กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กคลองทุ่งเพล 2
KLONG THUNG PHEN 2 HYDROPOWER PROJECT

จังหวัดจันทบุรี
CHANGWAT CHANTHABURI

เอกสารหมายเลข 2
VOLUME 2
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (1/2)
TECHNICAL SPECIFICATIONS (1/2)

ส่วนที่ 1 : งานโยธา
(PART 1 : CIVIL WORKS)

PCM บริษัท พี แอนด์ ซี แมเนจเมนท์ จำกัด
มีนาคม 2563

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กคลองทุ่งเพล 2
ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

เอกสารประมูลจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์
เอกสารหมายเลข 2 : ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (1/2)

ส่วนที่ 1 งานโยธา

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	XVI
หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน	
1.1 บทนำ	1-1
1.2 มาตรฐานที่ใช้	1-1
1.3 คุณภาพวัสดุและฝีมือ	1-2
1.4 การสำรวจวางแผนผัง	1-3
1.5 การสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ	1-3
1.6 มาตรการความปลอดภัย	1-4
1.7 การบำรุงรักษาทางสัญจร	1-5
1.8 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน	1-5
1.9 การทดสอบวัสดุ	1-6
1.9.1 การทดสอบที่โรงงาน	1-6
1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ	1-6
1.10 งานชั่วคราว	1-6
1.10.1 การเตรียมพื้นที่ (Site Preparation)	1-6
1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน	1-7
1.10.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง	1-8
1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง	1-8
1.11 สำนักงานสนาม	1-8

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
1.12	งานจัดหาน้ำ	1-9
1.13	งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง	1-9
1.14	งานถ่ายทำและบันทึกภาพ	1-9
	1.14.1 บททั่วไป	1-9
	1.14.2 ข้อกำหนด	1-10
1.15	การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร	1-10
1.16	กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม	1-10
1.17	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	1-12
	1.17.1 งานตามความต้องการขั้นพื้นฐาน	1-12
	1.17.2 สำนักงานสนาม	1-13
หมวดที่ 2	**งานถางป่า ขุดตอ และงานเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)**	
2.1	ทั่วไป	2-1
2.2	งานถางป่า ขุดตอ (Site Clearing and Grubbing)	2-1
2.3	งานขุดเปิดหน้าดิน (Stripping)	2-1
2.4	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	2-2
หมวดที่ 3	**งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)**	
3.1	ทั่วไป	3-1
3.2	งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)	3-1
3.3	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	3-2
หมวดที่ 4	**งานขุดดินและขุด – ระเบิดหิน (EXCAVATION)**	
4.1	ทั่วไป	4-1
4.2	วิธีการขุด	4-1
4.3	การแบ่งประเภทการขุด	4-2
	4.3.1 งานขุดดิน	4-2
	4.3.2 งานขุด-ระเบิดหินและงานดินขุดยาก	4-2
	4.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน	4-3
	4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน	4-3

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน	4-3
4.4	การระเบิดหิน	4-3
	4.4.1 การขออนุมัติดำเนินการขุดระเบิดหิน	4-3
	4.4.2 การขออนุญาตมีวัตถุระเบิดและการเก็บวัตถุระเบิด	4-4
	4.4.3 การทำงาน	4-4
	4.4.4 การระเบิดย่อยก่อนทำงานระเบิด	4-5
	4.4.5 การวัดความสั่นสะเทือน	4-6
4.5	การขุดรื้อย้ายอาคารเดิม	4-6
4.6	ความคลาดเคลื่อนในการขุด	4-6
4.7	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	4-7
หมวดที่ 5	**งานถมบดอัด (FILL AND BACKILL)**	
5.1	ทั่วไป	5-1
5.2	คำจำกัดความ	5-1
5.3	แหล่งดินที่นำมาใช้ถม (SOURCES OF FILL MATERIAL)	5-1
5.4	การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ	5-1
5.5	การบดอัดดิน (COMPACTION)	5-2
5.6	ความชื้น (MOISTURE CONTENT)	5-2
5.7	ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)	5-2
5.8	การตรวจสอบความแน่นของดิน (TEST)	5-3
5.9	ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น	5-3
5.10	การถมทรายบดอัดแน่น	5-3
5.11	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	5-3
หมวดที่ 6	**งานถนน (ROAD WORKS)**	
6.1	ทั่วไป	6-1
	6.1.1 การทำสำรวจ	6-1
	6.1.2 แบบก่อสร้าง	6-1
	6.1.3 แบบมาตรฐาน (Typical Section)	6-1
6.2	งานถางพื้นที่และขุดตอ	6-2

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
6.3	งานดินตัด (EXCAVATION) และงานขุดระเบิดหิน (ถ้ามี)	6-2
6.4	งานดินถม (EMBANKMENT)	6-3
6.5	งานชั้นรองพื้นทาง และชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง	6-4
	6.5.1 วัสดุ	6-4
	6.5.2 วิธีการก่อสร้าง	6-6
	6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)	6-6
6.6	งานชั้นพื้นทาง (Aggregate Base)	6-7
	6.6.1 วัสดุ	6-7
	6.6.2 วิธีการก่อสร้าง	6-7
	6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)	6-8
6.7	งานลาดแอสฟัลท์ (Prime Coat)	6-8
	6.7.1 การลาดแอสฟัลท์ Prime Coat	6-8
	6.7.2 วิธีการพ่นยาง Prime Coat	6-10
6.8	งานผิวทาง (Surface Treatment)	6-10
	6.8.1 ผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ (Surface Treatment)	6-10
	6.8.2 การก่อสร้าง	6-12
6.9	มาตรฐานวิธีการทดสอบ	6-14
6.10	ท่อลอดถนน (Pipe Culvert)	6-14
	6.10.1 ขอบเขตของงาน	6-14
	6.10.2 วัสดุ	6-14
6.11	หลักกันตกและราวกันโค้ง (Guide Post and Guard Rail)	6-15
	6.11.1 ขอบเขตของงาน	6-15
	6.11.2 วัสดุ	6-15
	6.11.3 การติดตั้งราวกันโค้งหรือหลักกันตก	6-15
6.12	รางระบายน้ำ	6-15
	6.12.1 ขอบเขตของงาน	6-15
	6.12.2 วัสดุ	6-16
6.13	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	6-16

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
หมวดที่ 7	**งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)**	
7.1	ทั่วไป	7-1
7.2	คุณภาพคอนกรีต	7-1
7.2.1	อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)	7-1
7.2.2	วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต	7-1
7.2.3	ความเหลวของคอนกรีต	7-2
7.2.4	วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต	7-2
7.2.5	การผสมคอนกรีต	7-5
7.2.6	การลำเลียงคอนกรีต	7-6
7.2.7	การเทคอนกรีต	7-6
7.2.8	การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)	7-7
7.2.9	การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ	7-8
7.2.10	การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดลองหาแรงอัด	7-9
7.3	แบบหล่อคอนกรีต	7-10
7.3.1	ทั่วไป	7-10
7.3.2	ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ	7-10
7.3.3	การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก	7-10
7.3.4	การบุแบบไม้ผิวหยาบ	7-11
7.3.5	การยึดแบบ	7-11
7.3.6	การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน	7-11
7.4	การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน	7-11
7.4.1	ทั่วไป	7-11
7.4.2	การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต	7-11
7.5	การซ่อมคอนกรีต	7-12
7.5.1	ทั่วไป	7-12
7.5.2	การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)	7-12
7.5.3	การซ่อมด้วยคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)	7-13
7.5.4	การซ่อมด้วยปูนทราย MORTAR REPLACEMENT	7-13
7.5.5	การซ่อมด้วย EPOXY	7-13
7.6	การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต	7-13

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
7.7	การบ่มคอนกรีต	7-13
	7.7.1 การบ่มด้วยน้ำ	7-14
	7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต	7-14
	7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต	7-14
	7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)	7-14
7.8	รอยต่อคอนกรีต	7-15
	7.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)	7-15
	7.8.2 รอยต่อเผื่อหด (CONTRACTION JOINT)	7-15
	7.8.3 รอยต่อเผื่อขยาย (EXPANSION JOINT)	7-16
7.9	วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต	7-16
	7.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)	7-16
	7.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ (JOINT SEALANT)	7-17
	7.9.3 ELASTIC FILLER	7-17
	7.9.4 Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)	7-18
7.10	คอนกรีตล้วน (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.	7-18
7.11	การ GROUT คอนกรีต	7-19
7.12	BLOCKOUT	7-19
7.13	เหล็กเสริมคอนกรีต	7-20
	7.13.1 ทั่วไป	7-20
	7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม	7-20
	7.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต	7-21
	7.13.4 เหล็ก DOWEL	7-21
	7.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต	7-22
7.14	การทดลองวัสดุก่อสร้าง	7-22
	7.14.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม	7-22
	7.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพทั่วๆ ไป	7-22
7.15	ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต	7-23
	7.15.1 ทั่วไป	7-23
	7.15.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต	7-23
	7.15.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม	7-24
7.16	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	7-24

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
หมวดที่ 8	**งานป้องกัน และเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (Slope Protection)**	
8.1	ทั่วไป	8-1
8.1.1	ขอบข่ายงาน	8-1
8.1.2	การรับผิดชอบในความปลอดภัย	8-2
8.2	สลักยึดหิน (Rock Bolts) สมอเหล็ก (Anchor Bars) และ Anchorage	8-2
8.2.1	การเสนอขออนุมัติวัสดุ และวิธีการติดตั้ง	8-2
8.2.2	สลักยึดหิน (Rock Bolts)	8-2
8.2.3	สมอเหล็ก (Anchor Bars)	8-4
8.3	คอนกรีตพ่นเสริมตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)	8-5
8.3.1	คอนกรีตพ่น	8-5
8.3.2	ตะแกรงเหล็ก	8-10
8.4	ท่อ และรูระบายน้ำ (Drain Holes and Perforated Pipes)	8-10
8.4.1	บททั่วไป	8-10
8.4.2	การเจาะรูระบายน้ำ	8-10
8.4.3	ท่อระบายน้ำ	8-10
8.4.4	การหุ้มท่อระบายน้ำ PVC (Perforated Pipe)	8-11
8.5	งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น	8-11
8.5.1	งานหินทิ้ง และหินเรียง	8-11
8.5.2	งานหินก่อ และหินเรียงยาแนว	8-12
8.5.3	งานวัสดุรองพื้น	8-12
8.6	งานแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile)	8-13
8.6.1	ทั่วไป	8-13
8.6.2	ลักษณะทั่วไป	8-13
8.6.3	คุณสมบัติต่างๆ	8-13
8.6.4	การปูแผ่นใยสังเคราะห์	8-14
8.7	งานปลูกหญ้า	8-15
8.7.1	วัตถุประสงค์	8-15
8.7.2	วัสดุที่ใช้	8-15
8.7.3	วิธีการปลูก	8-15
8.8	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	8-16

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
8.8.1	งานสลักยึดหิน (Rock Bolts)	8-16
8.8.2	งานคอนกรีตพ่นเสริมตาข่ายเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)	8-16
8.8.3	งานท่อ และรูระบายน้ำ (Drain Holes and Perforated Pipes)	8-17
8.8.4	งานหินทิ้ง งานหินเรียง งานหินก่อ งานหินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น	8-17
8.8.5	งานแผ่นใยสังเคราะห์ และงานแผ่นใยสังเคราะห์กรองน้ำ หนา 0.25 มม.	8-18
8.8.6	งานตาข่ายป้องกันหินร่วง	8-18
8.8.7	งานปลูกหญ้า	8-19

หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE)

9.1	ทั่วไป	9-1
9.2	การขุดหลุมเพื่อวางท่อ	9-1
9.3	การวางและการต่อท่อ	9-2
9.4	การถมอัด	9-2
9.5	การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ	9-3
9.6	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	9-3

หมวดที่ 10 งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์

10.1	ทั่วไป	10-1
10.2	มาตรฐาน (STANDARDS)	10-1
10.3	คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็กและงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ (STEEL WORKS) และงานโลหะอื่นๆ	10-2
10.4	งานเหล็ก	10-2
10.4.1	การเตรียมงานเบื้องต้น	10-2
10.4.2	การเชื่อม (WELD CONNECTION)	10-3
10.4.3	การยึดด้วยน๊อต (BOLT & NUT)	10-3
10.4.4	การประกอบในโรงงาน	10-3
10.4.5	การติดตั้ง	10-3
10.4.6	งานทาสี	10-4

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
10.5	งานอุปกรณ์ชลศาสตร์	10-6
	10.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	10-6
	10.5.2 มาตรฐาน	10-6
	10.5.3 มาตรฐานคุณภาพวัสดุ	10-7
	10.5.4 แรงเค้นใช้งาน	10-8
10.6	ฝีมือการผลิต (Workmanship)	10-8
	10.6.1 ทั่วไป	10-8
	10.6.2 การเชื่อมไฟฟ้า	10-8
	10.6.3 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ	10-9
	10.6.4 เหล็กหล่อ	10-9
	10.6.5 การขันเกลียว	10-9
	10.6.6 การทาสีเคลือบผิว	10-10
10.7	Manhole	10-10
10.8	บานระบาย เครื่องยกบาน และเกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า	10-10
	10.8.1 ขอบเขตงาน	10-10
	10.8.2 ลักษณะทั่วไป	10-11
	10.8.3 การผลิต	10-11
	10.8.4 การเชื่อม	10-11
	10.8.5 การยึดด้วย Bolts	10-12
	10.8.6 การประกอบชิ้นงาน (Fabrication)	10-12
	10.8.7 การติดตั้ง	10-12
	10.8.8 การชุบด้วยสังกะสี (Galvanizing)	10-13
	10.8.9 มอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้า	10-13
	10.8.10 การทำเครื่องหมาย	10-14
10.9	ประตูน้ำ (Gate Valve)	10-14
	10.9.1 ลักษณะทั่วไป	10-14
	10.9.2 การเคลือบผิว	10-16
	10.9.3 การทดสอบการผลิต (Production Testing)	10-17
	10.9.4 ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง (Data to be Furnished)	10-17
	10.9.5 การทำเครื่องหมาย (Markings)	10-17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
10.9.6 การบรรจุหีบห่อ (Packing)	10-18
10.9.7 หนังสือรับรองและการรับประกัน (Affidavit of Compliance)	10-18
10.10 ประตูระบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve)	10-18
10.10.1 ลักษณะทั่วไป	10-18
10.10.2 การทดสอบ	10-19
10.10.3 การทำเครื่องหมาย	10-19
10.11 ท่อบายพาส ท่อระบาย และอุปกรณ์ (By-Pass Pipe and drain pipe)	10-19
10.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	10-19
หมวดที่ 11 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)	
11.1 ทั่วไป	11-1
11.2 มาตรฐาน (STANDARDS)	11-1
11.3 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)	11-2
11.4 วัสดุ (MATERIALS)	11-2
11.4.1 ทั่วไป (GENERAL)	11-2
11.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก	11-3
11.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)	11-3
11.5.1 การม้วนท่อ (PIPE FORMING)	11-4
11.5.2 การเชื่อม (WELDING)	11-4
11.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม (Test of Production Welds)	11-6
11.6 การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)	11-6
11.6.1 ทั่วไป (GENERAL)	11-6
11.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ (SURFACE CLEANING)	11-7
11.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก (INTERNAL COATING)	11-8
11.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ (EXTERNAL COATING)	11-8
11.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมท่อที่โครงการ	11-9
11.6.6 การเคลือบและทาสี EXPANSION JOINT (ถ้ามี)	11-9
11.6.7 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)	11-10
11.6.8 การเคลือบและทาสี AIR VENT PIPE	11-10
11.6.9 หมายเลขของอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MARKING)	11-10

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
11.7	การขนส่ง (TRANSPORTATION)	11-11
11.8	การจัดทำอุปกรณ์สำหรับท่อขยายตัว (EXPANSION JOINTS) และการติดตั้ง	11-12
11.9	การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อ (CONCRETE PIERS)	11-13
	11.9.1 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันสูง (PENSTOCK)	11-13
	11.9.2 ฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันต่ำ	11-13
11.10	การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK)	11-14
11.11	การขุดดินร่องแนวท่อ ร่องระบายน้ำ และการกลบฝังท่อ	11-14
11.12	การติดตั้ง AIR VENT PIPE	11-14
11.13	งานติดตั้งท่อเหล็กและ PIPE SUPPORT	11-15
	11.13.1 ทั่วไป	11-15
	11.13.2 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูง (PENSTOCK)	11-15
	11.13.3 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันต่ำ (LOW PRESSURE STEEL PIPE)	11-15
11.14	การซ่อมแซม (REPAIRS)	11-17
11.15	การตรวจสอบและทดสอบ (INSPECTION AND TESTING) อุปกรณ์ท่อเหล็ก	11-17
	11.15.1 ทั่วไป (GENERAL)	11-17
	11.15.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน	11-19
	11.15.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ	11-20
	11.15.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ	11-22
	11.15.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง	11-22
11.16	พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)	11-22
11.17	การทำ WET TAP	11-23
	11.17.1 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง	11-24
11.18	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	11-25

หมวดที่ 12 งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการ (BUILDING CONSTRUCTION)

12.1	การเตรียมสถานที่	12-1
12.2	การขุดหลุมฐานราก	12-1
12.3	งานโครงสร้าง	12-1

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	12.3.1 คอนกรีตเสริมเหล็ก	12-1
	12.3.2 งานไม้	12-2
	12.3.3 การมุงหลังคา	12-3
	12.3.4 การตีฝ้าเพดาน	12-4
	12.3.5 งานก่ออิฐ	12-5
	12.3.6 งานปูนฉาบ	12-6
	12.3.7 การก่อคอนกรีตบล๊อค	12-7
12.4	งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์	12-7
	12.4.1 ประตูเหล็กม้วน	12-7
	12.4.2 วงกบ	12-7
	12.4.3 บานประตู	12-7
	12.4.4 หน้าต่าง	12-8
	12.4.5 กระจก	12-8
	12.4.6 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง	12-8
	12.4.7 วงกบ ราง และกรอบอลูมิเนียม	12-8
12.5	งานพื้นกระเบื้องยาง (VINYL TILES)	12-9
12.6	งานปูกระเบื้องโมเสดและกระเบื้องเคลือบ	12-9
12.7	เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	12-10
12.8	การทาสี	12-10
12.9	ระบบท่อสุขาภิบาล (Plumbing Work)	12-11
12.10	ป้ายชื่อโครงการ	12-13
12.11	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	12-14

หมวดที่ 13 งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)

13.1	ทั่วไป	13-1
13.2	งานปลูกหญ้า (SODDING)	13-1
	13.2.1 หน้าดิน (TOP SOIL)	13-1
	13.2.2 การปลูกหญ้า	13-1
13.3	งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE	13-2
13.4	GEOTEXTILE	13-2

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
13.4.1 ลักษณะทั่วไป	13-2
13.4.2 คุณสมบัติต่างๆ	13-2
13.4.3 การปูแผ่นใยสังเคราะห์	13-3
13.5 งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ	13-3
13.6 งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป	13-4
13.6.1 งานพื้นและผิวพื้น	13-4
13.6.2 งานระบายน้ำ	13-5
13.6.3 งานระบบให้น้ำ	13-6
13. 7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	13-6
หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้า	
14.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า	14-1
14.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-1
14.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ	14-2
14.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	14-2
14.1.4 ระบบต่อลงดิน	14-2
14.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง	14-2
14.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา	14-3
14.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ	14-3
14.1.8 มาตรฐาน	14-4
14.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี	14-4
14.1.10 คุณภาพของงาน (Workmanship)	14-5
14.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี	14-5
14.1.12 งานฝังภายนอกและอื่น ๆ	14-5
14.1.13 การทดสอบ	14-5
14.1.14 อุปกรณ์อะไหล่	14-6
14.2 ระบบสายส่ง 22 kV	14-6
14.2.1 ทั่วไป	14-6
14.2.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่าง ๆ	14-6
14.2.3 วิธีการติดตั้ง	14-8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
14.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย	14-9
14.3.1 ทั่วไป	14-9
14.3.2 การติดตั้ง	14-10
14.4 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	14-11
14.4.1 ทั่วไป	14-11
14.4.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ	14-11
14.5 ระบบแสงสว่าง	14-12
14.5.1 ขอบเขตของงาน	14-12
14.5.2 มาตรฐาน	14-12
14.5.3 หลักการออกแบบ	14-13
14.5.4 ระบบแสงสว่างภายใน	14-14
14.6 สายไฟ และเคเบิล	14-15
14.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-15
14.6.2 วัสดุ	14-16
14.6.3 การติดตั้ง	14-16
14.7 ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)	14-18
14.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-18
14.7.2 วัสดุและมาตรฐาน	14-18
14.7.3 การติดตั้ง	14-19
14.8 ระบบรางเดินสายไฟฟ้า	14-20
14.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-20
14.8.2 วัสดุ	14-20
14.8.3 การติดตั้ง	14-20
14.9 ท่ออโลหะ (Non Metallic Conduit)	14-20
14.9.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-20
14.9.2 วัสดุ	14-20
14.9.3 การติดตั้ง	14-21
14.10 ระบบสายดิน	14-21
14.10.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-21
14.10.2 วัสดุ	14-22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
14.10.3 การติดตั้ง	14-22
14.10.4 การทดสอบ	14-23
14.11 ระบบป้องกันฟ้าผ่า	14-23
14.11.1 ความต้องการ	14-23
14.11.2 การติดตั้ง	14-24
14.12 ระบบ Surge Arrester Protection	14-24
14.12.1 Lightning Current Arrester Class B	14-24
14.12.2 Overvoltage Arrester Class C	14-25
14.12.3 Overvoltage Arrester Class D	14-26
14.13 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	14-27

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
6.7-1	อุณหภูมิของแอสฟัลท์ที่ใช้ลาด	6-9
6.8-1	อุณหภูมิของแอสฟัลท์ที่ใช้ลาด	6-11
6.8-2	ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย	6-11
6.8-3	ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ	6-12
10.9-1	ขนาดมิติหลักของประตูน้ำ	10-16
14-1	จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ	14-17

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กคลองทุ่งเพล 2
ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

เอกสารประมูลจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์
เอกสารหมายเลข 2 : ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (1/2)

ส่วนที่ 1 งานโยธา

สารบัญ

หมวดที่		หน้า
หมวดที่ 1	ความต้องการขั้นพื้นฐาน	1-1
หมวดที่ 2	งานถางป่า ขุดตอ และงานเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)	2-1
หมวดที่ 3	งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)	3-1
หมวดที่ 4	งานขุดดินและขุด – ระเบิดหิน (EXCAVATION)	4-1
หมวดที่ 5	งานถมบดอัด (FILL AND BACKILL)	5-1
หมวดที่ 6	งานถนน (ROAD WORKS)	6-1
หมวดที่ 7	งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)	7-1
หมวดที่ 8	งานป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (SLOPE PROTECTION)	8-1
หมวดที่ 9	งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE)	9-1
หมวดที่ 10	งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์	10-1
หมวดที่ 11	งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)	11-1
หมวดที่ 12	งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการ (BUILDING CONSTRUCTION)	12-1
หมวดที่ 13	งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)	13-1
หมวดที่ 14	งานระบบไฟฟ้า	14-1

