ เพื่อประกอบในเอกสารข้อแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษาของอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่เหมาะสม

ส่วนที่ 2 การดำเนินการ

2.1 การทดสอบก่อนการเดินระบบ (PRECOMMISSIONING TESTS)

2.1.1 ภายหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบอุปกรณ์ก่อนการเดินระบบตามคำแนะนำของผู้ผลิต ก่อนนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบ โดยอุปกรณ์ทุกชนิดต้องสามารถทำงานได้ตามความต้องการของการออกแบบ ทั้งนี้ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ ทดสอบและปรับแต่งอุปกรณ์ตามที่จำเป็น

2.1.2 หลังจากติดตั้งอุปกรณ์หลักก่อนที่จะทำการทดสอบก่อนเดินระบบ อุปกรณ์จะต้องถูกตรวจสอบโดยตัวแทนของผู้ผลิตที่ได้รับการรับรอง และตัวแทนของผู้ผลิตต้องรับรองความถูกต้องของการติดตั้ง ตรงตามคำแนะนำของผู้ผลิต ครอบคลุมถึงการทดสอบ วิธีการขั้นตอนการทดสอบ

2.1.3 การทดสอบก่อนการเดินระบบไม่แล้วเสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของสัญญา จนกว่า

1) ผู้รับจ้าง ได้จัดทำเตรียมงานที่จำเป็นก่อนที่จะเริ่มทำการทดสอบระบบ ตามสัญญาจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

2) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระบบ เครื่องจักรอุปกรณ์ ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการก่อสร้างหรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างได้เสนอแนะ จนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

3) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเจ้าหน้าที่สำหรับทำการทดสอบระบบและเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ มีประสบการณ์ คุณสมบัติ และผ่านการฝึกอบรมที่เหมาะสม ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

4) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเจ้าหน้าที่สำหรับควบคุมและบำรุงรักษาระบบที่ผ่านการฝึกอบรมที่เหมาะสมตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

5) การทดสอบก่อนการเดินระบบต้องแล้วเสร็จสมบูรณ์และจะต้องแสดงถึงเครื่องจักรอุปกรณ์และระบบต่างๆ พร้อมสำหรับการทดสอบการเดินระบบ ซึ่งจะต้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง (ทั้งนี้อาจยกเว้นข้อบกพร่อง ซึ่งสามารถปรับแก้ได้ในระหว่างการเดินระบบ)

2.1.4 การทดสอบก่อนการเดินระบบ (Pre-commission Tests) อย่างน้อยต้องประกอบด้วย ตรวจสอบการติดตั้ง ของ มอเตอร์ ชุดเกียร์ ให้ทำการปรับแต่งหากจำเป็น

1) ตรวจสอบระบบหล่อลื่น ระดับน้ำมัน และ จารบี

2) ตรวจสอบการเคลือบป้องกัน และทำการซ่อมแซม

3) ทดสอบ Motor Winding Insulation Resistance Tests (โดยใช้ 500 V Insulation Tester) ค่าต่อไปนี้ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 10 megohms:

- Each phase winding to earth
- Between phases.

4) ทดสอบ Insulation tests ของสายไฟและอุปกรณ์ โดยใช้ 500 V insulation tester ค่าต่อไปนี้ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 10 megohms:

- Each phase to earth
- Each phase to neutral
- Between phases
- Neutral to earth
- ตรวจสอบทิศทางการหมุนของมอเตอร์
- ตรวจสอบส่วนที่เคลื่อนไหวได้ของอุปกรณ์ต้องมีความคล่องตัว ไม่ติดขัด (ภายใต้ Field Control)
- ตรวจสอบลำดับการทำงานภายใต้ PLC Control.
- ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดและอื่นๆ ภายใต้สัญญา โดยครอบคลุมถึงอุปกรณ์ป้องกัน Overload, Safety Interlocks, Emergency Stops, Field Pushbuttons และอื่นๆ

2.1.5 การทดสอบอุปกรณ์เครื่องวัดต้องดำเนินการตามขั้นตอนและการทดสอบอย่างน้อยดังนี้ ทั้งนี้รวมถึงการดำเนินการตามมาตรฐานการทดสอบและตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