หมวดที่ 1
ความต้องการขั้นพื้นฐาน

1.1 บทนำ

ความต้องการขั้นพื้นฐานนี้เป็นความต้องการเบื้องต้นของโครงการ โดยผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขซึ่งกำหนดไว้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมและตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานตามสัญญาสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

ผู้รับจ้างต้องมีความเข้าใจขอบเขตงาน คุ้นเคยกับงาน และสภาพภูมิประเทศที่จะเข้าไปดำเนินการ โดยยึดถือเอกสารสัญญา แบบก่อสร้างและรายละเอียดด้านวิศวกรรม รวมทั้งต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นเกณฑ์ โดยที่ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ และบุคลากรที่มีความสามารถและความชำนาญงาน เพื่อให้ได้ผลงานตามข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา โดยรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานจากสถาบันที่หน่วยงานราชการยอมรับ หากงานหรือวัสดุรายการใดไม่มีสถาบันมาตรฐานรองรับ ผู้รับจ้างจะต้องมีผลการทดสอบและมีหนังสือรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

1.2 มาตรฐานที่ใช้

(1) ข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นหลัก และให้แปลความหมายของมาตรฐานอักษรย่อ ดังต่อไปนี้

AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standard Institute
API	American Petroleum Institute
ASCE	American Society of Civil Engineer
ASME	American Society of Mechanical Engineer
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
AWWA	American Water Works Association
ISO	International Organization for Standardization
JIS	Japanese Industrial Standard
SSPC	Steel Structure Painting Council
BS	British Standard
AS	Australian Standard
USBR	US Bureau of Reclamation
PEA (กฟภ.)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
TIS (มอก.)	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเทศไทย

(2) หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ให้เสนอมาตรฐานนั้นต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยแสดงข้อมูลยืนยันว่า มาตรฐานที่เสนอนั้นมีมาตรฐานเทียบเท่ากับมาตรฐานที่กำหนดไว้ในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบหรือแสดงการทดลองให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมเล่มนี้ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจำนวนอย่างน้อย 3 ชุด

1.3 คุณภาพวัสดุและฝีมือ

วัสดุก่อสร้างสำคัญทั้งปวง ซึ่งผู้รับจ้างนำมาใช้งานต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน โดยมีเกณฑ์กำหนดดังนี้

(1) ภายในระยะเวลา 2 (สอง) เดือน หลังจากลงนามในสัญญา ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างวัสดุก่อสร้างและแหล่งผลิต ชื่อผู้ผลิต ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ วัสดุก่อสร้างนี้ให้รวมถึงซีเมนต์ น้ำยาผสมคอนกรีต หิน ทราย น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต หินใหญ่ เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ฯลฯ เป็นต้น

ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารแสดงคุณสมบัติวัสดุที่จะขออนุมัติ โดยแสดงตารางเปรียบเทียบกับวัสดุตามข้อกำหนด พร้อมทั้งแนบมาตรฐานที่ใช้ทดสอบวัสดุนั้นๆ

(2) การใช้แรงงานฝีมือต้องเป็นงานฝีมือชั้นหนึ่งในประเภทงานชนิดนั้นๆ นอกจากจะระบุในรายละเอียดด้านวิศวกรรม หรือกำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างว่าให้ได้ชิ้นงานตามบทกำหนดเฉพาะงานหรือตามแบบและมีคุณภาพตามมาตรฐานของสัญญานี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

(3) รายการวัสดุก่อสร้างใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา แต่ผู้รับจ้างต้องนำมาใช้งานให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานที่ต้องใช้วัสดุก่อสร้างชนิดนั้นๆ โดยรวมถึงค่าขนส่ง การจัดเก็บ การเคลื่อนย้ายวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ด้วย

(4) วัสดุที่เกิดจากการดำเนินการก่อสร้าง อาทิเช่น การขุด ถางป่า ขุดตอ และรากไม้ ไม่ว่าจะเป็นวัชพืช ดิน หิน ต้นซุง หรือวัสดุอื่นใด ให้ตกเป็นสมบัติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และผู้รับจ้างต้องไม่เคลื่อนย้ายวัสดุดังกล่าวออกไปจากหน้างาน นอกจากได้รับความยินยอมจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการก่อสร้างได้เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

1.4 การสำรวจวางแผนผัง

ผู้ว่าจ้างได้กำหนดหมุดหลักฐาน เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ระดับของงานและโครงสร้างอาคารดังต่อไปนี้

(1) หมุดหลักฐานที่กำหนดแสดงไว้ในแบบคู่สัญญา

(2) ก่อนดำเนินการก่อสร้างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะส่งมอบหมุดหลักฐานให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของค่าพิกัดและค่าระดับที่มอบให้ ยืนยันความถูกต้องต่อผู้ควบคุมงาน

ของผู้ว่าจ้างเสียก่อนและต้องรับผิดชอบในการดูแลรักษาหมุดหลักฐานข้างต้น ให้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกทำลายตลอดการใช้งาน

(3) ผู้รับจ้างต้องทำการถ่ายค่าระดับ และค่าพิกัดไปยังตำแหน่งต่างๆ ของงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือกำหนดโดยผู้ว่าจ้างรวมทั้งทำการสำรวจค่าระดับ เช่น รูปตัดขวาง รูปตัดตามยาว ระดับอาคารต่าง ๆ และคำนาณปริมาณงานเบื้องต้นเสนอผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง

ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายระดับ ค่าพิกัด และการสำรวจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติทุกครั้งไป การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นผิดในความเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.5 การสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบสุขาภิบาลที่ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง ในการนี้ผู้รับจ้างต้องจัดหาและบำรุงรักษาด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น อาทิเช่น ระบบน้ำใช้ น้ำดื่ม ระบบระบายน้ำเสีย ที่ทิ้งขยะ เป็นต้น ซึ่งจะต้องส่งเรื่องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

งานสุขาภิบาลต้องให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติและกฎกระทรวง และสามารถให้บริการพอเพียงแก่บุคคลที่อาศัยและทำงานในโครงการหรือเกี่ยวข้องกับงาน

นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายน้ำเสียที่เกิดจากที่พักอาศัยของผู้รับจ้างหรือผู้ว่าจ้างก่อนระบายทิ้งนอกบริเวณโครงการ ระบบดังกล่าวจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) ผู้รับจ้างต้องมีห้องปฐมพยาบาล เพื่อบริการแก่พนักงานหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างไว้ตลอดเวลา โดยจัดให้มี

- โต๊ะ เก้าอี้ ตู้ยา และเตียงอย่างน้อย 2 เตียง รวมถึงเวชภัณฑ์ เปลสนามสำหรับผู้เจ็บป่วย
- บุคลากรที่มีประสบการณ์หรือพยาบาล เพื่อการช่วยเหลือปฐมพยาบาลอย่างน้อย 1 คน

1.6 มาตรการความปลอดภัย

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำมาตรการป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง ตามขอบเขตและรายละเอียดที่กำหนดให้ใน “เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยระบบอิเล็คทรอนิกส์” การดำเนินงานดังกล่าวให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในค่าดำเนินงานของสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมบุคลากรที่มีคุณสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทของงาน โดยมีประสบการณ์พร้อมวัสดุ, อุปกรณ์, เครื่องมือในการป้องกันภัยต่างๆ เพื่อดำเนินการจัดการระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมติคณะรัฐมนตรีที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) แสงสว่างในการปฏิบัติงานกลางคืน

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้พอเพียง เพื่อการทำงานในเวลากลางคืนเพื่อประกันว่า

- สภาพแวดล้อมในที่ทำงานมีความปลอดภัยอย่างเพียงพอกับลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง

- งานที่ดำเนินการแล้วมีคุณภาพดีตรงตามข้อกำหนดของสัญญา
- เจ้าหน้าที่ควบคุมงาน สามารถทำการตรวจสอบความก้าวหน้าของงานได้ตลอดเวลา

ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่มีคำสั่งเป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติ และจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่างขั้นต่ำสุด ณ พื้นที่ผิวดินหรืองานดังต่อไปนี้

สถานที่/ปฏิบัติงาน	ความเข้มของแสงสว่าง
- งานถมดิน ขุดดิน	35 Lux
- งานก่อสร้างสะพาน	35 Lux
- งานถนน ทางลำลองที่จุดตัดกัน มีการจราจร	35 Lux
- โรงผสมคอนกรีต	110 Lux
- งานเทคอนกรีต	55 Lux
- โรงซ่อมและอาคารอื่น ๆ	110 Lux
- คลังวัตถุระเบิด, คลังพัสดุ, คลังน้ำมัน	55 Lux

เครื่องจักรเครื่องมือที่กำลังทำงานและเคลื่อนที่ในเวลากลางคืน ต้องมีโคมไฟส่องสว่างเพียงพอและให้ติดแถบสะท้อนแสง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างเพียงพอ

ในการทำงานกลางคืน ผู้รับจ้างต้องส่งแผนปฏิบัติงาน และแผนการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้า และขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 3 (สาม) วันก่อนเริ่มการทำงาน

การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือการได้ส่งแผนดังกล่าวแก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นผิดในการชดใช้ค่าเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.7 การบำรุงรักษาทางสัญจร

เมื่อผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานในสถานที่ ซึ่งติดกับหรือใกล้เขตทางหลวง หรือทางสาธารณะซึ่งมีการจราจรอยู่ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการสัญจรในทางสาธารณะนั้นปลอดภัยอยู่เสมอและเกิดสภาพคล่องตัวอยู่ตลอดเวลา ในการที่เกิดการกีดขวางทาง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มี อาทิเช่น ทางเบี่ยง สะพานชั่วคราว ทางเข้าหมู่บ้านหรือบ้านเพื่อให้การสัญจรเป็นไปโดยสะดวก และเป็นที่พึงพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างใกล้บริเวณดังกล่าว

1.8 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันและรักษาคุณภาพของวัสดุที่จัดหา เครื่องจักรกลที่นำมาเตรียมติดตั้งทุกรายการให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะท้วงติงผู้รับจ้างในการจัดเก็บรักษาดูแลวัสดุและงานที่ได้ทำไปแล้วให้ปฏิบัติถูกต้องเหมาะสมดังนี้ คือ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บรักษาวัสดุมิให้เสื่อมคุณภาพ และคงมีขนาดกระชับพร้อมใช้งานโดยเก็บไว้ใต้กำบังปกปิด เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและกำกับดูแลความพร้อมใช้งานของวัสดุ วัสดุขณะเก็บไว้หน้างานและขณะติดตั้งประกอบยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(2) การดำเนินการเทคอนกรีตและงานอื่น อาจจะไม่อนุญาตให้เริ่มดำเนินการ หากเกิดภาวะอากาศแปรปรวน นอกจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าสภาวะนั้นยอมให้ดำเนินการได้เป็นกรณีพิเศษ

หากการหยุดชะงักการทำงานมีสาเหตุจากภาวะอากาศหรือสาเหตุอื่น ผู้รับจ้างต้องป้องกันรักษาวัสดุก่อสร้างนั้นไม่ให้เสียหาย โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง และรักษาบริเวณหน้างานให้สะอาดเรียบร้อยตลอดระยะเวลาที่หยุดงาน

หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุหรืองานเกิดความเสียหาย โดยความบกพร่องของผู้รับจ้าง วัสดุหรืองานนั้นจะต้องรื้อย้ายและทำทดแทนขึ้นใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

(3) ผู้รับจ้างต้องเคารพต่อกฎหมาย ประเพณีนิยม กฎ และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานตลอดเวลา เพื่อป้องกันทรัพย์สินบริเวณข้างเคียง และบำรุงรักษาทางผ่านสาธารณะ ราวรั้ว ไฟฟ้าแสงสว่างและการป้องกันสาธารณูปโภคอื่นตลอดระยะเวลาดำเนินการ

(4) ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างและบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียง มิให้เสื่อมเสียหาย จากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง และป้องกันงานและทรัพย์สินในส่วนของผู้รับจ้างด้วย ถ้าเกิดความเสียหายใด ๆ ต้องจัดทำขึ้นใหม่หรือทำให้ดีดังเดิม โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.9 การทดสอบวัสดุ

1.9.1 การทดสอบที่โรงงาน

วัสดุที่นำมาก่อเป็นรูปงานทุกชนิดต้องผ่านการทดสอบที่โรงงานผลิต หรือทดสอบที่หน้างานเพื่อพิสูจน์ว่ามีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด ถ้าวัสดุที่ทดสอบ ณ โรงงาน ผลการทดสอบต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการขนส่งมาหน้างาน ค่าทดสอบทั้งปวงเป็นของผู้รับจ้าง

1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเผื่อเวลาไว้ล่วงหน้าในการทดสอบวัสดุ เพื่อป้องกันความล่าช้าของงาน ผู้รับจ้างจะไม่ยกเป็นข้ออ้างเรียกร้องเอาผลประโยชน์ใด ๆ จากผู้ว่าจ้าง หากงานต้องล่าช้าไป เนื่องจากการเสียเวลาไปในการทดสอบวัสดุนั้น ๆ

1.10 งานชั่วคราว

1.10.1 การเตรียมพื้นที่ (Site Preparation)

(1) ผู้ว่าจ้างจะมอบหมายพื้นที่ ที่จะทำงานก่อสร้างตามสัญญา (ต่อไปจะเรียกว่า "บริเวณงาน") ซึ่งได้แสดงไว้แล้วตามแบบประกอบสัญญา หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับภาระในการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยต่อไป

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเลือกบริเวณและยินยอมให้ใช้ที่ดินภายในบริเวณงานให้เป็นพื้นที่ชั่วคราวของผู้รับจ้าง เพื่อจัดสร้างโรงงาน คลังพัสดุ อาคาร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ

ซึ่งผู้รับจ้างได้เสนอไว้ ถ้าผู้รับจ้างจะต้องใช้ที่ดินเพิ่มเติมจากที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจัดเตรียมไว้ให้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเองด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง และโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจ่ายค่าทดแทนบรรดาบ้านเรือน กำแพง รั้ว ต้นไม้ พืชผลอื่น ๆ หรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วภายนอกบริเวณงาน ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องปรับพื้นที่ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดหรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) บรรดาสิ่งตกค้างจากการปรับพื้นที่ในบริเวณงานมอบหมายให้และใช้ประโยชน์ได้ ยังคงเป็นสมบัติของผู้ว่าจ้างในกรณีที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการให้เก็บรวบรวมไว้ ผู้รับจ้างจะต้องนำไปรวบ รวมไว้ที่บริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ห้ามใช้วิธีเผาทำลายต้นไม้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำลายใด ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ แม้ว่าจะได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วก็ตาม

(3) หลังจากเสร็จงานก่อสร้างตามสัญญาและก่อนที่ผู้ว่าจ้างจะออกหนังสือรับงานขั้นสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวจะต้องเก็บเศษสิ่งของและขยะมูลฝอยออกไปจนหมดสิ้น เศษสิ่งของและขยะจะต้องนำไปทิ้งในสถานที่ ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือให้มีจำนวนเพียงพอ สำหรับงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานที่ทำการก่อสร้างให้ได้งานที่มีคุณภาพ และเสร็จทันตามกำหนดเวลาตามสัญญา

(2) ไม่ว่าเวลาใดก็ตาม ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่า เครื่องจักรเครื่องมือเหล่านั้นขาดประสิทธิภาพ ไม่เหมาะสมหรือไม่พอเพียงที่จะทำงานให้มีคุณภาพ หรือไม่สามารถทำงานให้ก้าวหน้าในอัตราที่น่าพอใจ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งการให้ผู้รับจ้างเพิ่มประสิทธิภาพ เปลี่ยนชนิด หรือเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเครื่องมือ ซึ่งผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามโดยไม่บิดพลิ้ว ผู้รับจ้างไม่มีสิทธิเรียกร้องค่าจ้างเพิ่มหรือเรียกร้องอื่น ๆ จากการกระทำตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างดังกล่าว

(3) ภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องยื่นเสนอแผนการและวิธีการ ซึ่งแสดงรายละเอียดในการเตรียมและขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือไปทำงานก่อสร้างให้ผู้ว่าจ้างทราบ ทั้งนี้เพื่อที่จะเป็นเครื่องยืนยันได้ว่า ผู้รับจ้างจะทำการเตรียมและขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือได้ทันภายใน 60 (หกสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำบัญชีแสดงคุณภาพ จำนวน ราคา และรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องจักรเครื่องมือที่จะใช้ในงานภายใต้สัญญานี้ทุกรายการ จะต้องแจ้งลักษณะของทุกรายการให้ถูกต้องชัดเจนเพียงพอที่จะตัดสินได้ว่าขนาดชนิด ความคงทน การใช้งาน ถูกต้องตรงตามข้อกำหนดนี้ บัญชีดังกล่าวให้มอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นหลักฐาน

1.10.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างที่ทำการ ที่พักพนักงาน ที่พักคนงาน คลังพัสดุ ฯลฯ ในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนลงมือก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีและให้การดูแลรักษาอาคารชั่วคราว เช่น ที่ทำการโรงงานให้มีรั้วกั้นบริเวณกองวัสดุ และบริเวณขนถ่ายตามความจำเป็นเพื่อการดำเนินการตามสัญญา

(2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและทำการดูแลรักษาบ้านพักชั่วคราวและสิ่งสาธารณูปโภคพร้อมทั้งการให้บริการที่จำเป็น เช่น น้ำประปา การระบายน้ำ แสงสว่าง ถนนหนทาง ที่จอดรถ การกำจัดขยะมูลฝอย การป้องกันไฟไหม้ ตลาด และที่พักผ่อนหย่อนใจ สำหรับพนักงานและคนงานของผู้รับจ้างและผู้รับจ้างย่อย

(3) บรรดาอาคารต่างๆ จะต้องให้เจ้าหน้าที่สาธารณะสุขของทางราชการเข้าตรวจได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวในการทำความสะอาดสถานที่ การฆ่าเชื้อโรค และการดูแลรักษาโดยทั่วไปเกี่ยวกับการสาธารณะสุขและอนามัยขั้นมูลฐานของตัวอาคาร

1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง

ผู้รับจ้างต้องทำการก่อสร้าง และดูแลรักษาถนนชั่วคราว ทั้งภายในและภายนอกบริเวณงานให้สามารถเข้าได้ถึงบริเวณทิ้งขยะมูลฝอย โรงงาน บ้านพัก โรงเรือน และงานชั่วคราวอื่นๆ ถนนที่จะต้องสร้างขึ้นนี้ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแบบและได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การดูแลรักษาถนนชั่วคราว ประกอบด้วยการกำจัดฝุ่นละอองด้วยการราดน้ำถนนในฤดูแล้ง การกำจัดโคลนตมในฤดูฝน บำรุงรักษา ซ่อมแซมป้าย เครื่องหมายจราจร และการปรับผิวจราจรให้ยวดยานสัญจรได้สะดวก

1.11 สำนักงานสนาม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างที่ทำการสำนักงานสนามสำหรับผู้ว่าจ้าง และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพร้อมสิ่งอำนวยความสะดวก การดูแลรักษา ให้อยู่ในความสะอาด ตลอดระยะเวลาของการก่อสร้างในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบโดยผู้รับจ้างและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนลงมือก่อสร้าง และก่อสร้างแล้วเสร็จพร้อมเข้าทำงานภายใน 90 วัน หลังจากได้รับคำสั่งให้เริ่มงานก่อสร้าง โดยสำนักงานสำหรับผู้ว่าจ้าง ต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 200 ตร.ม. และของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 120 ตร.ม.