1) สำหรับอุปกรณ์ Control and Sequencing ผู้รับจ้างต้องจัดให้ตัวแทนของผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายอุปกรณ์ทำการตรวจสอบอุปกรณ์นั้นๆ

2) อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำการตรวจสอบและสอบเทียบก่อนที่จะทำการติดตั้ง การตรวจสอบจะต้องทดสอบ Accuracy of Calibration ของอุปกรณ์ส่งและรับสัญญาณ Valve Stroke Calibration และ Limited Switch Testing

3) ต้องทำการตรวจสอบอุปกรณ์ว่าถูกต้อง ทั้ง วัสดุ และหมายเลขกำกับ ไม่มีสภาพความเสียหายระหว่างขนส่งและอื่นๆ

4) ผู้รับจ้างต้องจัดการเตรียมรายการทดสอบเบื้องต้นตามมาตรฐาน โดยมีข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์ และวิธีการทดสอบ เป็นอย่างน้อย

5) รายการบันทึกของการทดสอบ การปรับแต่งระหว่างการทดสอบต้องทำการจดบันทึกลงในรายงานการทดสอบ

6) เมื่อผู้รับจ้างทำการทดสอบเบื้องต้นเสร็จสิ้นแล้ว ต้องส่งผลการทดสอบทั้งหมดให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง รวมถึงรายการทดสอบจากผู้ผลิต ใบรับรองผลการทดสอบ (Test Certificates) รายการสอบเทียบ (Calibration Data) และข้อเสนอแนะ

7) ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการทดสอบ เช่น มาตรวัด อุปกรณ์สอบเทียบ หัวจับ เป็นต้น ทั้งนี้ ต้องแสดงหลักฐานประกอบถึงความถูกต้อง แม่นยำ ของอุปกรณ์นั้นๆ ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดบริเวณที่ทำการทดสอบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานภายหลังจากการทดสอบเสร็จสิ้น

8) ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ การทดสอบในสนามต้องครอบคลุมถึง Instrument Calibration, Loop Integrity Checks และ Simulation of Alarm Conditions รวมถึงการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชิ้น ให้ทำการปรับแต่งค่าควบคุมไปเพื่อช่วยในการเริ่มเดินระบบ

9) ในช่วงของการทดสอบเบื้องต้น บันทึกการทดสอบ การปรับแต่งและควบคุมต้องมีพยานและทำการจดบันทึก รายงานการทดสอบต้องส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

10) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบและทดสอบสายที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ทำการตรวจสอบ Insulation Resistance ระหว่าง Cores และ Earth โดย 500 Volt Tester สายที่ไม่ผ่านการทดสอบต้องทำการเปลี่ยนทันที สายที่ทำการติดตั้งต้องไม่มีรอยต่อยกเว้นว่ากำหนดเป็นอย่างอื่น สายสัญญาณควบคุม (Control Cables) ต้องตรวจสอบความถูกต้องของ Polarity, Core Numbering และ Colour Coding หากพบข้อผิดพลาดต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้อง

11) ผู้รับจ้างต้องทำการตัดการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่อาจเกิดความเสียหายออกจากระบบระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดใหม่หากเกิดข้อบกพร่องจากความผิดพลาดนี้ โดยรับผิดชอบต่อค่าเสียหายทั้งหมด

12) ทำการตรวจสอบการต่อสายดินของ Metallic Sheathed Cables หรือ Conduits

2.2 การทดสอบการเดินระบบและส่งมอบ (COMMISSIONING AND HANDOVER)

2.2.1 ทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการเดินระบบ (Commissioning) หลังจากทำการทดสอบก่อนการเดินระบบ (Pre-commissioning) จนเป็นที่พอใจแล้วและได้นำน้ำเสียเข้าระบบแล้ว ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเริ่มเดินระบบ (Plant Start-up) ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมขณะทำการเดินระบบและต้องทำการแก้ไขปรับเปลี่ยนข้อบกพร่องที่พบทันที โดยต้องทำให้แล้วเสร็จภายใน 90 วัน นับจากวันที่เริ่มดำเนินการ

2.2.2 นิยาม

1) ระบบ (System) : เครื่องจักรอุปกรณ์ ท่อ ระบบควบคุม อุปกรณ์ตรวจวัด ระบบไฟฟ้าที่ประกอบรวมกันเป็นองค์ประกอบของระบบ

2) การทดสอบการเดินระบบ (Commissioning) : การดำเนินการจัดการระบบให้

สอดคล้องกับความต้องการของการออกแบบในระยะที่ 1 (ขั้นตอนที่ 2 ในข้อ 1.3 ขั้นตอนการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย) เป็นเวลารวมไม่น้อยกว่า 30 วัน โดยต้องสามารถทำได้ตามกับความต้องการของการออกแบบ 30 วันต่อเนื่อง รวมทั้งการดำเนินการจัดการระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของการออกแบบในระยะที่ 2 อย่างเดียว (ขั้นตอนที่ 3 ในข้อ 1.3 ขั้นตอนการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย) แล้วต่อด้วยการดำเนินการจัดการระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของการออกแบบในระยะที่ 1 พร้อมกับระยะที่ 2 (ขั้นตอนที่ 4 ในข้อ 1.3 ขั้นตอนการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย) เป็นเวลารวมไม่น้อยกว่า 30 วัน โดยต้องสามารถทำได้ตามกับความต้องการของการออกแบบ 30 วันต่อเนื่อง

3) การยอมรับ (Acceptance) : การส่งมอบระบบให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อให้ดำเนินการและบำรุงรักษาอย่างเป็นทางการ ทั้งนี้หมายถึงการตกลงถึงการสิ้นสุดการเดินระบบระหว่างที่ปรึกษาบริหารงานก่อสร้าง ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างอย่างเป็นทางการ

2.2.3 ข้อกำหนดของการทดสอบการเดินระบบ

ระบบบำบัดน้ำเสียถูกออกแบบให้มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย 43,000 ลบ.ม./วัน (ADWF ของอัตราการไหลในระยะที่ 1 และ 2) ด้วยระบบ Step-Feed Biological Nitrogen Removal โดยสามารถกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพและกำจัดฟอสฟอรัสด้วยสารเคมี (เฟอร์ริกคลอไรด์) โดยกระบวนการบำบัดขั้นต้นและถังฆ่าเชื้อโรคมีขีดความสามารถรองรับน้ำเสียได้สูงสุด 157,500 ลบ.ม./วัน (2.5*ADWF ของอัตราการไหลในระยะที่ 1-3) และถังปฏิกรณ์ชีวภาพและถังตกตะกอนมีขีดความสามารถรองรับน้ำเสียได้สูงสุด 94,500 ลบ.ม./วัน (1.5*ADWF ของอัตราการไหลในระยะที่ 1 และ 2) ทั้งนี้ ระบบท่อและโครงสร้างจะต้องก่อสร้างให้สามารถใช้งานในการบำบัดน้ำเสียสูงสุดตามที่กำหนดไว้ โดยในการทดสอบการเดินระบบ (Commissioning) จะต้องมีปริมาณน้ำเสียที่จะเข้ารับการบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียอย่างน้อย 1 หน่วยกระบวนการ (Unit Process) ที่บำบัดน้ำเสียได้มากที่สุดของระบบหลักอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ Grit Chamber, Fine Screen, Aeration Tank, Clarifier

น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วต้องมีลักษณะสมบัติดังนี้

TSS	≤ 30	mg/l
BOD_5	≤ 20	mg/L
Ammonia Nitrogen	≤ 5	mg/l
Total Nitrogen	≤ 10	mg/L (Applicable only when BOD/N ≥ 4)
Phosphorus	≤ 2	mg/L
Oil & Grease	≤ 20	mg/L
pH	5-9	

น้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นที่สามสำหรับนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ต้องมีลักษณะสมบัติดังนี้

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

TSS 5 mg/L @ 90 percentile – 10 mg/L @ 3-day geometric mean

Particle Size ≤ 50 □m

Faecal Coliform out of UV System ≤ 10 FC/100 mL.