1.12 งานจัดหาน้ำ

เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาน้ำดื่มสำหรับพนักงาน/ลูกจ้าง หรือผู้รับจ้างช่วงรวมทั้งน้ำเพื่อใช้ในงานก่อสร้าง และเพื่ออุปโภคบริโภคอื่น ๆ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง โดยอาจเดินระบบท่อน้ำและจุดต่อต่าง ๆ เป็นการชั่วคราวได้ แต่ระบบท่อน้ำและจุดต่อชั่วคราวเหล่านั้นต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และก่อนที่จะส่งมอบงานครั้งสุดท้ายต้องจัดการรื้อถอนและกลบเกลี่ย

พื้นที่ให้เรียบร้อยเป็นที่น่าพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเว้นไว้แต่จะขอให้คงไว้ตามเดิม ผู้รับจ้างจะต้องยื่นขออนุมัติแบบแปลนระบบการจ่ายน้ำภายในบริเวณงานภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ

1.13 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง

ระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับงานก่อสร้างฯ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและดำเนินการด้วยค่าใช้จ่ายของตนเอง การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าชั่วคราวใดๆ จะต้องยื่นขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างไฟฟ้าฝีมือดีมาติดตั้ง ต่อเชื่อม และบำรุงรักษางานสายไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าชั่วคราว ให้เป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และในภายหลังก่อนส่งมอบงานตามสัญญาฯ จะต้องรื้อถอนให้เรียบร้อย เว้นแต่ต้องการให้คงไว้ ผู้รับจ้างจะต้องยื่นขออนุมัติระบบไฟฟ้าสำหรับงานก่อสร้างภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าสำรอง กรณีกระแสไฟฟ้าภายในบริเวณงานขัดข้อง

1.14 งานถ่ายทำและบันทึกภาพ

1.14.1 บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องถ่ายทำและบันทึกภาพของโครงการในรูปแบบของ DVD ตั้งแต่การเริ่มงานก่อสร้างจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ รวมถึงการลำดับขั้นตอนการทำงาน จุดประสงค์ของการจัดทำ เพื่อแนะนำโครงการให้แก่บุคคลทั่วไปเข้าใจ และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.14.2 ข้อกำหนด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 60 วัน หลังจากได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผังบุคลากรแต่ละขั้นตอนพร้อมประวัติ
- กำหนดเวลาและวิธีการทำงาน
- รายการอุปกรณ์หลัก
- ต้นร่างของแผ่น DVD

(2) แผ่น DVD ฉบับสมบูรณ์สุดท้ายจะต้องจัดเรียงตามนี้

- รายละเอียดด้านเทคนิค 1 แผ่น เป็นภาษาไทยความยาวทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง พร้อมสำเนา จำนวน 3 ชุด
- รายละเอียดทั่วไปของโครงการสาธารณะ 1 แผ่น เป็นภาษาไทยความยาวทั้งหมดประมาณ 30 นาที ภาพบันทึกจะต้องปรับปรุงให้ทันสมัยทุกๆ 6 เดือน ตลอดระยะเวลาทำการก่อสร้าง

1.15 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร

(1) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารด้วยวิทยาการสมัยใหม่สำหรับผู้ควบคุมงานในสนามที่มีคุณภาพและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอสำหรับการติดต่อสื่อสารในการก่อสร้าง และเชื่อมต่อกับสถานีหลักที่มีอยู่ของผู้ว่าจ้าง

(2) การติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานภายนอก

ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมแผนการดำเนินงานวัตถุประสงค์ และรายชื่อหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดทำเป็นหนังสือถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.16 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม

(1) กำหนดการทำงานของโครงการและรายงาน

(ก) ผู้รับจ้างต้องเสนอ กำหนดการทำงานของโครงการ ต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 15 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยเสนอเอกสารต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมสำเนา 3 ชุด กำหนดการทำงานจะแสดงขั้นตอนการทำงานตามเวลา ชนิดของงานถาวร หรืองานชั่วคราวที่ทำต้องสอดคล้องกับกำหนดเวลาตามหนังสือแจ้งเข้าทำงาน

(ข) ผู้รับจ้างต้องวางแผนการทำงานตาม Microsoft Project หรือ CPM Chart หรือการวางแผนทำงานชนิดอื่นๆ ที่คล้ายกันและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง แผนการทำงานที่กล่าวข้างต้น แผนการทำงานตามรายการย่อยๆ ให้เสนอเป็นเอกสารเพิ่มเติมประกอบ

(ค) ผู้รับจ้างต้องระบุและเผื่อเวลาการทำงาน เวลาที่เผื่อไว้ต้องสมเหตุสมผลตามหลักการกำหนดการทำงานต้องทำรายละเอียดเป็นรายสัปดาห์และรายเดือน เพื่อให้สามารถติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงาน ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

(ง) กำหนดการทำงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่จำกัด หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยไม่ยอมให้มีการเบิกจ่ายเงินเพิ่มเติม ผลจากการเปลี่ยนแปลงกำหนดการทำงานผู้รับจ้างต้องคำนึงไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกำหนดการทำงานนั้นเพียงพอให้เร่งทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

(จ) ทุกสิ้นเดือน ผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบ ผลงานที่แท้จริงกับรายละเอียดที่กำหนดในกำหนดการทำงานของโครงการ ผลการปรับแก้ต้องเสนอในรายงานประจำเดือน กรณีที่งานล่าช้า ผู้รับจ้างต้องทบทวนปรับเวลางานก่อสร้างพร้อมชี้แจงรายละเอียดที่ทำให้งานล่าช้า

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องปรับตารางโครงการให้เป็นปัจจุบันและส่งมอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่เกินวันที่ 5 ของเดือนถัดไป โดยอยู่บนพื้นฐานความก้าวหน้าของงานทุกวันที่ 25 ของเดือนก่อน การปรับตารางโครงการจะต้องส่งมอบให้พิจารณาก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการพิจารณาแก้ไขใหม่

(ช) ผู้รับจ้างต้องปรับแก้กำหนดงานของโครงการให้เป็นปัจจุบัน และเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายในทุกวันที่ 25 ของเดือน รายการใดที่งานช้ากว่ากำหนดเกิน 10 วันขึ้นไป ผู้รับจ้างต้องเสนอแผนการเร่งรัดงานพร้อมแนบในรายงานประจำเดือน จำนวน 10 ชุด โดยรายละเอียดอย่างน้อยต้องมีตามนี้

1) รายชื่อพนักงานที่จ้างและคนงานระหว่างการทำงาน

2) แผนงานกำหนดเวลาต้องแสดงไว้ที่หน่วยงาน เพื่อบ่งถึงจำนวนวันที่ทำงาน

3) กิจกรรมการทำงานที่มีความก้าวหน้าในเดือนที่ทำงาน ต้องเทียบกับความก้าวหน้าของกิจกรรมนั้นกับกำหนดการที่ประมาณการไว้ วันเริ่มงานที่แท้จริง วันเริ่มงานที่วางแผนไว้ หรือวันที่งานแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม

4) กิจกรรมใดที่เริ่มทำงานภายในอีก 2 เดือน ต้องพร้อมกำหนดวันเริ่มงานได้

5) กราฟแสดงความก้าวหน้าของงานแต่ละเดือน เฉพาะกิจกรรมที่สำคัญๆ แสดงความก้าวหน้าที่วางแผนที่เกิดขึ้นจริง

6) รายงานประจำเดือน แสดงสภาพอากาศ เช่น ฝน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพันธ์ เป็นต้น

7) บันทึกการโต้ตอบหนังสือ การสั่งการของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

8) อุบัติเหตุ และเหตุสุดวิสัย

9) เหตุการณ์ที่สำคัญ เช่น การต่อสู้ การหยุดงาน เป็นต้น

(ซ) รายงานประจำวัน และรายงานประจำเดือน เป็นงานที่ต้องทำตามแบบฟอร์มที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ รายงานประจำวันต้องเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายในเวลา 9.00 น. ทุกวัน หรือวันแรกของสัปดาห์ กรณีเป็นรายงานประจำสัปดาห์

(ฌ) ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานเพิ่มเติม ซึ่งเป็นรายงานบันทึกภาพการทำงานเป็นจำนวน 3 ชุด และแผ่น DVD บันทึกการทำงาน จำนวน 1 ชุด

(2) การประชุมโครงการ

(ก) การประชุมโครงการ ระหว่างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้แทนผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดขึ้นทุกสัปดาห์ ทุกเดือนที่แน่นอน ตามกำหนดการที่ยอมรับทั้ง 2 ฝ่าย การประชุมจะมีขึ้นได้ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ข) การประชุมโครงการ จะเป็นการทบทวนความก้าวหน้าของงานระหว่างก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าของงาน ทบทวนกิจกรรมต่างๆ ของการทำงาน

(ค) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง อาจใช้เวลาในการประชุมสั้นๆ โดยการร่วมกันพิจารณา พร้อมลงนามในบันทึกการประชุม โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกับตัวแทนผู้รับจ้าง สำเนาที่ผ่านการร่วมพิจารณาจะส่งถึงแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใน 4 วัน

(ง) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจเชิญประชุมเป็นกรณีพิเศษ นอกเหนือจากที่ดำเนินการประชุมโครงการ

1.17 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

1.17.1 งานตามความต้องการขั้นพื้นฐาน

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อการดำเนินงานก่อสร้าง คือ

- งานสำรวจวางแผนผัง
- งานสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ
- งานมาตรการความปลอดภัย

- งานบำรุงรักษาทางสัญจร
- งานเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน
- งานจัดหาผู้ช่วยงานฝ่ายผู้ว่าจ้าง
- งานทดสอบวัสดุ
- งานชั่วคราว ได้แก่ งานเตรียมพื้นที่ งานขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือ งานก่อสร้าง แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุโรงงานที่พัก งานถนน ทางลำลองและทางเบี่ยง
- งานจัดหาน้ำ
- งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง
- งานถ่ายทำและบันทึกภาพ
- งานประสานงานและติดต่อสื่อสาร

งานดังกล่าวข้างต้นนี้จะไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากให้ แต่ให้ผู้รับจ้างคิดรวมไว้ใน “ค่าดำเนินการ” ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้

1.17.2 สำนักงานสนาม

การวัดปริมาณการจ่ายเงิน สำนักงานสนาม จะจ่ายเงินให้ในอัตราต่อหน่วย ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้

หมวดที่ 2
งานถางป่า ขุดตอ และงานขุดเปิดหน้าดิน
(SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)

2.1 ทั่วไป

งานในหมวดนี้ ประกอบด้วย งานถางป่า ขุดตอ และงานขุดเปิดหน้าดิน เพื่อประโยชน์ในการก่อสร้างงานถาวร เช่น ถนน อาคาร เป็นต้น ซึ่งได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ ตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

2.2 งานถางป่า ขุดตอ (Site Clearing and Grubbing)

ผู้รับจ้างจะต้องตัดโค่นต้นไม้ พุ่มไม้ ขุดถอนตอไม้ รวมทั้งรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้าง ภายในขอบเขตพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งตัวอาคาร หรือโครงสร้างตามแบบแล้วนำไปทิ้งหรือทำลายตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

ผู้รับจ้างจะต้องโค่นหรือตัดถอนต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงตัวอาคารหรือโครงสร้าง และอยู่ในระยะที่อาจโค่นล้มลง ทำความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างได้ ตามคำสั่งหรือความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ห้ามผู้รับจ้างทำการตัดโค่นต้นไม้ที่ระบุหรือแสดงเครื่องหมายมิให้ตัดโค่น รวมทั้งต้นไม้ที่อยู่นอกเขตหรือบริเวณดังกล่าว

2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน (Stripping)

เมื่อผู้รับจ้างจะทำการถมดิน เพื่อใช้เป็นฐานรากของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดเปิดหน้าดินที่มีอินทรีย์วัตถุ และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมด เช่น รากไม้ รากหญ้า และวัชพืชต่างๆ ที่ทับถมกันอยู่ วัสดุเหล่านี้จะต้องขนย้ายออก และนำไปทิ้งตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้ พร้อมทั้งปรับเกลี่ยบริเวณที่ทิ้งดินให้เรียบร้อย ส่วนความหนาของงานขุดเปิดหน้าดินนี้ให้มีความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ กรณีไม่ได้กำหนดไว้ในแบบให้เปิดหน้าดินหนาไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้กำหนดในสนาม

2.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานถางป่า ขุดตอ ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงกันไว้ในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานถางป่า ขุดตอ สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อยืมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

(2) งานขุดเปิดหน้าดิน ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงกันไว้ในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานขุดเปิดหน้าดิน สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อยืมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

หมวดที่ 3
งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ
(COFFER DAM AND DEWATERING)

3.1 ทั่วไป

งานในหมวดนี้ผู้รับจ้างอาจจะต้องทำทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ เพื่อก่อสร้างอาคารถาวร เช่น อาคารฝายทดน้ำ เนื่องจากอาคารก่อสร้างขวางลำน้ำ ทำหน้าที่ยกระดับน้ำให้ไหลเข้าท่อชักน้ำ และมีอาคารระบายทรายและท่อระบายน้ำลงลำน้ำเดิมตลอดเวลา ซึ่งขณะก่อสร้างจะต้องกั้นน้ำเพื่อทำบ่อก่อสร้าง และสูบน้ำให้แห้งก่อนจึงจะทำการก่อสร้างได้ในช่วงฤดูแล้ง งานอาคารดังกล่าวข้างต้นเป็นงานอาคารที่ก่อสร้างในลำน้ำ ทำให้ในการก่อสร้างอาคารต้องมีแผนงานผันน้ำเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับผู้ใช้น้ำด้านท้าย แนวทางการผันน้ำสามารถกระทำได้โดยเริ่มก่อสร้างอาคารฝายในช่วงที่เป็นช่องระบายทรายและระบายน้ำลงลำน้ำเดิม จะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จโดยเร็วภายในแล้งเดียว เพื่อใช้เป็นอาคารผันน้ำและระบายน้ำในช่วงน้ำหลากในปีต่อไป แนวทางการผันน้ำข้างต้นเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้

3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)

ในการก่อสร้างอาคารระบายท้ายน้ำ อาจจะต้องก่อสร้างอยู่ในร่องน้ำเดิมที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้รับจ้างอาจจะต้องทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวปิดกั้น เพื่อผันน้ำให้ออกจากบ่อก่อสร้าง แล้วทำการสูบน้ำในบ่อก่อสร้างให้แห้ง จึงจะทำการก่อสร้างได้ ก่อนที่จะทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวและสูบน้ำออกจากบ่อก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้ การที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบแล้วนั้น ให้ถือว่าเป็นคำแนะนำเท่านั้น ถ้าเกิดความเสียหายขึ้น อันเนื่องจากทำนบชั่วคราวไม่สามารถป้องกันน้ำได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างไม่มีสิทธิ์ที่จะเรียกร้องค่าเสียหาประการใดได้ เมื่อทำการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการรื้นถอนทำนบดินชั่วคราวให้หมด และนำวัสดุขนย้ายไปทิ้ง ณ ตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้

3.3 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานก่อสร้างทำนบชั่วคราวให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบ งานก่อสร้างและซ่อมแซมทำนบชั่วคราวระหว่างใช้งานและงานรื้นถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% ของงานทำนบดินชั่วคราวเมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างทำนบชั่วคราวแล้วเสร็จและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และจะจ่ายให้ 10% ของงานดังกล่าวเป็นค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% ของงานจะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารระบายท้ายน้ำที่เกี่ยวข้อง

(2) การวัดงานสูบน้ำให้วัดปริมาณเป็นเหมาจ่าย ซึ่งค่าใช้จ่ายประกอบด้วยค่างานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบการสูบน้ำและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 60% ของงานสูบน้ำที่ตรวจวัดปริมาณที่สูบได้และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และจะจ่ายให้ 10% ของงานสูบน้ำที่ตรวจวัดปริมาณที่สูบได้ทั้งหมดเป็นค่ารื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการสูบน้ำ ส่วนที่เหลืออีก 30% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในงานก่อสร้างอาคารฝายและอาคารประกอบที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 4
งานขุดดินและขุด – ระเบิดหิน (EXCAVATION)

4.1 ทั่วไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานขุดดิน ขุดหินผุ และงานขุด-ระเบิดหิน สำหรับการก่อสร้างของอาคารต่าง ๆ เช่น งานบ่อก่อสร้าง งานวางท่อ งานตัดคันทาง ตัดไหล่เขา และร่องน้ำ เป็นต้น ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ

4.2 วิธีการขุด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะดีได้

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

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

(4) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากอาคารโครงสร้าง ถ้าในแบบก่อสร้างไม่ได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดเผื่อออกไปจากแนวอาคารที่กำหนดอย่างน้อยข้างละ 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น

(5) ในกรณีที่เป็นหินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่ได้กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนใดของหินโผล่ยื่นเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม

(6) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการขุดของผู้รับจ้างและความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

(7) พื้นด้านล่างและด้านลาดของการขุดส่วนที่ติดกับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้างานขุดจะต้องเตรียมการปรับแต่งให้เรียบและทำการรองพื้นด้วยคอนกรีตหยาบและ Shot Crete บริเวณลาดด้านข้างตามที่ระบุไว้ในแบบ ในบริเวณงานขุดที่เกิดความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซมปรับแต่งให้มีความมั่นคงเพื่อทำงานคอนกรีตได้ โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

4.3 การแบ่งประเภทงานขุด

การขุดโดยทั่วไปให้จัดแบ่งประเภทตามชนิดของวัสดุที่จะต้องขุดและลักษณะ หรือตำแหน่งของบริเวณที่ขุดดังต่อไปนี้

4.3.1 งานขุดดิน

หมายถึง งานขุดดินธรรมดาทั้งหมด นอกเหนือจากงานที่จัดประเภทเป็นงานขุด-ระเบิดหิน โดยจะต้องทำการขุดขนย้ายดินออกจากบริเวณฐานรากอาคาร รวมทั้งบริเวณร่องระบายน้ำ และส่วนประกอบอื่นๆ ของอาคารดังกล่าว ตามที่กำหนดไว้ในแบบของอาคารแต่ละแห่ง หรือตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

4.3.2 งานขุด-ระเบิดหิน และงานดินขุดยาก

การแบ่งลักษณะ “หิน” จะแบ่งตามลักษณะชั้นหิน โดยถือวิธีการขุดเป็นเกณฑ์ดังต่อไปนี้

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

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

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

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

ในกรณีหินชั้น หรือหินก้อน ซึ่งไม่สามารถทำให้สลายตัว หรือเคลื่อนย้ายด้วยวิธีการดังกล่าวได้ให้ทำการขุดโดยการใช้วัตถุระเบิดและจัดเป็นงานขุดระเบิดหิน

4.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน

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

4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในงานถมบดอัดแน่น

4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน

หมายถึง การขุด-ระเบิด ขนย้ายหินจากแหล่งหิน เพื่อใช้ในงานหินทิ้ง หินเรียง และอื่นๆ

4.4 การระเบิดหิน

การขุดระเบิดหิน เป็นงานขุดด้วยการระเบิด ซึ่งหมายถึง งานขุดหินชั้น หินพืดหรือหินก้อนที่ไม่สามารถทำให้แตกย่อยเป็นส่วนย่อยได้โดยใช้เครื่องจักร Tractor Mounted Hydraulic Ripper หรือเครื่องจักรกลที่มีกำลัง ระหว่าง 210 ถึง 240 แรงม้า ในกรณีที่กำหนดความแข็งของหินโดยใช้ความเร็วคลื่นจากการทดสอบ Seismic จะต้องมากกว่า 1,800 เมตร/วินาที หรือเมื่อใช้เครื่องจักรย่อยได้แล้ว หินที่ได้ออกมามีขนาดใหญ่กว่า 1 ลบ.ม.

4.4.1 การขออนุมัติดำเนินการขุดระเบิดหิน

ผู้รับจ้างต้องเสนอแผนและวิธีการขุดระเบิดหินพร้อมแบบแสดงระดับของหินและรายการคำนวณปริมาณงานต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อขออนุมัติก่อนที่จะเข้าปฏิบัติงาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความปลอดภัย ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติดังนี้

(1) การควบคุมการระเบิดหิน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ พร้อมแผนงานเพื่อให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดังนี้

- ตำแหน่งของงานที่จะขุดระเบิดหิน
- จำนวนหลุมและความลึกของหลุมที่จะใส่ดินระเบิด
- ชนิดและน้ำหนักของดินระเบิดต่อหลุม
- น้ำหนักของดินระเบิดทั้งหมดที่ใช้ในงานระเบิด
- ชนิดของเชื้อปะทุที่ใช้
- วิธีต่อสายชนวน
- น้ำหนักของดินระเบิดต่อการระเบิดหนึ่งจังหวะ (Delay)

(2) การจัดแผนป้องกันอุบัติเหตุ การระเบิดหินจะกระทำได้ต่อเมื่อผู้รับจ้างได้มีการเตรียมการป้องกันอันตราย และความเสียหายอันอาจจะเกิดขึ้นต่อบุคคล ทรัพย์สินหรืองานในบริเวณใกล้เคียงที่สร้างเสร็จแล้วหรือที่กำลังก่อสร้าง หรือบริเวณฐานรากเขื่อนที่ปรับปรุงแล้ว หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและชดใช้ค่าเสียหายหรืออันตรายดังกล่าว

- ก่อนทำการระเบิด ต้องมีสัญญาณเตือนให้ได้ยินทั่วไปและเมื่อปลอดภัยแล้วให้แจ้งสัญญาณปลอดภัยอีกครั้งหนึ่ง
- การบรรจุดินระเบิด ห้ามกระทำในระหว่างเวลาฟ้าคะนองหรือขณะที่มีพายุแม่เหล็ก
- หลังระเบิดสิ้นสุดลงเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจตราโดยละเอียดว่าดินระเบิดได้ระเบิดไปหมดทุกหลุมหรือไม่ ถ้าพบว่ายังระเบิดไม่หมดทุกหลุมให้ทำการระเบิดซ้ำหรือทำการเป่าออกจากหลุมด้วยลมหรือน้ำก่อนจึงให้สัญญาณปลอดภัยได้

4.4.2 การขออนุญาตมีวัตถุระเบิดและการเก็บวัตถุระเบิด

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัตถุระเบิด แก๊ป สายฉนวน และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการระเบิดหินตลอดทั้งแรงงาน โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง

(2) การขออนุญาตมีและใช้วัตถุระเบิด และอุปกรณ์ ตลอดจนการขออนุญาตขนย้ายวัตถุระเบิดและอุปกรณ์เพื่อใช้งานนี้ ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือขออนุญาตโดยผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ทำหนังสือรับรองให้ ส่วนการขออนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

(3) ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างโรงเก็บระเบิดตามแบบของกระทรวงมหาดไทย เพื่อเก็บวัตถุระเบิดและอุปกรณ์ ตำแหน่งที่ก่อสร้างโรงเก็บวัตถุระเบิด ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

(4) ผู้รับจ้างต้องนำวัตถุระเบิดดังกล่าว มาเก็บไว้ในโรงเก็บวัตถุระเบิด การนำวัตถุระเบิดไปใช้งานจะต้องอยู่ในความควบคุมดูแลของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และรายงานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบต่อไป

4.4.3 การทำงาน

(1) ผู้รับจ้าง ต้องทำการขุดระเบิดหินในบริเวณงานถาวร เช่น บริเวณฐานรากอาคาร ไหล่เขาและลาดหินตามแนวถนนที่จะก่อสร้าง ให้ได้ตามรูปร่าง ขนาด ระดับ ตามที่แสดงไว้ในแบบและขุดระเบิดหินในบริเวณแหล่งหิน (Quarry) หินที่ขุดระเบิดและนำมาใช้งานต้องมีคุณภาพ คุณสมบัติ และขนาดตามที่กำหนดในรายการรายละเอียดทางวิศวกรรมและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะนำไปใช้

(2) วิธีการระเบิดทุกประเภท ขนาดหลุม ความลึกของหลุมและเชื้อประทุที่ฝังในหลุมจะต้องเหมาะสมกับการทำงานเพื่อให้ได้ผลหลังจากการระเบิดเกิดเป็นรอยแตก เป็นตะเข็บหรือทำให้หินแตกออกตามขอบเขตและระดับตามที่ต้องการ ความลึกของหลุมฝังเชื้อวัตถุระเบิดและจำนวนหลุมสามารถออกแบบให้ปรับเปลี่ยนรูปแบบ ในกรณีที่หลังการระเบิดพบว่าผลที่เกิดขึ้น ทำให้หินเสียหายมาก ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้หยุดทำงานระเบิด หรือให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการระเบิดในรูปแบบอื่นที่เหมาะสม

(3) การขุดระเบิดหินลาดด้านข้าง ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังในการขุดระเบิดให้ได้รูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แบบไม่ได้กำหนดความชันของลาดให้ใช้ลาด 2:1 (ตั้ง:ราบ) หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ และหลังจากทำการระเบิดหินแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่ผิวหินให้เรียบร้อย ส่วนของหินที่ยื่นออกมาจากแนวที่กำหนดไว้ในแบบ ยอมให้มีส่วนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 ซม.

(4) ในกรณีที่ผู้รับจ้างขุดระเบิดหินผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดไว้ในแบบ อันเกิดความเสียหายของลาดชัน หรือเกิดการพังทลายเพราะความบกพร่องของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขซ่อมแซมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมของผู้ว่าจ้างโดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขซ่อมแซมเป็นของผู้รับจ้าง

(5) ในระหว่างดำเนินการถ้าพบว่าสภาพลาดของหินไม่ดี ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้พิจารณาเห็นว่าในระยะเวลาต่อไปอาจพังทลายลงมาได้ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งแก้ไขความเอียงลาดได้ โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่บิดพลิ้ว ส่วนปริมาณและราคางานที่เกินจากแบบ ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินค่างานในส่วนดังกล่าวให้แก่ผู้รับจ้างตามปริมาณงานที่ทำจริง และใช้อัตราราคาต่อหน่วยตามใบแจ้งปริมาณงานและราคา

(6) เมื่อทำการขุดระเบิดหินได้รูปร่าง ขนาด ระดับตามที่แสดงไว้ในแบบแล้วพบว่ามีรอยร้าว รอยแยก หรือเป็นโพรง ผู้รับจ้างจะต้องทำการอุดรอยเหล่านี้ด้วย Mortar หรือคอนกรีตล้วนให้เรียบร้อย

(7) ในกรณีที่ผู้รับจ้างขุดระเบิดเกินกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ (Over Break) อนุญาตให้ขุดระเบิดเกินได้ไม่เกิน 15 ซม. หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นสมควร ส่วนที่ขุดระเบิดเกินกว่าที่กำหนดไว้ในแบบนี้จะไม่จ่ายเงินให้ ถ้าเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้อยู่ในเกณฑ์ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างยินยอม

(8) วัสดุที่ได้จากการขุดระเบิดนี้ จะต้องขนย้ายไปกองรวมในบริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด แล้วทำการดัน เกลี่ย ตกแต่งให้เรียบร้อยตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

4.4.4 การระเบิดย่อยก่อนทำงานระเบิด

(1) บริเวณที่จะทำงานระเบิดเพื่อให้ได้รูป ผิว แนว และระดับดังที่แสดงในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองระเบิดย่อยเพื่อดูแนวการแตกของหิน ก่อนทำการขุดด้วยการระเบิด เพื่อป้องกันความเสียหายของหินด้านล่างที่ต่ำกว่าระดับที่ทำการระเบิด

(2) ก่อนเริ่มงานอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดวิธีการและขั้นตอนการทำงานขุดด้วยการระเบิด ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ รวมถึงขั้นตอนการทดลองระเบิดย่อย ระยะห่างและขนาดหลุมฝังวัตถุระเบิดเพื่อทำงาน การทดลองระเบิดย่อยจะเปลี่ยนแปลงวิธีการตามความแข็งของหิน ชนิด และปริมาณการระเบิด ลำดับขั้นตอน และรูปแบบการหน่วง

4.4.5 การวัดความสั่นสะเทือน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องวัดความสั่นสะเทือนเพื่อติดตั้งในบริเวณที่จะทำการระเบิดและอยู่ใกล้กับสถานที่ทำงานคอนกรีต โดยเสนอชนิด ขนาด และบริเวณติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ เพื่อป้องกันมิให้งานคอนกรีตเกิดความเสียหาย ค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งเครื่องวัดความสั่นสะเทือนผู้ว่าจ้างจะไม่แยกจ่ายให้ต่างหาก แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในงานขุดระเบิดหินบริเวณฐานรากอาคาร หรืองานขุดระเบิดของงานก่อสร้างถนน

(2) คุณสมบัติของเครื่องวัด สามารถตรวจวัดความสั่นสะเทือนจากการระเบิด สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดในรูปของความถี่แสดงผลเป็นแบบตัวเลขดิจิตอล, ตัวอักษรและกราฟ สามารถระบุเวลาที่ทำการตรวจวัด สามารถต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์ผลได้ ใช้พลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 1 วัน มี Output แบบ AC และ DC

(3) อุปกรณ์เครื่องวัด ประกอบด้วย

(ก) เครื่องวัด

(ข) หัววัดความสั่นสะเทือน

(ค) แบตเตอรี่

(ง) กล่องเก็บเครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ

(จ) คู่มือการใช้งาน

4.5 การขุดรื้อย้ายอาคารเดิม

ผู้รับจ้างต้องทำการรื้อย้ายอาคารเดิมตามที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยการรื้อย้ายอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตดาด บานหรือประตูระบายน้ำ และวัสดุป้องกันการกัดเซาะ วัสดุที่ได้จากการขุด รื้อ ที่ผู้ว่าจ้างต้องการให้เก็บรักษาไว้ ผู้รับจ้างต้องนำไปเก็บไว้ยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ส่วนวัสดุที่ได้จากการขุด รื้อ และทำลาย ต้องนำไปทิ้งยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเช่นกัน และให้ผู้รับจ้างปรับคืนสภาพเดิม หรือถมดินกลับเพื่อเตรียมงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องในลำดับต่อไป

4.6 ความคลาดเคลื่อนในการขุด

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการขุด ได้ดังต่อไปนี้

(1)	งานขุดดิน		
	- แนวราบ	± 3	เซนติเมตร
	- แนวลาด	± 5	เซนติเมตร
(2)	งานขุดหิน		
	- แนวราบ	± 5	เซนติเมตร
	- แนวลาด	± 10	เซนติเมตร

4.7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

สำหรับงานขุดดินจากบ่อยืมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบดอัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

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

(3) งานขุด – ระเบิดหิน ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว ในกรณีที่ทำงานในบางพื้นที่โดยไม่ได้ทำการถางป่า ขุดตอ แต่ได้ทำงานขุด - ระเบิดหินอย่างเดียว ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาการจ่ายเงินในรายการถางป่าขุดตอให้

สำหรับงานขุดหินจากแหล่งหินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานหินทิ้ง หินเรียง หินเรียงยาแนวและหินก่อที่เกี่ยวข้อง รวมถึงงานปู Gabion

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

(5) งานดินขุดด้วยแรงคนให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุดดิน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(6) งานขุดรื้อย้ายอาคารเดิมให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุดรื้อถอน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

หมวดที่ 5
งานถมบดอัด (FILL AND BACKILL)

5.1 ทั่วไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณอาคาร ฐานราก ถนน บริเวณรอบท่อ เป็นต้น ให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

5.2 คำจำกัดความ

(1) งานถมกลับบดอัดแน่น (BACK FILL) หมายถึง ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้าง และเมื่อทำการก่อสร้างอาคารเสร็จแล้วทำการถมบดอัดดินรอบๆ อาคาร โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างอาคารนั้น หรือ จากงานบ่อก่อสร้างอาคารอื่นที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) งานปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ (FOUNDATION SURFACES) หมายถึง การปรับปรุงผิวดินที่จะถมชั้นต่อไป หรือปรับปรุงผิวดินที่รองรับอาคารให้สามารถรับน้ำหนักได้

(3) งานดินถม (EMBANKMENT) หมายถึง ดินที่ใช้ถมเป็นถนน คันดิน โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อยืมดินที่กำหนดไว้ในแบบ

(4) งานดินถมปรับระดับ หมายถึง ดินที่ใช้ถมปรับระดับบริเวณอาคารเป็นพื้นผิวราบ โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อยืมดินที่กำหนดไว้ในแบบ หรือใช้หน้าดินจากงานขุดเปิดหน้าดินมาถมปรับระดับบริเวณพื้นที่งานจัดภูมิทัศน์

5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม (SOURCES OF FILL MATERIAL)

ดินที่จะนำมาใช้ถมถนน คันดิน ถมรอบบริเวณอาคารและดินของงานถมกลับ จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้าง จากบ่อยืมดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

ก่อนที่จะทำการถมดินถนน คันดิน ทำการเรียงหิน หรือเทคอนกรีต จะต้องขนย้ายเอาผิวดินและอินทรีย์วัตถุออกให้หมดแล้วตกแต่งผิวดินที่จะถมดิน เรียงหิน หรือเทคอนกรีตให้สะอาดเรียบร้อย ได้ความชื้น และความแน่น ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร ทำการขุดหรือถมดินบดอัดแน่นให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ในกรณีที่จะต้องถมบดอัดแน่นบริเวณที่แคบ หรือบริเวณรอบๆ อาคาร ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือเล็ก เช่น PLATE VIBRATOR, TAMPING ฯลฯ ในการบดอัดแน่น

5.5 การบดอัดดิน (COMPACTION)

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นชั้นต่อไป จะต้องปฏิบัติดังนี้

(1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำการให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ แล้วทำการบดอัด

(2) ความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้

(ก) เมื่อใช้ลูกกลิ้งตีนแกะ ดินแต่ละชั้นต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของตีนแกะหรือหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร แล้วแต่อย่างไหนจะน้อยกว่ากัน

(ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร

(ค) การใช้เครื่องจักรอื่นๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดิน แต่ละชั้น เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(3) การบดในชั้นหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด

(4) การบดอัดแน่นโดยรอบอาคาร การถม และบดอัดจะต้องทำให้รอบตัวอาคารให้ได้ความสูงเท่ากันทุกครั้ง และจะต้องให้ความระมัดระวังทุกประการ เพื่อป้องกันการเสียหาย หรือเกิดการเคลื่อนย้ายของตัวอาคาร

5.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)

ความชื้นที่มีอยู่ในดินก่อนหรือระหว่างบดอัดดินแต่ละชั้น จะต้องมีความชื้นไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จากจุด OPTIMUM MOISTURE CONTENT ถ้ามากหรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดนี้จะไม่ยอมให้บดอัด นอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน หรือจนกว่าจะทำให้ดินนั้นเปียกหรือปล่อยให้แห้งให้ได้ตามความต้องการเสียก่อน

5.7 ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)

ความแน่นของดินถมบดอัดแน่นแต่ละชั้น เมื่อทำการทดสอบความแน่นด้วยวิธี STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST ASTM-D-698 METHOD A แล้วจะต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่า 95 % ของความหนาแน่นสูงสุดตามวิธีการทดสอบ AASHTO T99 หรือที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ยกเว้นงานทำนบดินชั่วคราวจะต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่า 85 % ของความหนาแน่นสูงสุดตามวิธีการทดสอบ AASHTO T99

5.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน (TEST)

วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะตรวจสอบความแน่นของดินที่อัดแล้วในสนาม ตามหลักวิชาการที่เห็นสมควร จำนวนความถี่ (FREQUENCY OF DENSITY TESTING) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลยพินิจ ของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มาตรวจสอบ

5.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการถมดินได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

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

5.10 การถมทรายบดอัดแน่น

การถมทรายบดอัดแน่นรอบๆ อาคาร งานรองพื้น หรืองานอื่นใดที่กำหนดในแบบก่อสร้างจะต้องเป็นวัสดุที่สะอาดปราศจากวัสดุที่ย่อยสลายได้เจือปน วัสดุที่เจือปนจะมีขนาดไม่โตเกินไป และจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและประเภทของงาน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้บดอัดทราย ความหนาของชั้นทรายที่บดอัดและความชื้นจะต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการ และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งาน การถมบดอัดทรายเป็นชั้นๆ ให้สูงเสมอกันขึ้นไป จนถึงระดับที่กำหนดไว้

5.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานถมวัสดุบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดด้วยเครื่องจักร รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(2) การวัดงานถมวัสดุกลับบดอัดแน่นข้างอาคาร ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดแน่นด้วยเครื่องมือเบา รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(3) การวัดงานถมวัสดุกลับบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยเครื่องจักร รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(4) การวัดงานถมวัสดุกลับบดอัดแน่นด้วยแรงคน ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยแรงคน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

หมวดที่ 6
งานถนน (ROAD WORKS)

6.1 ทั่วไป

งานถนนตามสัญญานี้เป็นงานปรับปรุงถนนเดิมจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำคลองทุ่งเพล 2 ขึ้นไปยังอาคารลดแรงดัน (Surge tank) เดิม

6.1.1 การทำสำรวจ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจแผนที่ภูมิประเทศขนาดมาตราส่วนไม่น้อยกว่า 1:4,000 เพื่อตรวจสอบแนวถนน กับแนวเส้นทางที่แสดงไว้ในแบบ และเก็บรายละเอียดเพื่อประกอบการคำนวณปริมาณงานอื่นๆ เช่น รูปตัด ทางระบายน้ำข้างถนน และอาคารอื่นๆ ที่เห็นว่าจำเป็น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการข้อมูลสำรวจ แผนที่สำรวจภูมิประเทศ และรายการคำนวณออกแบบส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการก่อสร้าง

6.1.2 แบบก่อสร้าง

ภายใน 60 วัน นับแต่วันที่สั่งให้เริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบก่อสร้างเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาและอนุมัติ หลังจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้อนุมัติแบบแล้ว ให้เริ่มทำการก่อสร้างได้ทันที แบบที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับการลงนามอนุมัติในแบบแล้วจะถือเป็นแบบก่อสร้าง และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสัญญานี้

6.1.3 แบบมาตรฐาน (Typical Section)

แบบมาตรฐาน (Typical Section) ของถนน คันทาง และระบบระบายน้ำ ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างตามสัญญาแล้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบรายละเอียดในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามเกณฑ์ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(1) เส้นทางแสดงพิกัดจุดเริ่มต้น จุดสุดท้ายของรายละเอียดโค้งตั้งโค้งนอน (Curve Data) การยกโค้ง (Super Elevation) และ Profile ถนน

(2) ตำแหน่งและประเภทอาคารประกอบถนน เช่น รางระบายน้ำ และท่อลอดถนน

(3) การรักษาลาดของถนน เช่น การปลูกหญ้า เป็นต้น

6.2 งานถางพื้นที่และขุดตอ

ในกรณีที่เป็นถนนใหม่ ไม่ทับถนนเดิมที่มีอยู่เดิม พื้นที่ที่ก่อสร้างคันทางขึ้นมาต้องถางวัชพืช เช่น หญ้า ออกให้หมด เมื่อได้ทำการถางวัชพืชออกทั้งหมดตลอดความกว้างของคันทางแล้ว จึงทำการบดอัดดินเดิมในส่วนที่ลึกจากระดับที่ได้ถางวัชพืชออกไปอย่างน้อย 15 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบให้ได้ความแน่นอย่างน้อย 95% ของความแน่นสูงสุด ซึ่งได้จากการทดลองโดยวิธีการทดสอบ AASHTO T99 และ

จะต้องปรับความชื้นของดินให้ใกล้เคียงกับความชื้นของดินที่ให้ความแน่นสูงสุด (OPTIMUM MOISTURE CONTENT)

ในกรณีที่ถนนที่จะก่อสร้างใหม่ทับถนนเดิมที่มีอยู่ก่อน ถ้าคันทางของถนนที่มีอยู่ก่อนแคบไม่พอเพียงกับความกว้างของคันทางของถนนที่จะก่อสร้างใหม่ จะต้องทำการ BENCHING ถนนเดิมตามที่แสดงในรูปตัดถนนในรูปแบบก่อสร้าง และถ้าระดับก่อสร้าง (CONSTRUCTION PROFILE GRADE) ของถนนที่ก่อสร้างใหม่ สูงกว่าหลังถนนเดิมน้อยกว่า 1 เมตร จะต้องคราดผิวถนนเดิมขึ้นมา และบดอัดใหม่ลึกอย่างน้อย 15 เซนติเมตร ให้ได้ความแน่นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ข้างต้น รวมทั้งต้องปรับความชื้นของวัสดุนั้นด้วย

ในบริเวณใดของตัวคันทางที่ระดับจาก CONSTRUCTION PROFILE GRADE ถึงดินเดิมน้อยกว่า 1 เมตร และบริเวณนั้นมีตอไม้จะต้องขุดตอไม้นั้นออก

วัชพืชและตอไม้ที่ขุดออกจากงานถางพื้นที่ให้เก็บออกให้หมดและนำไปทิ้งภายนอกโครงการก่อสร้าง ในแหล่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

6.3 งานดินตัด (EXCAVATION) และงานขุดระเบิดหิน (ถ้ามี)

บริเวณที่ต้องขุดดินเดิมออกเนื่องจาก CONSTRUCTION PROFILE GRADE อยู่ต่ำกว่าดินเดิม หรือถนนเดิมออกจนถึงระดับที่ต้องการ ถ้าดินที่ระดับที่ต้องการเป็นดินที่เหมาะสมที่จะเป็นชั้น SUBGRADE ของคันทาง ให้ทำการพรวนและบดอัดดินจากระดับ FINISH SUBGRADE ลงไปไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ให้ได้ความแน่นอย่างน้อย 95% ของความแน่นสูงสุดจากวิธีการทดสอบ AASHTO T99 รวมทั้งความชื้นของดินก็ต้องปรับให้ใกล้เคียงกับความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (OPTIMUM MOISTURE CONTENT) ของดินนั้นด้วย

ในกรณีที่ขุดจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ปรากฏว่าดินที่ระดับเป็นดินที่ไม่เหมาะสม (UNSUITABLE SOIL) เช่น เป็นดินที่มีอินทรีย์สารมาก ดินโคลน ให้ขุดดินที่ไม่เหมาะสมนั้นออกให้หมดและให้ถมกลับโดยใช้วัสดุที่ได้พิจารณาแล้วว่า เหมาะสมที่จะใช้เป็นดินถมคันทาง การถมกลับนี้ จะต้องปูและบดอัดเป็นชั้นๆ ขึ้นมาชั้นหนึ่งๆ เมื่อบดอัดแล้วต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร

6.4 งานดินถม (EMBANKMENT)

วัสดุที่นำมาทำคันทางอาจนำมาจากวัสดุที่มาจากงานดินตัด หรือจากบ่อยืมดิน ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้ถมเป็นคันทาง ดินที่ขุดจากบ่อยืมดินอาจทำการปรับความชื้นให้ได้ใกล้เคียงกับความชื้นที่ต้องการในบ่อ ก่อนนำมาลงบนถนน หรืออาจจะมาปรับความชื้นขณะปูบนถนนก็ได้

การถมดินคันทางให้กระทำโดยการปูให้ได้ความหนาสม่ำเสมอ ตามความกว้างของคันทางและบดอัดขึ้นเป็นชั้นๆ โดยความหนาหลังจากบดอัดแล้ว ต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร ในขณะที่ปูให้ทำการเก็บรากไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า ที่ติดมากับวัสดุนั้นออกให้หมด ความกว้างของแต่ละชั้นที่ปูจะต้องเพียงพอสำหรับชั้นนั้นๆ

แต่ละชั้นที่บดอัดแล้วให้ทำการเลี้ยงน้ำผิวหน้าให้ชุ่มอยู่เสมอ เพื่อมิให้เกิดรอยแตกจากการหดตัว (SHRINKAGE CRACK) สำหรับดินที่มีความเหนียว (COHESIVE SOIL) หรือแห้งปนสำหรับดินทราย เมื่อใดก็ตามที่ดินในแต่ละชั้นได้บดอัดแล้วแตกเป็นหัวระแหง ให้ทำการคราดขึ้นมา ปรับความชื้นและบดอัดใหม่ก่อนลงแต่ละชั้นบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้ราดน้ำบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้ชุ่ม เพื่อให้แต่ละชั้นเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับดินที่มี PI สูงพอสมควร สำหรับดินที่มี PI ปานกลางถึงต่ำ อาจต้องการคราดผิวหน้าของชั้นที่ทำเสร็จ และรดน้ำให้ชุ่มก่อนลงชั้นต่อไป

ในขณะปูดินแต่ละชั้นจะต้องตีดินให้แตกร่วน และปรับความชื้นของดินในขณะเดียวกันให้ได้ความชื้นสม่ำเสมอ ตลอดทั้งชั้นที่กำลังปูนั้น และจะต้องเลี้ยงไว้ไม่ให้แห้งหรือเปียกเกินไป

ในชั้นใดก็ตามที่ได้ทำแล้วเสร็จ ถ้าปรากฏว่าเมื่อรถหนักวิ่งแล้วยุบยวบยาบ จนสังเกตได้จากตาเปล่า ให้ทำการรื้อบริเวณนั้นขึ้นมาทำใหม่จนกว่าลักษณะดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น และจะต้องปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้ในทุกชั้น

ชั้นบนสุด 15 เซนติเมตร ของงานดินถม วัสดุที่ใช้จะต้องมี CBR ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และการทดสอบหาค่า CBR ให้ใช้วิธีการทดสอบ AASHTO T193

ทุกชั้นที่บดอัดแล้วต้องได้ความหนาไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นสูงสุดจากการทดสอบ AASHTO T99

ในกรณีที่ขยายคันทางเดิมออกจะต้องทำการ BENCHING เพื่อให้งานดินถมใหม่เกาะยึดกับคันทางเดิม และเพื่อไม่ให้เกิดการเลื่อนตัวระหว่างชั้นคันทางใหม่กับคันทางเก่า หรือในกรณีที่เป็น HALF FILL AND HALE CUT SECTION หรือบริเวณที่เปลี่ยนจากดินถมเป็นดินตัดก็ให้ทำเช่นเดียวกัน

งานดินถม เมื่อถมถึงระดับที่ต้องการแล้วจะต้องตัด (FINAL TRIM) ให้ได้รูปร่างตามในแบบ โดยระดับของชั้น FINISH SUBGRADE เมื่อตรวจสอบแล้วจะผิดจากระดับตามรูปแบบได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร

ลาดคันทางจะต้องบดอัดให้แน่นและจะต้องแต่งให้ได้รูปตามรูปแบบ รวมทั้งร่องระบายน้ำด้านข้าง (SIDE DITCH) ด้วย

6.5 งานชั้นรองพื้นทาง และชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง

งานชั้นรองพื้นทาง หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองพื้นทางโดยถมและบดอัดวัสดุรองพื้นทางให้ได้รูปร่าง และระดับ ตามแบบก่อสร้าง

งานชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง หมายถึง การก่อสร้างชั้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุคัดเลือกหรือลูกรังหรือ Soil Aggregate เสริมบนคันทางเพื่อเป็นชั้นทางตามโครงสร้างถนนที่ระบุในแบบตามสัญญา

6.5.1 วัสดุ

(1) วัสดุรองพื้นทาง

วัสดุรองพื้นทาง หมายถึง วัสดุลูกรังหรือมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นคันทางหรือใช้เป็นชั้นพื้นทางของถนนชนิดที่มีผิวจราจรเป็นลูกรัง

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องตัดจากแหล่งวัสดุ ซึ่งมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง ดังนี้

(ก) เป็นวัสดุประกอบด้วยเม็ดแข็ง ทนทานและมีวัสดุเชื้อประสานที่ดีผสมอยู่

(ข) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ

(ค) ขนาดวัสดุใหญ่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

(ง) ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่า 35

(จ) ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ระหว่าง 3 ถึง 11

(ฉ) ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่า 60

(ช) มีมวลคละผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

<u>หมายเหตุ</u> หากสัดส่วนคละของวัสดุไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้ การเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

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

(2) วัสดุคัดเลือกหรือลูกรัง

วัสดุคัดเลือกหรือลูกรังชนิดทำชั้นทางหรือโครงสร้างถนน หมายถึง ดินลูกรัง หรือ Soil Aggregate ซึ่งนำมาเสริมบนคันทาง

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องตัดจากแหล่งวัสดุ ซึ่งมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานวัสดุผิวทางลูกรัง ดังนี้