2.2.4 คณะทำงานเดินระบบ (Commissioning Team)

1) คณะทำงานเดินระบบประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ของผู้รับจ้าง ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการเดินระบบ

2) ที่ปรึกษาบริหารงานก่อสร้างมีอำนาจเต็มที่ในการสั่งการ

3) ผู้รับจ้างต้องจัดหาบุคลากร ต้องเป็นช่างฝีมือ สามารถซ่อมแซม ข้อบกพร่อง ปรับแต่ง เพื่อให้การเดินระบบเป็นไปด้วยความราบรื่น

2.2.5 แผนการเดินระบบ (Commissioning Plan)

1) คณะทำงานเดินระบบ ต้องทำการทำแผนการปฏิบัติการสำหรับการเดินระบบสำหรับแต่ละระบบ อย่างน้อย 15 วัน ก่อนการเริ่มการเดินระบบ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้จัดเตรียมร่างแผนการเดินระบบ ซึ่งแผนการฯ ต้องประกอบด้วย

- รายละเอียดกำหนดการต่างๆ รวมถึงระยะเวลาการเสร็จสิ้นการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบก่อนการเดินระบบเป็นอย่างน้อย
- วิธีการนำน้ำเสียเข้าบำบัด การจัดการน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้ว การจัดการตะกอน สลัดจ์หรือสิ่งตกค้างอื่นๆ ระหว่างการเดินระบบ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบปฏิบัติงานตามแผนปฏิบัติการ
- ตารางการเข้าปฏิบัติงานของตัวแทนผู้ผลิต
- แผนปฏิบัติ เมื่อระบบผิดปกติ (Contingency plans)
- แบบและรูปเขียนอธิบายการทำงานของแผนปฏิบัติการ
- รายการและรายละเอียดของอุปกรณ์ชั่วคราว (เช่น เครื่องสูบน้ำ) ที่ต้องใช้ในการเดินระบบ
- รายชื่อของบุคลากรที่ปฏิบัติงาน รวมถึงรายละเอียดคุณสมบัติ ความรับผิดชอบ

2) แผนการเดินระบบต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากคณะทำงานเดินระบบก่อนที่จะทำการใดๆ โดยที่ปรึกษาบริหารงานก่อสร้างเป็นผู้ตัดสินข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้น

3) ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวนครั้งในการเก็บวิธีการเก็บตัวอย่าง และความถี่ในการเก็บ รวมถึง ค่ามาตรฐานการ ยอมรับของค่าการทดสอบจำนวนของค่าการทดสอบที่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดของการออกแบบ

4) คณะทำงานเดินระบบต้องคัดเลือกห้องทดลองเพื่อทำการทดสอบน้ำตัวอย่าง

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ

นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ

นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ

นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ

นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ

นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ

นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ

5) ผู้รับจ้างต้องใช้น้ำเสียเพื่อการเดินระบบ ในกรณีที่น้ำเสียมีไม่พอต่อการเดินระบบเต็มความสามารถตามที่ได้ออกแบบไว้ ต้องทำการแบ่งระบบออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้สามารถเดินระบบได้ทั้งระบบ และให้ทำการเดินระบบตามที่ได้กำหนดไว้ หรือผู้รับจ้างอาจทำการเดินระบบโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์

2.2.6 อุปกรณ์ (Equipment)

1) อุปกรณ์เครื่องกล อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ต้องทำการติดตั้งให้แล้วเสร็จและผ่านการทดสอบก่อนการเดินระบบให้แล้วเสร็จโดยสมบูรณ์

2) การฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานต้องแล้วเสร็จสมบูรณ์

3) อุปกรณ์ใช้งานชั่วคราวต้องทำการติดตั้งและผ่านการทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถทำงานได้ตามความต้องการตลอดการเดินระบบ

2.2.7 ระบบสาธารณูปโภค (Plant Utility Services)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหา ไฟฟ้า สารเคมี และระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานที่จำเป็น เพื่อดำเนินการตลอดช่วงการทดสอบการเดินระบบ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

2.2.8 การดำเนินการ (Execution)

1) ลำดับขั้นตอน (Sequence)

(1) การทดสอบการเดินระบบจะต้องดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ โดยระบบต้นทางจะต้องทำการทดสอบการเดินระบบก่อน

(2) ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนดังนี้

(2.1)ร่างคู่มือปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงจะต้องแล้วเสร็จก่อนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักร 1 เดือน และจัดส่งฉบับสมบูรณ์ก่อนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องจักร 14 วัน

(2.2) รายละเอียดการเดินระบบ (Operating Descriptions) จะต้องส่งมอบก่อนทำการทดสอบ 2 สัปดาห์

(2.3) การฝึกอบรมภาคทฤษฎีจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนการเดินระบบ 2 สัปดาห์

(2.4) การทดสอบการทำงานของเครื่องจักร (Equipment Performance Tests) ต้องดำเนินการแล้วเสร็จ

(2.5) ปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด

(2.6) เริ่มเดินระบบในระบบ Manual

(2.7) ปรับอุปกรณ์ทีละส่วนไปยังการเดินระบบอัตโนมัติ (Automatic Mode) ตามแผนการทดสอบและลำดับขั้นที่วางไว้ โดยการปรับเปลี่ยนระบบควบคุมจะต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์หรือทำให้ระบบสูญเสียเสถียรภาพ

(2.8) ในช่วงระยะการทดสอบการเดินระบบ ต้องทำการเดินระบบตลอด 24 ชั่วโมง และระบบต้องสามารถบำบัดน้ำเสียได้ค่าตามที่กำหนดอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาตามที่กำหนด ข้อบกพร่องเล็กน้อยไม่ถือเป็นการหยุดการเดินระบบได้ข้อบกพร่องเล็กน้อย (Minor Failure) หมายถึง ข้อบกพร่องที่ไม่มีอันตราย ไม่ส่งผลถึงการทำงานของระบบโดยรวม และสามารถแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้โดยการใช้อุปกรณ์สำรอง ข้อบกพร่องอันตราย (Critical Failure) หมายถึง ข้อบกพร่องที่ส่งผลถึงการทำงานของทั้งระบบเป็นเวลานานกว่า 8 ชั่วโมง หรือ อาจก่อให้เกิดอันตรายได้

(2.9) ระหว่างการเดินระบบ ต้องทำการเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณที่กำหนดเพื่อทำการทดสอบ การทดสอบตัวอย่างน้ำต้องกระทำในห้องทดลองที่มีใบรับรองมาตรฐาน โดยวิธีการมาตรฐาน และจะต้องส่งผลการทดสอบให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง เพื่อประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบ

(2.10) การทดสอบการเดินระบบจะเสร็จสมบูรณ์ ก็ต่อเมื่อได้รับการยืนยันอย่างเป็นทางการ (Formal Acceptance)

2) การเริ่มเดินระบบ (Start - Up)

(1) การนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบต้องไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และโครงสร้างของระบบ

(2) ส่วนประกอบของระบบจะต้องสามารถปรับเปลี่ยนให้ระบบสามารถรับอัตราการไหลและภาระได้ใกล้เคียงตามที่ออกแบบไว้ที่สุดหากน้ำเสียเข้าระบบหรือภาระไม่เพียงพอต้องทำการเพิ่มให้ใกล้เคียงกับที่ได้ออกแบบไว้มากที่สุด ถ้าจำเป็นต้องมีการปรับตั้งอุปกรณ์อื่นภายนอกสัญญาต้องประสานงานกับผู้ประสานงานของผู้ว่าจ้าง

(3) ทำการเดินระบบให้ได้ตรงตามข้อกำหนดของการออกแบบ

(4) อุปกรณ์และระบบทุกส่วนต้องสามารถเดินระบบได้ทั้ง Automatic/Manual และ Remote/Local ตามที่ออกแบบไว้

(5) ระบบ By Pass และ ระบบสำรอง ต้องสามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้

(6) ระบบเตือนภัยทุกส่วนต้องสามารถทำงานได้ในสภาวะที่ต้องการ และสามารถบอกได้ชัดเจนถึงสภาวะการเตือน

3) การตรวจรับ (Acceptance)

(1) จะมีการยอมรับระบบก็ต่อเมื่อการเดินระบบมีความเสถียรภาพ และได้เดินระบบเป็นระยะเวลาตามที่กำหนด ทั้งนี้ต้องมีจำนวนวันที่เดินระบบที่มีค่าลักษณะสมบัติของน้ำที่ผ่านการบำบัดตามที่ได้กำหนดไว้ในการออกแบบอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่าจำนวนวันที่กำหนด