(ก) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

(ข) ขนาดวัสดุใหญ่สุดต้องไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

(ค) ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่า 2/3 ของขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 40

(ง) ค่าขีดเหลวไม่มากกว่า 35

(จ) ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) อยู่ในระหว่าง 4-11

(ฉ) ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่า 60

(ช) ค่า ซี.บี.อาร์ จากห้องทดลอง (Lab. C.B.R.) ไม่น้อยกว่า 25 หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

(ซ) มีมวลคละผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน	น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ			
	ชนิด ก	ชนิด ข	ชนิด ค	ชนิด ง
2”	-	-	-	-
1”	100	100	100	100
3 / 8”	50 – 85	60 – 100	-	-
เบอร์ 4	25 – 65	50 – 85	55 – 100	70 – 100
เบอร์ 10	25 – 50	40 – 70	40 – 100	55 – 100
เบอร์ 40	15 – 30	25 – 45	25 – 50	30 – 70
เบอร์ 200	8 – 45	8 – 25	8 – 20	8 – 25

6.5.2 วิธีการก่อสร้าง

(1) ชั้นคันทาง (Finish Grade) ที่จะทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางและชั้นทางต่อไปจะต้องได้ตามรูปแบบ

(2) วัสดุที่หลุดร่อนไม่คงทนหรือที่มีคุณภาพเลวบนคันทางที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว ต้องกวาดออกให้หมด

(3) หลุมบ่อต่างๆ บนคันทางที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบและบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก

(4) เมื่อได้ตบแต่งคันทางเรียบร้อยแล้ว ให้นำวัสดุรองพื้นทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยแผ่บดอัดเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และให้มีความหนาแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density

(5) บริเวณใดหรือช่วงใดวัสดุรองพื้นทางที่เกลี่ยแผ่บดอัดมีมวลหยาบ และมวลละเอียดแยกตัวจากกัน (Segregation) ให้แก้ไขโดยขุดคราด (Scarify) ออก แล้วทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน หรือรื้อออกแล้วใส่วัสดุรองพื้นทางที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอแทน

(6) ในกรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิด มาผสมเป็นวัสดุรองพื้นทางบนที่ก่อสร้างวัสดุแต่ละชนิดนั้นจะต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอ และต้องได้รับการตรวจสอบถูกต้องตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทางเสียก่อน จึงจะทำการเกลี่ยแผ่บดอัดได้

(7) เมื่อทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีผิวหน้าเรียบแน่นสม่ำเสมอมีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

(8) การก่อสร้างชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรัง เมื่อทำการก่อสร้างชั้นคันทางหรือชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้วหากผิวดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางแห้งให้ราดน้ำจนมีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นที่ให้ความหนาแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) เพื่อป้องกัน ไม่ให้ดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางดูดน้ำจากชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรังที่จะทำการบดอัดในชั้นต่อไป หลังจากนั้นให้นำวัสดุคัดเลือก

ที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยบนผิวทางทีละชั้น ความหนาหลังบดอัดต้องไม่มากกว่า 15 ซม. หรือตามที่กำหนดในแบบ ขึ้นรูปให้ได้ความลาดผิวทางตามแบบ ราดน้ำ และบดอัดให้ได้ความแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density

(9) วัสดุที่เหลือจากการก่อสร้างชั้นทางให้เก็บออกให้หมด ห้ามเกลี่ยละลาดคันทาง (Side Slope) โดยเด็ดขาด

6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

ระดับหลังชั้นทางทุกชั้นที่บดอัดแน่นแล้วทุกจุด เมื่อวัดด้วยบรรทัดข้างตรง (Straight Edge) ยาว 3.00 ม. ในทิศทางขนานกับแนวศูนย์กลางทาง ยอมให้สูงหรือต่ำกว่าระดับตามแบบก่อสร้างได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร หากช่วงใดตอนใดที่มีระดับผิดไปจากนี้ ให้ตัดส่วนที่เกินออกหรือขุดคราด (Scarify) ออกหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดใหม่ให้แน่นและได้ระดับสม่ำเสมอตามแบบ

6.6 งานชั้นพื้นทาง (Aggregate Base)

งานชั้นพื้นทาง หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุพื้นทางให้ได้รูปร่าง และระดับตามแบบก่อสร้าง

6.6.1 วัสดุ

วัสดุพื้นทาง หมายถึง วัสดุหินคลุก (หินโม่) หรือกรวดคลุก (กรวดโม่) ซึ่งมีขนาดคละกันสม่ำเสมอจากใหญ่ไปหาเล็กนำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้น Soil Aggregate

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานวัสดุพื้นทาง ดังนี้

(ก) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

(ข) มีอัตราส่วนมวลคละสม่ำเสมอประกอบด้วยส่วนหยาบและส่วนละเอียด

(ค) ส่วนหยาบต้องเป็นหินโม่หรือกรวดโม่

(ง) ส่วนละเอียดเป็นวัสดุชนิดเดียวกับส่วนหยาบในบางกรณีอาจใช้ทรายสะอาดแทนได้

(จ) ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่า 25

(ฉ) ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่า 6

(ช) ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่า 40

(ซ) มีมวลคละผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดของตะแกรง	น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ			
มาตรฐาน	ชนิด ก	ชนิด ข	ชนิด ค	ชนิด ง
2”	100	100	-	-
1”	-	75 - 95	100	100
3 / 8”	30 – 65	40 – 75	50 - 85	60 - 100
เบอร์ 4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
เบอร์ 10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70

เบอร์ 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
เบอร์ 200	2 - 8	5 – 20	5 - 15	10 – 25

6.6.2 วิธีการก่อสร้าง

(1) ต้องตรวจสอบระดับและความเรียบร้อยต่างๆ ของชั้นรองพื้นทางให้ถูกต้องก่อน

(2) ถ้าแบบกำหนดความหนาชั้นพื้นทางมากกว่า 15 เซนติเมตร ให้แบ่งทำเป็น 2 ชั้น หนาชั้นละเท่าๆ กัน โดยประมาณ

(3) นำวัสดุพื้นทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดลงบนชั้นรองพื้นทางแล้วพ่นน้ำ (Spray) ผสมคลุกเคล้าโดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอและใกล้เคียงกับ Optimum Moisture Content จึงเกลี่ยแผ่แล้วบดอัดทันทีด้วยรถบดล้อยาง หรือเครื่องจักรกลบดอัดที่เหมาะสมให้มีความแน่นสม่ำเสมอไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density

(4) ในระหว่างการบดอัดให้มีการเกลี่ยแต่งเพื่อช่วยให้ผิวหน้าเรียบปราศจากหลุมบ่อ และวัสดุหลวมๆ และเพื่อให้ผิวหน้าราบเรียบสม่ำเสมอ ให้บดอัดตบแต่งชั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็ก

(5) บริเวณใดหรือช่วงใดพบว่าวัสดุพื้นทางเกิดการแยกตัว (Segregation) จากการเกลี่ยแผ่บดอัดจะต้องขุดคุ้ย (Scarify) ออกและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันใหม่ หากมีความชื้นลดลงให้พ่นน้ำเพิ่มเติม หากวัสดุพื้นทางที่ขุดคุ้ยทำการผสมคลุกเคล้าใหม่นั้นตรวจพบว่าคุณสมบัติไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดจะต้องขนวัสดุนั้นออกและนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ถูกต้องมาใส่แทน

(6) ในระหว่างก่อสร้างหากมีน้ำขังหรือเกิดมีฝนตกหรือมีน้ำในพื้นทางมากกว่าปริมาณที่กำหนดเพื่อการบดอัด จนเป็นเหตุให้ชั้นรองพื้นทางเสียหายต้องรื้อพื้นทางออกและทำการตบแต่งบดอัดชั้นรองพื้นทางใหม่ให้ถูกต้อง

(7) เมื่อทำการก่อสร้างพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีหน้าเรียบสม่ำเสมอมีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้างและจะต้องเลี้ยงน้ำให้ชื้นพอสมควรอยู่ตลอดเวลา ไม่ให้เกิดฝุ่นหรือกล่อนจนผิดหน้าร่วน โดยจะต้องทำการเลี้ยงน้ำจนกว่าจะได้ทำการ Prime Coat

6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

เมื่อวัดสอบด้วยไม้บรรทัดข้างตรง (Straight Edge) ยาว 3.00 เมตร กับผิวหน้าของพื้นทางในทิศทางขนานกับแนวศูนย์กลางทาง ระดับต่างกันต้องไม่เกิน 1.25 เซนติเมตร หากเกินกว่าที่กำหนดนี้ต้องปรับระดับโดยวิธีเสริมพื้นทางที่ต่ำและปาดพื้นทางที่สูงออก บดอัดให้แน่นแล้วเกลี่ยแต่งจนได้ระดับที่กำหนด

6.7 งานลาดแอสฟัลท์ (Prime Coat)

6.7.1 การลาดแอสฟัลท์ Prime Coat

Prime Coat คือ การลาดแอสฟัลท์ชนิดเหลวลงบนพื้นทางที่เตรียมไว้ และได้ตบแต่งปรับปรุงถูกต้องตามแบบแล้ว เพื่อเป็นตัวยึดเหนี่ยว ให้พื้นทางเชื่อมต่อกับผิวทางที่สร้างไว้ข้างบน และเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นผ่านลงไปใต้พื้นทาง แอสฟัลท์เหลวที่จะต้องเป็นประเภทและเกรด (Grade) ดังต่อไปนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง Cut Back Asphalt : MC-30, Mc-70 (MC-0, MC-1, MC-2) SC-70 (SC-0, SC-1) Emulsified Primer-S, SS-K หรือวัสดุอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่า และจะต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ให้ใช้ได้แล้ว อุณหภูมิที่ใช้ลาดแอสฟัลท์ชนิดต่างๆ ดังกล่าวแล้วให้เป็นไปตาม**ตารางที่ 6.7-1**

ตารางที่ 6.7-1 อุณหภูมิของแอสฟัลท์ที่ใช้ลาด

ชนิดของแอสฟัลท์	อุณหภูมิที่ใช้ลาด	
	°C	°F
MC-30	30-90	85-190
MC-70	50-100	120-215
SC-70	50-100	120-215
Emulsified Primer-S	25-55	75-130
SS-K	25-55	75-130
MC-0	50-60	120-140
MC-1	70-85	160-185
MC-2	90-110	195-230
SC-0	65-95	150-200
SC-1	80-100	175-230

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ถังต้มยาง และรถพ่นยางเพื่อใช้ในการพ่นยางและรถยนต์ไม้กวาดเครื่องเป่าลม เพื่อทำความสะอาดพื้นทางที่ก่อสร้างไว้แล้ว โดยอุปกรณ์เครื่องจักรเครื่องมือพ่นยาง จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

รถพ่นยาง (Asphalt Distributor) จะต้องมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

- ถังยางของรถพ่นยางที่อยู่บนรถพ่น จะต้องมีเครื่องให้ความร้อนได้ มีเหล็กวัดแบ่งขีดวัดปริมาตรของยางที่อยู่ในถังได้
- มีเครื่องวัดความเร็วของรถ (Tachometer)
- มีเครื่องวัดอัตราการไหลของยางผ่านหัวฉีด (Nozzle)
- มีเครื่องวัดความดันในถัง
- มีเครื่องปั๊มน้ำยาง
- มี Spray Bar ซึ่งสามารปรับได้ทั้งในแนวนอนและแนวตั้งสามารถพ่นได้ความกว้างไม่น้อยกว่า 5.00 ม.
- มี Hand Spray เพื่อสามารถพ่นในบริเวณที่ Spray Bar ของรถ เข้าไปไม่ถึง เช่น ช่องแคบ ซอก หรือมุม

6.7.2 วิธีการพ่นยาง Prime Coat

(1) การพ่นยางกระทำการพ่นบนพื้นทางที่ทำความสะอาดด้วย ไม้กวาดและ เป่าฝุ่นที่เกาะบนพื้นออกไปจนสะอาดแล้ว จนหินพื้นทางโผล่ขึ้นมาเล็กน้อย มีความชื้นบนพื้นทางและอุณหภูมิของอากาศสูงกว่า 15°C ไม่มีสภาพหมอกหรือครึ้มฟ้าครึ้มฝน

(2) อัตราการพ่นควรอยู่ระหว่าง 0.80-1.4 ลิตร ต่อตารางเมตร ที่อุณหภูมิระหว่าง 57-71°C อัตราการพ่นขึ้นอยู่กับลักษณะผิว ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทดลองพ่นหาอัตรายางที่เหมาะสมก่อนดำเนินการ และจะต้องไม่พ่นเกินอัตราจนยางที่พ่นเกิดการไหลลงลาดคันทาง

(3) เมื่อพ่นยางแล้วเสร็จ ให้ปิดกั้นบริเวณที่พ่นยางไปแล้ว และทิ้งไว้ให้ยางซึมลงผิวทางเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง สำหรับสภาวะอากาศที่ดี หรือ 48 ชั่วโมง สำหรับสภาพอากาศที่เลว หลังจากนั้นให้ทรายแห้งสาดลงบนผิวที่พ่นยาง Prime Coat เพื่อซับยางที่เยิ้มบนพื้นทาง และยอมให้มีการจราจรได้

(4) บริเวณใดที่ผิว Prime Coat เสียหาย หรือหลุดร่อนจนเป็นหลุม ให้ทำความสะอาดและอุดด้วยวัสดุ Cold Mix หรืออุดด้วยหินคลุม (Aggregate Base) แล้วพ่นทับด้วยยาง Prime Coat อีกครั้ง

บริเวณใดที่ยาง Prime Coat หลุดหรือชำรุดเกิน 10 % ให้ซ่อม Prime Coat นั้นด้วยยาง RC (Rapid Curing) ไม่ว่ากรณีใดก็ตามไม่ควรทิ้งผิวที่พ่นยาง Prime Coat ไว้นานเกิน 1 เดือน

ค่าซ่อมแซมบริเวณชำรุดใดๆ จะไม่มีการจ่ายเงินให้ ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในการดูแลรักษาทั้งสิ้น

6.8 งานผิวทาง (Surface Pavement)

6.8.1 ผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

ผิวทางชนิดนี้ประกอบด้วยการลาดแอสฟัลท์ และเกลี่ยวัสดุหินย่อยหรือกรวดเปิดทับจะสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้น บนพื้นทางที่ได้ทำไว้ถูกต้องตามข้อกำหนด และได้ทำการลง Prime Coat ไว้เรียบร้อย หรือบนผิวทางแอสฟัลท์เดิม หรือบนที่ใดซึ่งเตรียมไว้เรียบร้อยแล้วตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมงานเป็นผู้เห็นชอบ

(1) วัสดุแอสฟัลท์

(ก) แอสฟัลท์ที่ใช้จะต้องเป็นประเภท และเกรด (Grade) ดังต่อไปนี้ อย่างใดอย่างหนึ่ง คัทแบคแอสฟัลท์ RC-3000, RC-800, (RC-5, RC-4, RC-3) MC-3000, MC-800 (MC-5, MC-4, MC-3) หรือ แคทอิออนิคแอสฟัลท์อีมัลชั่น RS-3K หรือแอสฟัลท์ซีเมนต์ AC.80-100 penetration, AC.60-70 penetration และจะต้องมีคุณสมบัติของตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ให้ใช้แล้ว อุณหภูมิที่ใช้ลาดแอสฟัลท์ชนิดต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ให้เป็นไปตาม**ตารางที่ 6.8-1**

ตารางที่ 6.8-1 อุณหภูมิของแอสฟัลท์ที่ใช้ลาด

ชนิดของยางแอสฟัลท์	อุณหภูมิที่ใช้ลาด	
	°°C	°°F
RC-3000	120-160	250-310
RC-800	100-120	210-250
RC-5	130-150	265-300
RC-4	115-130	240-265
RC-3	105-115	220-240
MC-3000	120-160	250-310
MC-800	100-120	210-250
MC-5	130-150	265-300
MC-4	115-130	240-265
MC-3	105-115	220-240
RS-3K	60-80	140-180
AC (60-70 pen)	140-175	285-350
AC (80-100 pen)	140-175	285-350

<u>หมายเหตุ</u> ถ้าหินมีขนาดใหญ่กว่า 1/2” ห้ามใช้แอสฟัลท์อิมัลชั่น และคัทแบคแอสฟัลท์ที่มีความหรือน้อยกว่า RC-4 หรือ MC-4

(2) ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย

ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย สำหรับผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ให้เป็นไปตาม **ตารางที่ 6.8.2**

ตารางที่ 6.8-2 ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย

ขนาดที่ใช้เรียก	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักผ่านตะแกรง							
	1 1/2”	1”	3/4”	1/2”	3/8”	No.4	No.8	No.16
1”	100	90-100	0-30	0-10	0-5	-	0-2	0-0.5
3/4”		100	90-100	0-30	0-8	-	0-2	0-0.5
1/2”			100	90-100	0-30	0-8	0-2	0-0.5
3/8”				100	90-100	0-30	0-8	0-2

(3) การเลือกใช้ขนาดของหินย่อย หรือกรวดย่อย ให้ปฏิบัติดังนี้

(ก) ผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) หรือการทำซีลโคต (Seal Coat) ให้ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 1/2”

(ข) ผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment) ให้ใช้ได้เป็น 2 แบบคือ

1) ชั้นแรกให้ใช้ขนาด 1” ชั้นที่สองให้ใช้ขนาด 1/2”
2) ชั้นแรกให้ใช้ขนาด 3/4” ชั้นที่สองให้ใช้ขนาด 3/8”
3) ไหล่ทางที่ลาดแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ ทำได้สองแบบ คือ

3.1) ไหล่ทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว(Single Surface Treatment) ให้ใช้ขนาด 3/4” หรือ 1/2”

3.2) ไหล่ทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์สองชั้น(Double Surface Treatment) ชั้นแรกให้ใช้ขนาด 1” ชั้นสองให้ใช้ขนาด 1/2”

(4) ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณสำหรับงานลาดยางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์

ปริมาณของหินย่อยหรือกรวดย่อย และแอสฟัลท์โดยประมาณให้ใช้ตาม**ตารางที่ 6.8-3**

ตารางที่ 6.8-3 ปริมาณวัสดุที่ใช้

หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาดที่ใช้เรียก	ปริมาณของวัสดุที่ใช้โดยประมาณ	
	วัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อย กิโลกรัมต่อตารางเมตร	แอสฟัลท์ต่อตารางเมตร
1”	25-40	1.5-3.0
3/4”	18-30	1.2-2.5
1/2”	12-18	0.8-1.8
3/8”	8-12	0.6-1.5

6.8.2 การก่อสร้าง

การก่อสร้าง จะต้องกระทำในวันที่ไม่มีฝนตกและผิวที่จะก่อสร้างจะต้องแห้ง เครื่องมือที่ใช้ก่อสร้าง ที่สำคัญ คือ รถลาดยาง (Asphalt Distributor) เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) และรถบดอัดชนิดขับเคลื่อนด้วยตัวเอง ซึ่งต้องมีทั้งล้อยาง (Pneumatic Tired Roller) ความดันลมภายในล้อยางมากกว่า 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้วและล้อเหล็ก (Steel Wheeled Roller) หนักระหว่าง 4-6 ตัน โดยส่วนใหญ่จะใช้รถบดอัดล้อเหล็กเพียงเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

จะต้องเตรียมคนงานพร้อมอุปกรณ์ที่ใช้เกลี่ยแต่งหิน หรือกรวดที่โรยให้เพียงพอ เพื่อเกลี่ยและแต่งหินหรือกรวดที่โรยให้กระจายสม่ำเสมอและไม่ให้เม็ดหินซ้อนกัน ให้แล้วเสร็จโดยเร็วที่สุด ก่อนที่ยางมะตอยจะจับตัวและแห้ง

ปริมาณยางทั้งหมดที่ใช้เมื่อได้คำนวณแล้วจะต้องเผื่อเหลือไว้อีกอย่างน้อย 500 ลิตร ในถังรถลาดยาง

หินหรือกรวดที่ใช้โรย จะต้องพร้อมอยู่ที่หน้างาน โดยอยู่ในรถบรรทุกที่ได้ติดตั้งเครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) ไว้ก่อนแล้ว

(1) การพ่นยาง

การพ่นยางมะตอย จะต้องพ่นให้ได้อัตราสม่ำสมอตลอดพื้นที่ ดังนั้น รถลาดยาง (Asphalt Distributor) จะต้องอยู่ในสภาพดี อัตรายางมะตอยจะกำหนดโดยผู้ควบคุมงานทั้งนี้อัตราที่ใช้ขึ้นกับลักษณะหลายประการ เช่น ขนาดของเม็ดหินหรือกรวด รูปร่างของเม็ดหินหรือกรวด ผิว Prime Coat ที่ทำไว้ก่อน เป็นต้น

โดยทั่วไปอุณหภูมิของยางมะตอยที่จะพ่นให้อยู่ระหว่าง 100 ถึง 120 ^{O}C ส่วนอุณหภูมิที่แน่นอนจะกำหนดโดยผู้ควบคุมงานและอัตราของยางมะตอยที่ใช้อยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 2.5 ลิตรต่อตารางเมตร สำหรับชั้นแรกและ 0.6 ถึง 1.5 ลิตรต่อตารางเมตร สำหรับชั้นที่ 2 และเช่นกัน อัตราการพ่นยางที่แน่นอนจะกำหนดโดยผู้ควบคุมงาน

(2) การโรยหิน

การโรยหิน รถบรรทุกหินที่จะโรยพร้อมกับเครื่องโรยหินต้องเตรียมไว้ให้พร้อมในทันทีที่รถลาดยางเริ่มพ่นยางให้โรยหินตาม และต้องให้แล้วเสร็จภายใน 15 นาที หลังจากรถลาดยางพ่นยางเสร็จหินที่ใช้โรยจะต้องแห้ง ไม่มีฝุ่นเกาะผิว ซึ่งจะเป็นอุปสรรคไม่ให้ยางยึดเกาะกับผิวหิน

อัตราของหินที่โรย โดยทั่วไปคือ สำหรับหินชั้นแรกอยู่ระหว่าง 18-30 kg/m^2 ส่วนหินชั้นที่สองอยู่ประมาณ 8-12 kg/m^2 ส่วนอัตราที่แน่นอนจะกำหนดโดยผู้ควบคุมงานเมื่อเริ่มโรยหินให้คนงานเกลี่ยแต่งหินให้สม่ำเสมอตามในทันที หลังจากนั้นให้เริ่มบดอัด โดยใช้รถบดอัดล้อยางบดอย่างทั่วถึงตลอดพื้นที่จนกระทั่งหินถูกฝังลงในยางจนเต็มที่ ต่อจากนั้นอาจจะใช้รถบดล้อเหล็กบดอัดเพียงเล็กน้อย

ผิวที่ได้โรยหินชั้นแรกและบดอัดแล้วเสร็จ จะต้องปิดไม่ให้รถวิ่งผ่าน โดยทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จนมั่นใจได้ว่ายางมะตอยได้จับยึดกับหินดีแล้ว จึงเปิดให้รถวิ่งผ่านได้ แต่ต้องจำกัดความเร็วอยู่ระยะหนึ่งก่อน การปูหินชั้นที่สอง วิธีการก็เช่นเดียวกับชั้นแรก ชั้นที่สองเสริมขึ้นไปจะต้องกวาดหินที่เกินและไม่ได้ยึดเกาะติดกับยางออกให้หมด โดยใช้เครื่องกวาด (Power Broom) อัตราการพ่นยางมะตอยและอัตราการโรยหิน ที่ได้กำหนดไว้โดยผู้ควบคุมงานอาจเปลี่ยนแปลงได้ โดยการดูลักษณะของพื้นที่แรกๆ ที่ทำแล้วเสร็จ

6.9 มาตรฐานวิธีการทดสอบ

ได้รวบรวมมาตรฐานวิธีการทดสอบที่ได้กล่าวถึงในข้อกำหนดสำหรับวัสดุสร้างทาง และวิธีการก่อสร้างมาไว้ในที่เดียวกันดังนี้

AASHTO T99	:	MOISTURE - DENSITY RELATIONS OF SOILS USING A 5.5 -1 BS.(2.5 KG) HAMMER
AASHTO T180	:	MOSITURE - DENSITY RELATIONS OF SOILS USING A 10 - 1 BS. (4.54 KG) HAMMER
AASHTO T193	:	THE CALIFORNIA BEARING RATIO

6.10 ท่อลอดถนน (Pipe Culvert)

6.10.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างท่อลอดถนนและบ่อพัก ให้ถูกต้องตามตำแหน่ง แนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อรับน้ำผิวดินที่ระบายจาก Side Ditch และน้ำใต้ผิวดินผ่าน Perforate Pipe ลงบ่อพัก

การก่อสร้างท่อลอดถนนจะประกอบด้วย งานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินหรือหินเพื่อก่อสร้างบ่อพัก วางท่อ และอาคารระบายน้ำ
- งานก่อสร้างบ่อพักและอาคารระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก
- งานวางท่อและรองพื้นรับท่อ

- งานถมดินรอบอาคารและหลังท่อถึงระดับบ่อก่อสร้าง
- งานปูหินเรียงยาแนว
- งานติดตั้งท่อรับน้ำใต้ดิน และงานอื่นๆ ที่แสดงในแบบรูปของงานท่อลอดถนน

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างงานท่อลอดถนนตามวิธีการที่กำหนดในรายละเอียดด้านวิศวกรรม กรณีที่เป็นถนนเดิม ผู้รับจ้างต้องจัดทำทางเบี่ยงชั่วคราวเพื่อการสัญจรไว้เป็นส่วนหนึ่งของงานท่อลอดถนน

6.10.2 วัสดุ

(1) คอนกรีตและเหล็กเสริม

งานคอนกรีตและเหล็กเสริม ให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 175 กก.ต่อตารางเซนติเมตรหรือตามที่กำหนดในแบบ

(2) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ให้ผู้รับจ้างจัดหาท่อตามมาตราฐาน มอก.128 ชั้น 3 เพื่อวางท่อและติดตั้งท่อตามวิธีการที่กำหนด

(3) หินเรียงยาแนว

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุตามที่กำหนดในหมวดที่ 8 หรือตามที่กำหนดในแบบ

(4) วัสดุประกอบอื่นๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงานท่อลอดถนนตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรม

6.11 หลักกันตกและราวกันโค้ง (Guide Post and Guard Rail)

6.11.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องหล่อและติดตั้งหลักกันตก หรือราวกันโค้ง ให้มีขนาด คุณภาพ และตำแหน่ง ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

6.11.2 วัสดุ

(1) คอนกรีตและเหล็กเสริม

งานคอนกรีตและเหล็กเสริม ให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 175 กก.ต่อตารางเซนติเมตรหรือตามที่กำหนดในแบบ

(2) การทาสีและการติดแถบสีสะท้อนแสง

ให้ผู้รับจ้างจัดหาและทาสี ตามวิธีการและให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดของกรมโยธาธิการและผังเมือง แถบสีสะท้อนแสงจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าแถบสี “Scottville” หรือสีสะท้อนแสง

6.11.3 การติดตั้งราวกันโค้งหรือหลักกันตก

ให้ผู้รับจ้างติดตั้งราวกันโค้ง หรือหลักกันตก ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง โดยมีตำแหน่งและระดับถูกต้อง และมีความมั่นคงแข็งแรงตามกำหนด

6.12 รางระบายน้ำ

6.12.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดแต่งร่องระบายน้ำ ทำการหล่อและเทคอนกรีตให้มีแนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

6.12.2 วัสดุ

(1) คอนกรีต

งานคอนกรีตให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 140 กก.ต่อตารางเมตร

(2) วัสดุประกอบอื่นๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงานท่อลอดถนนตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรม

6.13 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

งานก่อสร้างถนนและอาคารประกอบงานถนน ประกอบด้วย

(1) งานดินถมคันทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
(2) งานรองพื้นทางและวัสดุคัดเลือกให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
(3) งานพื้นทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
(4) งาน Prime Coat ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
(5) งาน ผิวจราจร Double Surface Treatment ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
(6) งานผิวจราจร Asphaltic Concrete ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
(7) งานไหล่ทาง Single Surface Treatment ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
(8) งานราวกันโค้ง ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยเมตร
(9) งานหลักกันตก ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยต้น
(10) งานรางระบายน้ำ ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร
(11) งานวางท่อ คสล. ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร
(12) งานตีเส้นจราจร ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยตารางเมตร
(13) งานท่อลอดถนน ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยแห่ง
(14) งานคันขอบคอนกรีตทางเท้า ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร
(15) งานป้ายชื่อโครงการ ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยแห่ง

การวัดปริมาณงานตามรายการที่กำหนดนี้ให้วัดตามขอบเขตของงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง และ / หรือ อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา ซึ่งได้รวมการจัดหาวัสดุ แรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ก่อสร้าง ไว้ครบถ้วนในงานที่เกี่ยวข้องแล้ว

หมวดที่ 7
งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)

7.1 ทั่วไป

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีต อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ซึ่งได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว คอนกรีตนั้นไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือไม่ก็ตามและอาจจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE) หรือไม่ก็ตาม จะต้องก่อสร้างตามข้อกำหนด (SPECIFICATION) นี้ทุกประการ โดยให้ได้แนวได้ระดับ ได้ลำดับชั้น (GRADES) ได้ขนาดตรงกันกับแบบก่อสร้าง และตรงตามความต้องการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอนกรีตดังกล่าวนั้นจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุหยาบ (หินย่อยหรือกรวด) วัสดุละเอียด (ทราย) และอาจจะรวมถึงน้ำยาผสมคอนกรีต

7.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติการดำเนินงานกับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปนี้คือ ข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหากำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES) ขึ้นให้ตรงกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้ระบุกำลังกด (COMPRESSIVE STRENGTH) ไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว และต้องเสนอต่อวิศวกรผู้ควบคุมการก่อสร้างเพื่ออนุมัติ

7.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต

วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตตามข้อ 7.2.1 นั้น ต้องเป็นวัสดุเช่นเดียวกันกับวัสดุที่จะใช้งานจริง ซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว ณ บริเวณก่อสร้าง

7.2.3 ความเหลวของคอนกรีต

ต้องเหมาะกับลักษณะงาน ความเหลวของคอนกรีตวัดได้จากการยุบตัว (SLUMP) ซึ่งอยู่ระหว่าง 5 - 9 ซม. แต่ไม่เกิน 9 ซม. การตรวจสอบการยุบตัว (SLUMP TEST) ให้ปฏิบัติตาม ASTM C143 ในกรณีต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต(ADMIXTURES) ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และต้องส่งตัวอย่าง

ล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้เพื่อเป็นการเพิ่มฟองอากาศให้กับคอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดฟองอากาศ (AIR METER) ไว้ด้วย

7.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

(1) ปูนซีเมนต์

(ก) ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PORTLAND CEMENT) ประเภทหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ครั้งล่าสุด การใช้ปูนซีเมนต์ประเภทอื่น เช่น สอง สาม หรือห้า ต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ปูนซีเมนต์ใหม่ และไม่หมดอายุใช้งาน ไม่เสื่อมคุณภาพ ไม่เปียกชื้น โดยนับอายุตั้งแต่ออกจากโรงงานไม่เกิน 1 เดือน ในฤดูฝน และไม่เกิน 3 เดือน ในฤดูแล้ง

(ค) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(ง) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยาที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้อยคุณภาพ

(จ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(2) ทราย (วัสดุละเอียด)

(ก) ต้องเป็นทรายน้ำจืด และเป็นทรายหยาบ มีลำดับขนาดดี (WELL GRADE) โดยยอมให้ขนาดโตกว่ารูตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5 % และขนาดเล็กกว่าลดหลั่นลงไปจนถึงขนาดเล็กสุดที่ผ่านมาตะแกรงเบอร์ 100 ได้ไม่เกิน 10 % แต่ต้องไม่มีตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เกินกว่า 3 %

(ข) ต้องสะอาดและปราศจากวัตถุอื่นๆ และมีสารอินทรีย์เจือปนได้ไม่เกินเกณฑ์กำหนดจากผลการทดลองด้วยวิธีแช่ในน้ำยาโซเดี่ยมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 3% ซึ่งการทดลองนั้นต้องปรากฏสีอ่อน สีมาตรฐานเบอร์ 3

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

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

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้ทรายมีความชื้นเพิ่มขึ้น

(3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องโม่หินหรือย่อยด้วยค้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนเรียวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือส่วนเฉลี่ยมากสุดทางด้านเรียวยาวไม่มากกว่า 5 เท่าของส่วนเฉลี่ยน้อยสุดทางด้านแบน

(ค) ขนาดหินย่อยและกรวดต้องพิจารณาเลือกใช้ขนาดให้เหมาะสมกับลักษณะของอาคารและความหนาแน่นของเหล็กเสริม เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน ตามกรรมวิธีของงานคอนกรีต ซึ่งจะไปสู่เป้าหมายให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพวัสดุหยาบใหญ่สุด 3 นิ้ว จะใช้งานคอนกรีตล้วน และกับส่วนอาคาร

ที่มีความหนามากกว่า 50 ซม. วัสดุหยาบใหญ่สุด 1.5 นิ้ว จะใช้กับส่วนของอาคารที่มีความหนาตั้งแต่ 20 ซม. ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่า 20 ซม. ควรใช้วัสดุหยาบขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดก็ตามต้องมีลำดับขนาดดี (WELL GRADE) ตามเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 1

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4" เล็กสุด เท่ากับตะแกรงเบอร์ 4)

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

ขนาดและลำดับขนาดหินย่อยเบอร์ 2

(ขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 1 1/2″ เล็กสุด 3/4″)

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

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 3

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 2 1/2 ″ เล็กสุด 1 1/2 ″)

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

ขนาดและลำดับขนาดของกรวด

- ขนาดใหญ่สุดของกรวดต้องค้างตะแกรง 1 1/2 ″ ไม่เกิน 5 % และมีขนาดเล็กลดหลั่น ลงไปจนถึงขนาดเล็กสุดเท่ากับตะแกรงเบอร์ 4 และยอมให้ลอดตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5 %
- หินย่อยต้องมีคุณสมบัติแข็งแกร่ง แน่น สะอาด ไม่มีสะเก็ดหินผุเจือปน ไม่เปรอะเปื้อน และมีฝุ่นมากเกินไป ไม่มีวัตถุอื่นๆ ปนอยู่ แต่อนุโลมให้ใช้ได้ เมื่อได้เกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

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

- ในกรณีที่ใช้กรวด ให้อนุโลมเกณฑ์กำหนดต่างๆ เช่นเดียวกับหินย่อย
- ไม่ยอมให้ใช้กรวดผสมหินย่อยเป็นส่วนผสมของคอนกรีต
- การเก็บและกองหินย่อย ต้องเก็บและกองไว้บนพื้นแข็งราบเรียบสูงกว่าบริเวณรอบด้าน พร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อเป็นมาตรการป้องกันการเปรอะเปื้อน และอาจจะมีวัตถุอื่นเข้าไปเจือปน หินย่อยแต่ละขนาดตามเบอร์ต้องแยกการเก็บกองไม้ให้ปนกัน
- การเก็บและกองกรวดให้อนุโลมตามวิธีของหินย่อย

(4) น้ำ

น้ำที่ใช้เพื่อผสมคอนกรีต รวมทั้งน้ำที่ใช้ล้างหินหรือทราย จะต้องเป็นน้ำใสสะอาดไม่มีสารต่างๆ ต่อไปนี้เจือปนอยู่ เช่น น้ำมัน เกลือ ด่าง ตะกอนสารอินทรีย์ หรือวัตถุใดๆที่เป็นอันตราย (DELETERIOUS SUBSTANCE)

(5) น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE)

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

(ก) AIR ENTRAINING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มฟองอากาศในคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-260

(ข) WATER REDUCING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีต สำหรับลดปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตมีความสม่ำเสมอต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

(ค) SET RETARDING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตสำหรับหน่วงเวลาการแข็งตัวของคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

7.2.5 การผสมคอนกรีต

(1) วัสดุต่าง ๆ สำหรับผสมคอนกรีต

ต้องจัดเตรียมวัสดุต่าง ๆ สำหรับผสมคอนกรีตให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงานคอนกรีตได้ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา

(2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต

(ก) บรรดาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือและสิ่งจำเป็นทั้งมวลที่จะนำเข้าใช้ในการผสมคอนกรีตต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่จะทำงานได้ดี

(ข) ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตรให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด

(ค) เครื่องผสมคอนกรีต (CONCRETE MIXER) จะต้องเป็นแบบ DRUM TYPE ที่มีประสิทธิภาพและขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิตหิน ทราย ซีเมนต์และน้ำให้คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้และเมื่อเทคอนกรีตออกจากเครื่องผสมแล้ว ส่วนผสมจะต้องไม่แยกตัวออกจากคอนกรีต (SEGREGRATION)

(3) อัตราส่วนผสมและการผสม

(ก) อัตราส่วนผสมของวัสดุ เช่น หิน ทราย ปูนซีเมนต์ น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีตต้องใช้วัสดุตามอัตราส่วน ให้ตรงกับความต้องการของงานแต่ละประเภท ในหัวข้อ 7.2.1

(ข) วัสดุที่ใช้ผสม เช่น หิน ทราย และปูนซีเมนต์ ต้องให้ได้สัดส่วน โดยการชั่งน้ำหนักนอกจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยอมให้วัดปริมาตรจากการเทียบหาสัดส่วนจากน้ำหนักของวัสดุนั้น ๆ

(ค) ปริมาณและระยะเวลาการผสม (เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยินยอมหรืออนุมัติเป็นอย่างอื่น) คอนกรีตแต่ละครั้งจะไม่เกินปริมาตรและระยะเวลาไม่น้อยกว่าความสามารถของเครื่องผสมที่ผู้ผลิตได้ระบุไว้ เวลาการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดโดยการทดลองดูผลของการทำงานของเครื่องผสมคอนกรีต ณ ที่นั้น

7.2.6 การลำเลียงคอนกรีต

วิธี เครื่องมือ และเวลาในการลำเลียงคอนกรีตไปเทยังที่ ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมหยาบแยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

7.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้องและให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ถือว่าผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหาย ใด ๆ

(2) ต้องเตรียมพื้นที่ที่เป็นผิวสัมผัสกับคอนกรีตให้สะอาดปราศจากน้ำ โคลน เศษไม้ น้ำมันวัตถุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์และพื้นผิวหน้าที่สามารถดูดน้ำจากคอนกรีตได้จะต้องทำให้ชื้นโดยตลอด

จนไม่สามารถดูดน้ำจากคอนกรีตได้ เช่น การทำให้ชื้นจนอิ่มตัว และรักษาความชื้นนั้นไว้จนกว่าจะได้เทคอนกรีตทับลงไป

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

(4) ระยะเวลาเทคอนกรีตต้องไม่เกิน 30 นาที นับตั้งแต่การผสมเสร็จแล้ว และนำไปเทลงในแบบหล่อคอนกรีต ถ้าใช้ SET RETARDING ADMIXTURE จะต้องไม่เกิน 1 ชม.

(5) การเทคอนกรีตบนผิวหน้าเป็นหินและรอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ให้ใช้ปูนทรายมีอัตราส่วนผสมเหมือนคอนกรีตและมีความเหลวพอเหมาะกับงาน เมื่อผสมปูน-ทราย-น้ำ เข้ากันดีแล้วให้เทลงไปก่อนทันที โดยให้มีความหนา 1 ซม. แล้วจึงเทคอนกรีตทับลงไป

(6) ระยะทางเทคอนกรีตทางดิ่งต้องไม่เกิน 150 ซม. และใช้วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้องเพื่อไม่เกิด SEGREGRATION และเกิดการเลื่อนตัวของเหล็กเสริม

(7) จะไม่มีการเทคอนกรีตถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีความเห็นว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากเหตุการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศหรือคาดว่าการปฏิบัติงานนั้นจะไม่สำเร็จลุล่วงไปตามปริมาณงานคอนกรีตที่กำหนดไว้ (SCHEDULED VOLUME)

(8) การเทคอนกรีตสำหรับส่วนหนึ่งๆ ของอาคารต้องเทให้แล้วเสร็จในครั้งเดียวกันตลอดส่วนของอาคาร เว้นแต่ในส่วนนั้นกำหนดไว้เป็นรอยต่อคอนกรีต (CONCRETE JOINT) หรือได้รับคำสั่งจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ถ้าในกรณีเป็นเหตุการณ์ฉุกเฉินที่ไม่สามารถเทคอนกรีตติดต่อกันได้และมีความจำเป็นต้องหยุดเทในกรณีเช่นนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจจะเป็นผู้สั่งและกำหนดตอนใดให้เป็นรอยต่อการก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

(9) การเทคอนกรีตบนพื้นเอียงที่ไม่แบบหล่อคอนกรีตต้องเทคอนกรีตจากส่วนล่างสุดไปหาตอนบน ถ้าใช้แบบหล่อคอนกรีตชนิดเลื่อนได้ (SLIP FORM SCREEN) ต้องเทคอนกรีตล้ำหน้าแบบเลื่อนขึ้นไปก่อนประมาณ 75 ซม. และทำคอนกรีตให้แน่นด้วยเครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่ม (IMMERSION TYPE VIBRATOR) จุ่มที่คอนกรีตเหนือแบบเลื่อนนั้น

(10) ไม่ว่ากรณีใดๆ จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่มีน้ำหรือเทใต้น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษนอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว

(11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้าตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)

(1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเบียดกันแน่น

(2) การทำให้เนื้อคอนกรีตมีเนื้อแน่นต้องใช้เครื่องเขย่า (VIBRATOR) ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (IMMERSION - TYPE VIBRATOR) กับชนิดติดกับแบบหล่อ (FORM VIBRATOR)

ถ้าเป็นชนิดหัวจุ่มต้องมีความถี่ของการสั่น (OSCILLATION FREQUENCY) อย่างน้อย 7,000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต ถ้าเป็นชนิดติดกับแบบหล่อต้องติดให้แน่นและให้การสั่นอย่างน้อย 8,000 ครั้งต่อนาที เมื่อขณะเขย่าคอนกรีต

(3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก็อนุโลมในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกันประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหวที่ผิวหน้าคอนกรีต การฟังเสียงของการสั่นคงที่หรือความรู้สึกที่มือถือเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีตในชั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้นสมานกันได้ดีทุกครั้งในการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริม

7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดหารอุปกรณ์ที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถเพื่อเก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

(1) การเก็บตัวอย่างเพื่อหาการยุบตัว (SLUMP) จะเก็บอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและจะเก็บทุกครั้งเมื่อมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดลองหาแรงอัด วิธีการปฏิบัติตามข้อ 7.2.3

(2) การเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดลองหาแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH) ต้องทำอย่างน้อยวันละ 1 ชุดๆ หนึ่งประกอบด้วย 6 ตัวอย่าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะร้องขอ

(3) การทดลองแท่งคอนกรีต

(ก) แบบหล่อ (MOLD) ต้องเป็นเหล็กประกอบกันเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 6 ″ และสูง 12 ″ วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้ว และถูกยึดด้วยสกรูน๊อต ก่อนหล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อนั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องการให้ผู้รับจ้างเก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการลำเลียงไปถึงที่ ที่จะเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

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

(ง) การกระทุ้งครั้งแรกต้องกระทุ้งให้ถึงแผ่นเหล็กที่เป็นฐานของ MOLD ส่วนการกระทุ้งชั้นสองและชั้นสามให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นที่กระทุ้งไปแล้วเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งชั้นที่สามแล้วใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ

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

(ก) พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ

(ข) พื้นที่วางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใด ๆ

(ค) การปาดผิวหน้าให้ใช้ควรระมัดระวังอย่าให้ผิวนูน

(ง) แบบเมื่อหล่อคอนกรีตแล้วควรไว้ในร่ม ไม่ให้ถูกแดดหรือฝน

(จ) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบในวันรุ่งขึ้น

(ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ

(ช) เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยุบตัว และหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ

(ซ) จะต้องคลุมแท่งคอนกรีตด้วยกระสอบชื้นหรือแช่น้ำไว้ไม่น้อยกว่า 5 วัน แล้วนำลงบรรจุในหีบซึ่งมีทรายเปียกล้อมรอบทุกด้าน หนาไม่น้อยกว่า 5 ซม. แล้วจัดส่งให้ห้องทดลองเพื่อทดลองคุณภาพ

(ฌ) แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรนำมาทดลอง

7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดลองหาแรงอัด

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เก็บได้แล้วตามข้อ 7.2.9 วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะต้องดำเนินการจัดส่งไปทดสอบยังที่เป็นที่เชื่อถือและทางราชการยอมรับ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด การทดสอบจะดำเนินตามเกณฑ์ต่อไปนี้

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

(2) กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน	กำลังของแท่งคอนกรีตที่อายุ 7 วัน	หมายเหตุ
แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม^2 แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 175 กก./ซม^2 แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 210 กก./ซม^2	ต้องไม่ต่ำกว่า 100 กก./ซม^2 ต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม^2 ต้องไม่ต่ำกว่า 170 กก./ซม^2	ถ้าผลการทดสอบกำลังกดที่อายุ 7 วัน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวจะต้องเปลี่ยนส่วนผสมใหม่ แต่การพิจารณากำลังของคอนกรีตจะพิจารณาที่อายุ 28 วัน

7.3 แบบหล่อคอนกรีต

7.3.1 ทั่วไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยรั่ว อันที่จะทำให้น้ำซีเมนต์ไหลออกได้และมีความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีตโดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนว ผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็ก

7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม่บิดเบี้ยวไม่มีรอยปุปะสะอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมีคุณภาพเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนถือผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลับสายตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและมีความหนาสม่ำเสมอกัน การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

7.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ

ควรใช้ไม้แบบหรือไม้บุแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน จะอนุโลมให้ใช้ไม้แบบเช่นว่านี้ได้

7.3.5 การยึดแบบ

อนุโลมให้มีการยึดแบบด้วยโลหะ เช่น ลวด เส้นเหล็กกลม หรือท่อเหล็กขนาดเล็กได้ แต่หลังจากถอดแบบหล่อคอนกรีตออกแล้ว ต้องตัดหรือสกัดปลายให้สั้นเข้าไปในผิวคอนกรีตอย่างน้อย 2 ซม. และอย่างน้อย 3 ซม. สำหรับผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับน้ำ รูซึ่งเกิดจากการตัดหรือสกัดนั้น ต้องซ่อมแซมทันทีโดยการอุดด้วยปูน ทราย มีส่วนผสม 1 : 2 หรือตามวิธีการซ่อมผิวคอนกรีตในข้อ 7.5.1 หรือตามวิธีที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

7.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูน จะไม่ต้องการทาด้วยน้ำมัน

7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

7.4.1 ทั่วไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตบแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ฉะนั้นควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหายหรือได้รับการยอมรับจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยปกติทั่วไปจะไม่มีการถอดแบบหล่อคอนกรีตมีอายุน้อยกว่า 48 ชม.