(2) เมื่อการเดินระบบแล้วเสร็จสมบูรณ์ ต้องทำการส่งมอบการดำเนินการและบำรุงรักษาให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างอย่างเป็นทางการ โดยผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะทำการออกจดหมายรับงานในเวลาที่เหมาะสม

(3) ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันผลงานเป็นระยะเวลา 2 ปี นับวันรับประกันเริ่มจากวันที่ได้มีการออกจดหมายรับงาน

(4) จดหมายรับงาน (Notice of Acceptance) ของโครงการจะออกให้ก็ต่อเมื่อการเดินระบบแล้วเสร็จสมบูรณ์และยอมรับ ทั้งนี้ครอบคลุมถึงการทำตามภาระความต้องการอื่นๆ ของสัญญาให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ด้วย

2.2.9 รายการตรวจสอบเพื่อการทดสอบการเดินระบบ

ตารางที่ 2.2-1 ถึง 2.2-4 ระบุถึงรายการที่ควรปรากฏในการทดสอบก่อนการเดินระบบและระหว่างการเดินระบบ ทั้งนี้ อาจเพิ่มรายการเพื่อความเหมาะสมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการทดสอบและเดินระบบตามข้อแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

การทดสอบและการส่งมอบ

ตารางที่ 2.2-1 ทั่วไป

ลำดับที่	รายการ	หมายเหตุ
1	Commissioning procedure available	
2	Commissioning programme available	
3	Installation pre-commissioning history sheet available	
4	Equipment manuals supplied	
5	Process operating instructions supplied	
6	Work-as-executed drawings available	
9	Spare parts handed over	Prepare list and check against equipment, supply contracts
10	Equipment identification numbers installed	
11	Pipe labels installed	
12	Inspect painting and protective coatings	Note special requirements
13	Safety signs installed	

14	Safety equipment provided	Breathing apparatus
15	Check fire fighting services	Hydrants, extinguishers
16	Check lighting (including emergency lighting)	
17	Check general purpose outlets and power supply	

COMMISSIONING AND HANDOVER CRITERIA ตารางที่ 2.2-2 งานท่อ

ลำดับที่	รายการ	หมายเหตุ
1.	Flow diagrams/pattern diagram available	
2.	'As installed' pipework drawings available	
3.	Check and inspect: (a) Anchor points (b) Drain cocks (c) Valves, penstocks, hand gates (d) Insulation (e) Access for operation and maintenance (f) Labels (g) Identification (h) Drainage points (I) Painting (correct colour code) (j) Leaks (k) Air release points	
4.	Check if pipework has been flushed and pressure tested	

ตารางที่ 2.2-3 งานอุปกรณ์เครื่องกลและไฟฟ้าทั่วไป

ลำดับที่	รายการ	หมายเหตุ
1.	Check and inspect: (a) Guards (b) Lubrication points and note special instructions (c) Access for maintenance and operation (d) Emergency stops	
2.	Check electrical control panels, indicators, alarm lights, gauges	
3	Check shear pin (if fitted): (a) Note dimensions (b) Check limit switch	
4	Running checks: (a) No unusual noise or vibration (b) Overheating (c) Note starting current (d) Note running current (e) Note starts per hour	Check against specification Check against full load current Check against manufacturer's recommendation
5	Run equipment for a minimum time of two (2) hours.	Check for evidence of misalignment, heat, unusual wear or chain slackness
6	Check equipment for alignment, tracking and unusual wear, vibration etc.	
7	Check operation in the manual mode	
8	Check operation in the automatic mode	
9	Check emergency stop procedures	

ขอบเขต เงื่อนไข ข้อกำหนดของงาน (Terms of Reference: TOR)

นายเกียรติศักดิ์ ศรีวงษ์ชัย ประธานกรรมการ
นายอนุวัตร ทองคำ กรรมการ
นายณัฐพงศ์ แสนทวีสุข กรรมการ
นายอิทธิพล ห่อทองคำ กรรมการ
นายบดินทร์ภัทร์ ธวัชไพบูลย์ กรรมการ
นายวรยุทธ คล้ำปลอด กรรมการ
นายขันติวัตร จริยะยรรยง กรรมการและเลขานุการ