7.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต

การรับน้ำหนักและแรงต่างๆ ของอาคารบางตอนไม่เหมือนกัน อาจจะมีลักษณะและขนาดของแรงที่กระทำต่ออาคารนั้นต่างกัน ฉะนั้นการถอดแบบหล่อต้องพิจารณาความแข็งแรงตามอายุคอนกรีตที่จะใช้งานได้ของแต่ละส่วนในอาคารนั้นๆ ซึ่งพอประมาณได้ดังนี้

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

จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณ แสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.5 การซ่อมคอนกรีต

7.5.1 ทั่วไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้ โดยเฉพาะก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบ และต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

คอนกรีตที่เสียหายจากเหตุใดก็ตาม และคอนกรีตที่เป็นรวงผึ้ง แตกร้าว หรือเสียหายอย่างอื่นใด และคอนกรีตที่มีผิวหน้าบุ๋มมากเกินไป ซึ่งจะต้องสกัดออกให้หมดแล้วแต่งด้วยปูนทรายแห้ง ปูนทรายหรือคอนกรีต (DRYPACK, MORTAR, CONCRETE) ตามความเหมาะสม และให้ได้ระดับกับแนวที่กำหนดไว้

7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้งจะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกพร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

(1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัดลวด เหล็ก หรือน๊อตที่ใช้ยึดแบบออก

(2) ร่องแคบๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตบแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกพร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะดังนี้

(ก) ร่องรูตื้นมากเมื่อเทียบกับความกว้าง

(ข) ร่องรูลึกถึงเหล็กเสริมคอนกรีต

(ค) ร้องรูลอดผ่านทะลุลอดหน้าตัดของคอนกรีต

7.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)

การซ่อมด้วยคอนกรีต จะใช้วิธีนี้เมื่อคอนกรีตเป็นช่องผ่านทะลุตลอด และมีลักษณะดังนี้

(1) ช่องในคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1 ตารางฟุต และลึกตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป

(2) ช่องในคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1/2 ตารางฟุต และลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริม

7.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย MORTAR REPLACEMENT

การซ่อมด้วยวิธีนี้จะใช้ได้เมื่อ

(1) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและก็ยังตื้นเกินไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต

(2) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

7.5.5 การซ่อมด้วย EPOXY

การซ่อมด้วย EPOXY นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือจะใช้เมื่อไม่มีความมั่นใจว่า การซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัตถุที่ใช้ซ่อมกับคอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำได้ตามคาดหมาย และจะใช้ EPOXY เมื่อคอนกรีตเป็นแผลรอยกะเทาะบาง

หมายเหตุ รายละเอียดการซ่อมคอนกรีตให้ถือตามคำแนะนำใน CONCRETE MANUAL (FORTH PRINTED CHAPTER 7) U.S. BUREAU OF RECLAMATION

7.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดีเมื่อเกิดฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องหาวัสดุมาปกปิดผิวหน้าคอนกรีต เพื่อป้องกันผิวหน้าคอนกรีตถูกฝนชะล้าง ถ้าจะป้องกันโดยใช้กระสอบคลุม จะต้องไม่ใช้กระสอบที่เคยใส่น้ำตาล เกลือ หรือปุ๋ย

7.7 การบ่มคอนกรีต

เพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตระเหยออกได้ จำเป็นจะต้องป้องกันผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศและโดนแสงแดดเผา โดยการบ่มด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

7.7.1 การบ่มด้วยน้ำ

เมื่อผิวหน้าคอนกรีตแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีอยู่ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป จะต้องรักษาคอนกรีตไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการหล่อน้ำขังไว้ คลุมด้วยวัตถุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้น้ำยา 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การพ่นน้ำบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำทันทีหลังจากการแต่งผิวหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยการฉีดน้ำให้เป็นฝอยจนกระทั่งผิวนั้นไม่ดูดความชื้นเข้าไปอีก ทันใดที่น้ำที่ติดอยู่บนคอนกรีตแห้งแต่คอนกรีตยังชื้นอยู่ จะต้องพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงไปทันที หลังจากพ่นน้ำยาเสร็จเรียบร้อย และเมื่อแตะดูผิว

น้ำยาแห้งแล้ว ถึงจะเริ่มทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมได้ การซ่อมแต่ละแห่งนั้น เมื่อซ่อมเสร็จแล้ว จะต้องทำความสะอาดและทำให้เปียกชื้นแล้วพ่นด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตอีกครั้งหนึ่ง

ภายในระยะเวลา 28 วัน หลังจากพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต การดำเนินการใดๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องทำการพ่นใหม่ทันทีและถ้าจำเป็นในการก่อสร้างที่จะต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เคลื่อนที่บนผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องใช้ทรายหรือดินหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วฟุต ปิดทับผิวนั้นเสียภายหลังที่น้ำยาแห้งตัวดีแล้ว

7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

หลังจากได้ทำการพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตและน้ำยาที่ฉาบแห้งสนิทแล้ว ให้ทำเครื่องหมายแสดงวัน เดือน ปี ที่ทำงานคอนกรีตนั้นเสร็จไว้บนผิวคอนกรีต โดยการเขียนด้วยสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

(1) ลักษณะทั่วไป น้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไม่ไวไฟและไม่เป็นน้ำยาที่หมดอายุแล้ว

(2) คุณภาพ น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(ก) ความเหลว (CONSISTENCY) : น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีความเหลวพอเหมาะที่จะสามารถพ่นได้สะดวกและสม่ำเสมอบนผิวคอนกรีตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยให้หัวฉีดชนิด ATOMIZING NOZZLES และเมื่อพ่นกับผิวคอนกรีตชื้นตั้งฉากกับพื้นราบโดยใช้อัตราที่กำหนดน้ำยาจะต้องไม่ไหลหรือย้อย

(ข) คุณสมบัติในการป้องกันน้ำระเหยจากผิวคอนกรีต (WATER RETENTION): เมื่อทดลองโดย WATER RETENTION TEST ASTM C156 - 80A เป็นเวลา 3 วัน น้ำจะต้องหายไปจากคอนกรีตได้ไม่เกิน 0.055 กรัมต่อตารางเซนติเมตรของผิวหน้า MORTAR

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

7.8 รอยต่อคอนกรีต

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามที่แสดง หรือกำหนดไว้ในแบบอย่างเคร่งครัด รอยต่อในอาคารคอนกรีตแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

7.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดส่วนที่ยุ่ยสกปรกและไม่แข็งแกร่งต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้น้ำฉีดหรือทรายฉีด (SAND BLAST) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อก่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

7.8.2 รอยต่อเผื่อหด (CONTRACTION JOINT)

จะต้องทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ การเทคอนกรีตใหม่ สัมผัสกับผิวคอนกรีตเดิมที่เทไว้จะต้องกระทำภายหลังจากคอนกรีตเดิมแข็งตัวแล้ว โดยมีอายุไม่น้อยกว่า 3 วัน และผิวคอนกรีตเดิมจะต้องถูกเคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว (SEALING COMPOUND) ชนิดใดชนิดหนึ่งเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตทั้งสองส่วนจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

7.8.3 รอยต่อเผื่อขยาย (EXPANSION JOINT)

ให้ทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ ช่องว่างระหว่างการเทคอนกรีตครั้งแรก และครั้งที่สองให้มีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 ซม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ และให้ใส่ช่องว่างระหว่างผิวคอนกรีตด้วยวัสดุประเภท ELASTIC FILLER และอุดรอยต่อด้วยวัสดุประเภท JOINT SEALANT

7.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต

7.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)

จะต้องเป็นวัสดุประเภทยาง (RUBBER) หรือสารสังเคราะห์ P.V.C. (POLYVINYL CHLORIDE) ก็ได้ ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แผ่นกันน้ำรั่ว (WATERSTOP) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ต่อตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้หรือตามที่แบบกำหนด การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ การติดตั้งแผ่นกันน้ำ จะต้องฝังแผ่นกันน้ำในแต่ละส่วนของคอนกรีตที่มาต่อกันให้มีระยะเท่ากัน แต่ทั้งนี้ตำแหน่งของแผ่นกั้นน้ำอาจคลาดเคลื่อนจากระยะครึ่งหนึ่งของความหนาของคอนกรีตได้บ้าง ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ลักษณะของแผ่นกันน้ำจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่ว ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นกันน้ำรั่วติดกับแบบจนทำให้แผ่นยางกันน้ำทะลุที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันขาด

แผ่นกันน้ำรั่วทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น P.V.C. จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ลำดับ	คุณสมบัติ	POLY-VINYL CHRORIDE (P.V.C.)	RUBBER
1.	ความแข็ง	Hardness Shore " A " Durometer 60 - 80	Hardness Shore "A" Durometer 60 -75
2.	แรงดึงสภาพใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 140 กก./ซม^2	ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม^2
3.	แรงดึงเมื่ออบด้วยออกซิเจนภายใต้อุณหภูมิ 70 °C แรงดัน 21 กก./ซม^2	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน
4.	การตายตัว (Compression Set)	การตายตัวของวัสดุ เมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70 °C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70%	การตายตัวของวัสดุ เมื่อรับแรงกดทดลองที่ 70 °C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 30%
5.	ส่วนยืด (Elongation)	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 325%	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 450%
6.	คุณสมบัติอื่น ๆ	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้

7.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ (JOINT SEALANT)

ทุกแห่งที่กำหนดไว้ว่าเป็นรอยต่อคอนกรีตชนิดรอยต่อเมื่อขยายตัว (EXPANSION JOINT) บริเวณใกล้เคียงถึงผิวคอนกรีต ต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้แน่นดีน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณลักษณะของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยืดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยืดตัวได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่า และหดตัวได้ครึ่งหนึ่งของขนาดเดิมโดยไม่มีการฉีกหรือปริแตกแต่อย่างใดและต้องไม่เกิดการล้าตัวในเนื้อของมันด้วยต้องมีความแข็งไม่น้อยกว่า SHORE "A" DUROMETER ประมาณ 30-40 ที่อุณหภูมิ 24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่ออายุได้ 7 วัน เป็นวัสดุชนิด TWO - PART POLYSULPHIDE LIQUID POLYMER

7.9.3 ELASTIC FILLER

เป็นแผ่นใยใส่รอยต่อคอนกรีตจะต้องประกอบด้วย ชานอ้อย หรือเส้นใยอื่นๆ ที่เหมาะสม อัดเป็นแผ่นและอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) การดูดน้ำเมื่อแช่แผ่นใยในน้ำ อุณหภูมิ 21 + 3 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องดูดน้ำไม่มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

(2) ความแน่นจะต้องไม่น้อยกว่า 305 กก./ลบ.ม. เมื่อแผ่นใยอยู่ในลักษณะแห้ง (AIR DRY)

(3) แรงกด โดยแรงที่กดแผ่นใยให้ความหนาลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ของความหนาเดิม จะต้องอยู่ระหว่าง 7-43 กก./ตร.ม. ถ้าแผ่นใยมีความหนาน้อยกว่า 12 ซม. แรงกดจะต้องอยู่ระหว่าง 7-88 กก./ตร.ซม. และจะมียางมะตอยไหลออกจากแผ่นใยไม่มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อปล่อยให้แผ่นใยคืนตัวเป็นเวลา 10 นาที จะต้องคืนตัวจนมีความหนาอย่างน้อย 70 เปอร์เซ็นต์ของความหนาเดิม

(4) การขยายตัว นำแผ่นใยวางลงในที่บังคับ 5 ด้าน ปล่อยด้านใดด้านหนึ่งว่างไว้เมื่อกดแผ่นใยตามข้อ (3) แล้วแผ่นใยจะยืดออกทางที่ว่างไว้ ส่วนที่ยืดออกจะต้องไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

(5) การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบจะต้องส่งตัวอย่างแผ่นใย 1 ตารางฟุต สี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อจำนวนแผ่นใย 1,000 ตารางเมตร หรือน้อยกว่า หรือแต่ละครั้งที่นำแผ่นใยมาไว้ใช้ในงานก่อสร้าง เพื่อทำการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบจะต้องเป็นของผู้รับจ้าง

7.9.4 Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)

(1) ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้ง Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) บริเวณรอยต่อเผื่อขยาย ดังแสดงในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(2) วัสดุ

(ก) Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ที่ใช้ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ และมีคุณสมบัติสอดคล้องตามมาตรฐาน ASTM D1751

(ข) อย่างน้อย 60 วัน ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอตัวอย่างพร้อมข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(3) การติดตั้ง

(ก) ขอบนอกของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ต้องติดตั้งให้เรียบขนานกับขอบแบบหรือผิวของคอนกรีตตามแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ข) รอยต่อของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ในสถานที่ก่อสร้างจะต้องมีให้น้อยที่สุด

7.10 คอนกรีตล้วน (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.

งานคอนกรีตชนิดนี้จะใช้กับงานฝายกั้นน้ำ (อาจจะรวมทั้งกำแพงที่บริเวณฝายและส่วนอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง) ที่ประกอบด้วย วัสดุก่อสร้างระหว่างคอนกรีตล้วนกับหินใหญ่ หรือกรวดใหญ่มีขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม. ซึ่งมีคุณภาพตามข้อ 7.2.4 และ 7.2.5

คอนกรีตล้วนต้องมีคุณภาพสามารถรับแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH) ได้ไม่น้อยกว่า140 กก./ตร.ซม. และมีความเหลวที่วัดได้จากการยุบตัว (SLUMP) อยู่ระหว่าง 3 1/2 นิ้ว ถึง 4 1/2 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดที่ใช้เป็นวัตถุหยาบผสมคอนกรีตล้วนต้องเป็นหินเบอร์ 1 (ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว)

การปฏิบัติในการเทคอนกรีตล้วนผสมกับหินใหญ่จะต้องเทคอนกรีตล้วนกับหินใหญ่สลับกันเป็นชั้นๆ ส่วนหลักเกณฑ์และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆ ให้ยึดถือตามข้อกำหนดของสัญญานี้

(1) ชั้นแรก ต้องใช้คอนกรีตล้วนเทลงไปก่อน ให้มีความหนาหลังจากการเกลี่ยน้ำเสมอและทำให้แน่นแล้ว 20 ซม.

(2) ชั้นที่สอง เทหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ทับลงให้มีความหนาไม่เกิน 30 ซม. โดยให้มีช่องว่างระหว่างหินเพียงพอที่คอนกรีตที่จะเททับชั้นที่สาม สามารถแทรกตัวเข้าไปได้ หลังจากได้จัดเรียงหน้าให้เสมอกันแล้ว

(3) ชั้นที่สาม เทคอนกรีตล้วนทับชั้นที่สอง และใช้เครื่องเขย่าแบบหัวจุ่มแหย่ตามซอกหินจนทั่ว ถ้าเป็นซอกหินเล็กๆ ก็ใช้เหล็กเกลี้ยงกลมขนาด 16 มม. ทำหัวให้มนกระทุ้งตามซอกที่เล็กๆ หรือใช้เครื่องมือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำการเขย่าและการกระทุ้งต้องทำจนกระทั่งคอนกรีตล้วนแทรกซึมเข้าไปในซอกหินตลอดทั่วถึงกัน จนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หลังจากเทคอนกรีตล้วนทับหินใหญ่เสร็จแล้ว ชั้นหนึ่งๆ ต้องให้คอนกรีตล้วนปิดทับบนหินใหญ่มีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 ซม.

(4) ชั้นต่อๆ ไป ให้ทำตามขั้นตอนดังกล่าวนั้น คือ เทหินใหญ่และแล้วเทคอนกรีตล้วนสลับกันไปจนแล้วเสร็จ

7.11 การ GROUT คอนกรีต

บริเวณที่แบบระบุให้ทำการ GROUT ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งท่อเหล็กผิวบาง ขนาดตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนฝังท่อเพื่อ GROUT จะต้องทำความสะอาดท่อจนปราศจากสิ่งสกปรก เช่น น้ำมันต้องติดตั้งท่อให้มีความมั่นคงในระหว่างเทคอนกรีต เมื่อติดตั้งท่อ GROUT แล้ว ก่อนเทคอนกรีตจะต้องมีการทดสอบ โดยการอัดลมเข้าไปจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ถ้าพบว่าท่ออุดตันหรือลมเดินไม่สะดวก จะต้องทำความสะอาดหรือเปลี่ยนท่อให้ใหม่

7.12 BLOCKOUT

กรณีที่มีงานโลหะฝังติดอยู่กับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องจัด BLOCKOUT ของเนื้อคอนกรีตบริเวณนั้นไว้ เพื่อให้การติดตั้งงานโลหะนั้นได้ถูกต้องแน่นอน หลังจากติดตั้งโลหะแล้วผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตลงไปตามเดิม โดยคอนกรีตที่ใช้ให้ผสมสารเคมีเพื่อการลดการหดตัว (NONSHRINKAGE COMPOUND) โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต

7.13.1 ทั่วไป

เหล็กเสริมคอนกรีตสำหรับงานนี่จะรวมถึง การจัดหาเหล็กเสริมให้ได้ตามกำหนดชั้นคุณภาพ (GRADE) ชนิด (TYPE) ขนาด และการดัด วางเหล็ก ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดและตรงตามแบบก่อสร้าง

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น เหล็กเสริมต้องผลิตขึ้นในประเทศไทย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือ มอก. ซึ่งอาจจะเป็นเหล็กเกลี้ยงกลม (ROUND BARS) หรือเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

เหล็กเสริมทั้งมวลต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสีหรือการเสียหายอย่างอื่นๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม

ทั้งเหล็กเสริมชนิดเกลี้ยงกลม (ROUND BARS) และเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ที่ได้กำหนดให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ (GRADE) โดยใช้ตัวย่อ “SR 24” และ “SD 30 “ตามลำดับ จะต้องมีคุณสมบัติ (PROPERTIES) ดังต่อไปนี้

(1) คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ (GRADE)	แรงเค้นดึงที่จุดยืด กก./มม^2 ไม่น้อยกว่า	แรงเค้นดึงสูงสุด กก./มม^2 ไม่น้อยกว่า	ความยืดร้อยละไม่น้อยกว่า	การทดสอบการดัดโค้งเย็น	
				มุมดัดองศา	เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของส่วนโค้ง
SR 24	24	39	21	180	1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 30	30	49	17	180	4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

(2) ส่วนประกอบทางเคมี

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

7.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องดัดให้ตรง การดัดและตัดต้องใช้วิธีดัดตัดเย็น (BENT AND CUT COLD) ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบและได้รูปร่างตามส่วนโค้งงอที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

การผูกเหล็กเสริมให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกมัดให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้งให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดให้ผูกมัดด้วยลวดเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดต้องให้มีระยะห่างจากผิวคอนกรีตตามที่กำหนดไว้ คือ สำหรับผิวคอนกรีตด้านที่ดินหรือหินต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. ด้านที่ติดกับแบบหรือคอนกรีตหยาบต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. สำหรับเสา คานและพื้น 2.5 ซม. ฉะนั้นเพื่อบังคับให้เหล็กห่างจากแบบหล่อคอนกรีตตามระยะดังกล่าวผู้รับจ้างต้องหล่อแท่งคอนกรีตโดยมีส่วนผสมเหมือนคอนกรีตของอาคารส่วนนั้นให้มีความหนาตามระยะที่เหล็กห่างจากผิวคอนกรีตดังกล่าวและฝังลวดเหล็กปล่อยปลายไว้เพื่อหนุนและผูกเหล็กเสริมไม่ให้คลาดเคลื่อนไปจากระยะที่กำหนด ในการหนุนเหล็กเสริมนี้ห้ามใช้ก้อนหินหรือวัตถุอื่นหนุนเป็นอันขาด เหล็กเสริมทั้งหมดเมื่อติดตั้งลงในแบบหล่อแล้ว ให้ผูกมัดติดกันให้แน่นหนาทุกเส้นและต้องไม่เคลื่อนที่ในขณะเทคอนกรีตและขณะเขย่าคอนกรีต

7.13.4 เหล็ก DOWEL

เหล็ก DOWEL ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียด ก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด DOWEL ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่ และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

7.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต

ANCHOR BOLT หรือเหล็กประกอบชนิดอื่นๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ในขณะเทคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีที่ทำการ BLOCKOUT เนื้อคอนกรีตไว้ก่อน ให้ทำความสะอาดภายในช่อง BLOCKOUT และทำให้ชุ่มน้ำก่อนทำการ GROUT ด้วย NON-SHRINK MORTAR (ผสมสารเคมีเพื่อลดการหดตัว) อย่างน้อย 12 ชม.

7.14 การทดลองวัสดุก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุก่อสร้างต่างๆ เช่น เหล็ก ปูนซีเมนต์ ทราย หิน สารเคมี ผสมคอนกรีต น้ำยาบ่มคอนกรีต ฯลฯ มาให้ห้องทดลองของทางราชการ ตรวจสอบคุณภาพก่อนใช้ในงาน ในกรณีกำหนดส่วนผสมคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุผสมคอนกรีตที่จะใช้จริงๆ ในงานก่อสร้าง ตามจำนวนต่อไปนี้

7.14.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม

-	ปูนซีเมนต์	2	ถุง	(ถุงละ 50 กก.)
-	ทราย	6	บีบ	(บีบละ 20 ลิตร)
-	กรวดหรือหินอย่างละ	8	บีบ	(บีบละ 20 ลิตร)

7.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพทั่วๆ ไป

- ปูนซีเมนต์ 25 กก.
- ทราย 1/2 บีบ
- กรวด หิน แต่ละขนาด 1 บีบ
- เหล็กเสริมคอนกรีตยาวไม่น้อยกว่า 60 ซม. จำนวน 3 แท่งต่อ 1 ขนาดและแต่ละชั้นคุณภาพ
- สารเคมีผสมคอนกรีตแต่ละชนิด 1 กก. (ชนิดผง) 1/2 U.S. แกลลอน (ชนิดน้ำ)
- น้ำยาบ่มคอนกรีต 1 U.S. แกลลอน
- แผ่นยางมะตอยหรือ ELASTIC FILLER ใส่รอยต่อคอนกรีต 1 ตารางฟุต
- แผ่นวัสดุกันน้ำรั่วแต่ละชนิดแต่ละขนาดไม่น้อยกว่า 60 ซม.

7.15 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต

7.15.1 ทั่วไป

ความคลาดเคลื่อนในที่นี้ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นจากวิธีการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างงานคอนกรีตทั้งหมดให้ได้ตามแนวระดับและขนาดที่บ่งไว้ในแบบ แต่เมื่อทำด้วยความระมัดระวังดีที่สุดแล้วยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ความคลาดเคลื่อนจะต้องไม่เลยขีดกำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมรับความคลาดเคลื่อนนั้น เมื่อพิจารณาเห็นว่าจะมีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้าง รูปร่าง และการใช้งานของอาคาร งานที่ไม่ยอมรับนี้ผู้รับจ้างจะต้องรื้นถอนหรือทุบออก แล้วทำการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

7.15.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต

นอกจากจะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบรายละเอียด

(1) ความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่ง

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

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

(2) ความคลาดเคลื่อนของระดับ จากที่บ่งไว้ในแบบ

(ก) พื้น เพดาน และ คาน

สูง 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร

สูง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

สูง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(ข) ธรณีประตู หน้าต่าง ราวลูกกรง และส่วนที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ ยอมให้คลาดเคลื่อนเป็นครึ่งหนึ่งของ ข้อ (ก)

(3) ความคลาดเคลื่อนในแนวราบจากตำแหน่งที่กำหนดไว้

- ช่วง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร
- ช่วง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(4) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง หรือขนาดของช่องเปิดที่พื้น หรือกำแพง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(5) ความคลาดเคลื่อนของ FOOTING

- ความคลาดเคลื่อนของขนาดในแนวราบ ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผิดตำแหน่ง ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ 2% ของความกว้างของด้านที่วางคลาดเคลื่อนแต่ไม่เกิน 0.05 เมตร
- ความคลาดเคลื่อนของความหนา ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ +5% ของความหนาที่กำหนดให้

7.15.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม

(1) ความคลาดเคลื่อนของ COVERING หรือ EFFECTIVE DEPTH ที่ใช้สำหรับ MOMENT

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

(2) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก SIDE MOVEMENT ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.025 เมตร

7.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานคอนกรีต เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- การวัดปริมาณงานคอนกรีต หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่แบบกำหนด หรือภายในขอบเขตที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของผู้ว่าจ้างเป็นเกณฑ์
- การวัดปริมาตรคอนกรีต จะหักปริมาตรของช่องว่างส่วนที่เป็นช่องเปิด และโลหะที่ฝังไว้ออก แต่จะไม่หักปริมาตรของเหล็กเสริม สกรู น๊อต แท่งปูนรองเหล็ก การลบมุม และการลบเหลี่ยมออก
- การจ่ายเงิน จะจ่ายตามราคาต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรของงานคอนกรีตที่ระบุไว้ในสัญญา โดยจะรวมค่าวัสดุ ค่าอุปกรณ์ในการเทคอนกรีต ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง ค่าแบบคอนกรีต การเตรียมรอยต่อ การแต่งผิว การปรับแต่งดินเพื่อเตรียมเทคอนกรีต การสูบน้ำออก การทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนเทคอนกรีต การป้องกัน การบ่ม การควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต การจัดหาและขนส่งแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพ ตามที่ระบุไว้ในรายการรายละเอียดที่กล่าวแล้วข้างต้น
- ไม่มีการพิจารณา แยกจ่ายเงินสำหรับสารผสมเพิ่มเติม (ADMIXTURE)

- งานไม้แบบ นั่งร้าน ตะปู สลักเกลียว และอุปกรณ์ที่ใช้ยึดต่างๆ และโครงสร้างชั่วคราวอื่นๆ เพื่อการจัดทำโครงสร้างคอนกรีต ไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากโดยให้รวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานคอนกรีต

(1) คอนกรีตหยาบ คอนกรีตดาด คอนกรีตล้วนปนหินใหญ่ และมอร์ต้าร์ ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(2) คอนกรีตไม่รวมเหล็กเสริม หรือคอนกรีตเทครั้งที่สอง ให้วัดงานปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต และสารเคมีผสมเพิ่ม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(3) เหล็กเสริมคอนกรีต ให้วัดงานปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัม ตามขอบเขตที่กำหนดให้ในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ งานคอนกรีต งานเหล็กเสริม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยกิโลกรัม ตามที่ตกลงไว้ในสัญญา

(4) PVC WATERSTOP ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือโดยคำสั่งของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งการจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(5) ELASTIC FILLER และ ASPHALT PAPER ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(6) MASTIC JOINT SEALER ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(7) SEALING COMPOUND ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(8) DOWEL BAR WITH MASTIC COAT ให้วัดปริมาณงานเป็นชุดตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานติดตั้งหรือฝังเหล็กในคอนกรีต และงานเคลือบผิว การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่างานติดตั้งหรือฝังเหล็ก ค่าวัสดุอุปกรณ์ ไว้แล้ว

(9) พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ให้วัดงานปริมาณงานเป็นหน่วย ตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งไว้แล้ว

(10) เหล็กฝังยึดในคอนกรีต ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักตามตำแหน่งที่ติดตั้งตามที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานติดตั้งหรือฝังเหล็กในคอนกรีต และงานเคลือบผิว การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งหรือฝังเหล็ก และค่าเคลือบผิวไว้แล้ว

(11) แผ่นซีเมนต์ใยหิน ให้วัดงานปริมาณงานเป็นหน่วย ตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งแผ่นซีเมนต์ใยหิน การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งไว้แล้ว

หมวดที่ 8
งานป้องกัน และเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (Slope Protection)

8.1 ทั่วไป

8.1.1 ขอบข่ายงาน

ลาดงานขุด ในที่นี้ หมายถึง ลาดงานขุดใดๆ ที่เกิดจากการขุดลาดเขาให้ได้ความสูง และความชันตามที่แสดงไว้ในแบบรูป โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ลาดงานขุดที่เป็นหิน และลาดงานขุดที่เป็นดิน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการป้องกันการพังทลายที่จะเกิดขึ้นได้จากสภาพความลาดชันดังกล่าว โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาและจัดเรียง ติดตั้ง ตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง พิจารณาเห็นสมควรให้จัดทำ

(ก) ลาดงานขุดที่เป็นหิน เป็นลาดงานขุดวัสดุตามที่ระบุในรายละเอียด ข้อ 4.3.2 “งานขุดด้วยการระเบิด”

(ข) ลาดงานขุดที่เป็นหินที่ไม่มีเสถียรภาพ หรือไม่มีความมั่นคงให้ทำการป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพให้แก่ลาดงานขุดนั้น ๆ ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีร่วมกัน ดังนี้

1) สลักยึดหิน (Rock Bolts)
2) สมอเหล็ก (Anchor Bars)
3) คอนกรีตพ่นเสริมตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)
4) รู และท่อระบายน้ำ (Drainage Holes and Pipes)

(ค) ลาดงานขุดที่เป็นดินเป็นลาดงานขุดที่ประกอบด้วยวัสดุที่หลวมตัวไม่แน่น หรือเป็นไปตามรายละเอียดข้อ 4.3.1 “งานขุดดิน” โดยทำการป้องกัน และเพิ่มเสถียรภาพด้วยวิธีการ ดังนี้

1) งานหินทิ้ง หินก่อ หินเรียง และหินเรียงยาแนวพร้อมงานวัสดุรองพื้น
2) งานปลูกหญ้า

(ง) บริเวณใด ๆ ของลาดงานขุดที่ต้องการเพิ่มเสถียรภาพ จะพิจารณาได้ในระหว่างการขุด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะดิน/หิน รอยแตกและอัตราการผุพังของหิน การรั่วซึมของน้ำ ความชันและความสูงของลาดดิน/หิน และกรณีอื่น ๆ ที่มีผลต่อเสถียรภาพของลาดดิน/หิน โดยการป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพของลาดขุดใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีดำเนินการให้มีความปลอดภัยเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(จ) ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมและจัดเก็บวัสดุต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทำงานตามสัญญาไว้ในโครงการให้เพียงพอสำหรับงานที่จะดำเนินการในระหว่างการก่อสร้าง

(ฉ) ปริมาณงานที่ทำจริงในสนามอาจคลาดเคลื่อนไปจากปริมาณงานตามที่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพของดินหรือหิน

8.1.2 การรับผิดชอบในความปลอดภัย

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความปลอดภัยในการดำเนินงานขุด โดยรวมถึงการรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บ หรือเสียชีวิตของผู้ใด หรือการเสียหายของทรัพย์สินอันเกิดจากการนี้แต่เพียงผู้เดียว

(ข) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน หรืออุปกรณ์ค้ำยันเพื่อความปลอดภัย โดยให้ถือเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

8.2 สลักยึดหิน (Rock Bolts) สมอเหล็ก (Anchor Bars) และ Anchorage

8.2.1 การเสนอขออนุมัติวัสดุ และวิธีการติดตั้ง

1) ภายใน 60 (หกสิบ) วัน หลังจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งให้เข้าปฏิบัติการ ผู้รับจ้างต้องเสนอข้อมูล และตัวอย่างวัสดุที่จะนำมาใช้ในงานสลักยึดหิน สมอเหล็ก และ Anchorage รวมทั้งวิธีการติดตั้ง การทดสอบความมั่นคงและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

2) ภายใน 30 (สามสิบ) วัน ก่อนที่ผู้รับจ้างจะนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างาน ผู้รับจ้างต้องแจ้งจำนวน ปริมาณ วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างรับรอง หากวัสดุอุปกรณ์มีการสั่งซื้อเพิ่มเติมไม่ว่าในกรณีใดต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

8.2.2 สลักยึดหิน (Rock Bolts)

(1) บททั่วไป

(ก) ตามวัตถุประสงค์ของข้อกำหนดรายการรายละเอียดด้านวิศวกรรมนี้ สลักยึดหินเป็นเหล็กเส้นรับแรงที่ติดตั้งในรูเจาะ โดยมีปลายด้านในยึดติดกับเนื้อหินและถูกยึดด้วยแรงตลอดแนวแกน และปลายด้านหนึ่งมีแผ่นเหล็กรับแรงและแป้นเกลียว ขันยึดติดกับคอนกรีตพ่นไว้

(ข) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งสลักยึดหินตามตำแหน่งหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติ

(ค) สลักยึดหินสำหรับงานค้ำยันต้องทำการป้องกันการผุกร่อนของแผ่นเหล็กรับแรง แป้นเกลียว และแหวนรอง โดยชุบด้วยกัลวาไนท์เหลวในอัตรา 0.60 กิโลกรัมต่อตารางเมตรหลังจากการติดตั้ง ถ้ากัลป์วาไนท์ที่เคลือบอยู่เสียหายจะต้องทำการซ่อมแซมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) วัสดุ

1) เหล็กสลัก (Bolts) ทำด้วยเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน มอก.24-2548 ชั้นคุณภาพ SD 40 ต้องเป็นเหล็กใหม่ไม่มีสนิม ไม่มีฝุ่นหรือคราบสารหล่อลื่นหรือสารอื่นใดที่จะทำลายเนื้อเหล็กติดอยู่ มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบรูปที่ผู้รับจ้างเสนอ และตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

2) ขนาดและรูปร่างของแผ่นเหล็กรับแรง (Bearing Plate) แหวนรอง และแป้นเกลียว ผู้รับจ้างต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ สำหรับแผ่นเหล็กรับแรงแหวนรองและแป้นเกลียว ซึ่งต้องสัมผัสอากาศตลอดเวลานั้น ต้องชุบด้วยกัลวาไนซ์เหลวในอัตรา 0.60 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เพื่อป้องกันการผุกร่อน หลังจากการติดตั้งถ้ากัลป์วาไนซ์ที่เคลือบอยู่เสียหายจะต้องทำการซ่อมแซมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

3) ปูนมอร์ตาร์ที่ใช้อัดฉีดในงานสลักยึดหินจะประกอบด้วย ทรายละเอียด ปูนซีเมนต์ และน้ำที่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน หรือวัสดุอื่นผสมนอกเหนือจากที่กำหนดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอัดฉีด หรือเพื่อควบคุมการ Bleed หรือการหน่วงการแข็งตัวของปูน หรือใช้เมื่อผลการทดสอบพบว่าสามารถทำให้คุณภาพของปูนมอร์ตาร์ดีขึ้น และต้องเป็นสารที่ไม่ทำลายเหล็กและน้ำปูนโดยการอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง น้ำที่ใช้ผสมต้องได้ตามมาตรฐานของงานคอนกรีต

ปูนมอร์ตาร์ที่ใช้ต้องมีคุณภาพสูงเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง แล้วสามารถรับแรงได้เท่ากับร้อยละ 40 ของ Breaking Load ของเหล็กสลักและเมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมงรับแรงได้ร้อยละ 100 ของ Breaking Load ของเหล็กสลัก

ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบหาสัดส่วนที่เหมาะสมของปูนมอร์ตาร์ให้แล้วเสร็จภายใน 30 (สามสิบ) วันก่อนที่จะเริ่มมีการติดตั้งครั้งแรก โปรแกรมการทดสอบต้องประกอบด้วย ความหนืดของส่วนผสม สัดส่วนของส่วนผสมที่ใช้ได้เวลาเริ่มแรกและสุดท้ายของเวลาแข็งตัว ปริมาณของทรายและส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด การทดสอบต้องใช้วัสดุจริงที่จะใช้ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการผู้รับจ้างต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่น้อยกว่า 30 (สามสิบ) วันก่อนเริ่มงานติดตั้ง

(3) รูปแบบการติดตั้ง

รูปแบบ และความยาวของสลักยึดหินที่จะติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพของหินที่จะทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบรูปเพิ่มเติม (Shop Drawings) ที่แสดงรายละเอียดการติดตั้ง และรูปแบบการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนที่จะเริ่มงาน

(4) วิธีการติดตั้งและการทดสอบ

(ก) วิธีการติดตั้งและการทดสอบสลักยึดหินให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ผู้รับจ้างเสนอและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ข) ก่อนการติดตั้งสลักยึดหิน ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการติดตั้งโดยมีสภาพเช่นเดียวกับการติดตั้งจริง

(ค) การทดสอบแรงดึง (Pullout Test) จะดำเนินการหลังจากติดตั้งแล้ว 28 วัน ทำการทดสอบจำนวนร้อยละ 5 ของสมอเหล็กที่ติดตั้งทั้งหมด โดยใช้แรงดึงตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ค) การทดสอบแรงดึง (Pullout Test) จะดำเนินการหลังจากติดตั้งแล้ว 28 วัน ทำการทดสอบจำนวนร้อยละ 5 ของสมอเหล็กที่ติดตั้งทั้งหมด ตามมาตรฐาน ASTM D4435-08 หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

8.2.3 สมอเหล็ก (Anchor Bars)

(1) บททั่วไป

(ก) สมอเหล็กเป็นเหล็กเส้นที่ฝังอยู่ในหินโดยใช้มอร์ตาร์เป็นวัสดุยึด และมีส่วนปลายงอตั้งฉากกับผิวหน้าหิน เพื่อใช้สำหรับยึดตาข่ายเหล็กเพื่อเพิ่มเสถียรภาพของลาดงานขุด

(ข) บริเวณใด ๆ ของลาดงานขุดที่เป็นหินที่ไม่มีเสถียรภาพจำเป็นต้องพ่นคอนกรีตพ่นเพื่อเพิ่มเสถียรภาพ ผู้รับจ้างต้องเสนอรูปแบบและรายละเอียดในการติดตั้งสมอเหล็กให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ค) ผู้รับจ้างต้องไม่ทำการติดตั้งสมอเหล็กโดยปราศจากการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) วัสดุ

(ก) สมอเหล็ก เป็นเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 24-2559 ชั้นคุณภาพเป็นไปตามที่กำหนดในแบบรูป มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ข) มอร์ตาร์ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ ทรายละเอียด และน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ : ทราย เท่ากับ 1:1 หรือมีอัตราส่วนผสมโดยปริมาตรปูนซีเมนต์ : ทราย เท่ากับ 1:3 หรือตามที่กำหนดในแบบรูป และมีค่าการยุบในช่วง 70 - 90 มิลลิเมตร

(ค) ปูนซีเมนต์ที่ใช้ให้เป็น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 15 – เล่ม 1-2555

(ง) วัสดุอื่นใดตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดหรืออนุมัติ

(3) การติดตั้ง

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องทำการเจาะรูให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสมอเหล็กตามตำแหน่ง และความลึกตามที่กำหนดในแบบรูป หรือที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ และก่อนการติดตั้งสมอเหล็กต้องทำความสะอาดรูเจาะด้วยแรงดันลม และ/หรือน้ำภายใต้ความดัน

(ข) สมอเหล็กต้องใส่เข้าไปในรูเจาะ และต้องมีอุปกรณ์ Centralizer บังคับให้สมอเหล็กอยู่ตรงกลางหลุมก่อนที่มอร์ตาร์จะเริ่มแข็งตัว และมอร์ตาร์ต้องหุ้มสมอเหล็กตลอดความยาวที่ฝังอยู่ในหิน เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการยึดไม่ให้สมอเหล็กเคลื่อนตัวไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

(4) การทดสอบสมอเหล็ก

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบสมอเหล็กให้เพียงพอต่อการทดสอบ เป็นไปตามรายละเอียดที่ผู้รับจ้างเสนอ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ข) ก่อนติดตั้งสมอเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบติดตั้งโดยมีสภาพที่เหมือนกับการติดตั้งจริง

(ค) การทดสอบแรงดึง (Pullout Test) จะดำเนินการหลังจากติดตั้งแล้ว 28 วัน ทำการทดสอบจำนวนร้อยละ 5 ของสมอเหล็กที่ติดตั้งทั้งหมด ตามมาตรฐาน ASTM D4435-08 หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

8.3 คอนกรีตพ่นเสริมตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งตะแกรงเหล็ก และพ่นคอนกรีตพ่นในบริเวณผิวหินที่ทำการขุดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ผู้รับจ้างต้องไม่ทำคอนกรีตพ่นก่อนที่จะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับงานคอนกรีตพ่น และตะแกรงเหล็กได้กำหนดไว้ ดังนี้

8.3.1 คอนกรีตพ่น

(1) บททั่วไป

(ก) คอนกรีตพ่น จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานทุกประเภทที่ต้องการเพิ่มความแข็งแรงให้ผิวหน้าหิน สำหรับหน้าหินขุดทั่วไป และหน้าหินขุดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(ข) การปฏิบัติและควบคุมงานให้ใช้ตามมาตรฐานของ American Concrete Institute "Recommended Practice for Shotcreting" (ACI 506) และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(ค) บริเวณใดที่กำหนดใช้คอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องทำงานคอนกรีตพ่นให้ได้ความหนาต่ำสุดตามที่กำหนดในแบบหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) วัสดุ

(ก) วัสดุที่สำคัญสำหรับคอนกรีตพ่นที่ใช้เหมือนงานคอนกรีตให้ใช้ตามข้อกำหนดรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมในหมวดที่ 7

(ข) วัสดุคละชนิดละเอียดและชนิดหยาบ ให้ใช้ตามมาตรฐาน ASTM C33 โดยใช้ขนาดวัสดุใหญ่สุด ½ "

(ค) น้ำยาผสม (Admixture) สำหรับคอนกรีตพ่นต้องมีคุณสมบัติทำให้ส่วนผสมแข็งตัวเร็วและมีความแข็งแรงสูง ต้องไม่มีส่วนผสมของสารที่ละลายน้ำได้ คลอไรด์ หรือสารอื่นใดที่มีผลต่อการกัดกร่อนเหล็กและไม่มีผลต่อความเสียหายต่อสิ่งอื่นใด อาทิ เกิดรอยแตก รอยแยกในคอนกรีตพ่น

(ง) อัตราส่วนการผสมของน้ำยาผสมที่ใช้ไม่ควรเกิน 5% ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ยกเว้นในกรณีที่ต้องพ่นคอนกรีตพ่นในบริเวณที่ต้องการเพิ่มเสถียรภาพของหินผุอย่างเร่งด่วน หรือในบริเวณที่มีอัตราการซึมของน้ำสูง

(จ) ผู้รับจ้างต้องเสนอน้ำยาผสมพร้อมรายละเอียดคุณสมบัติให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ฉ) น้ำที่ใช้ผสมให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการใช้ในงานคอนกรีต

(3) การผสม (Mixing)

(ก) ผู้รับจ้างต้องออกแบบส่วนผสมให้ได้คอนกรีตพ่น (Shot Crete) ที่มีความสามารถในการ รับแรงได้ดังนี้

- กำลังอายุ 24 ชั่วโมง รับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 105 กก./ตร.ซม.
- กำลังอายุ 28 วัน รับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ตร.ซม.

เมื่อหล่อด้วยตัวอย่างตามข้อ (จ)

(ข) การผสมวัสดุโดยวัดสัดส่วนการผสมเป็นปริมาตร อาจอนุโลมให้ใช้ถ้าเป็นการผสมโดยใช้รถผสมเคลื่อนที่ แต่ทั้งนี้ต้องทำการตรวจสอบสัดส่วนการผสมตลอดเวลา และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

(ค) ก่อนที่จะนำวัสดุผสม (Dry Mix) เข้าเครื่องพ่น วัสดุผสมระหว่างซีเมนต์และวัสดุคละ (แห้ง) ต้องถูกผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเสียก่อน

(ง) สัดส่วนการผสมของซีเมนต์ วัสดุคละ และน้ำยาผสม ที่ใช้จากการทดสอบก่อนการใช้งาน โดยทั่วไปสัดส่วนการผสมของซีเมนต์และวัสดุคละความชื้นต่ำจะอยู่ระหว่าง $^1/_3$ ถึง $^1/_5$ โดยน้ำหนัก

(จ) ความชื้นของวัสดุคละแบบละเอียดในขณะที่ทำการผสมต้องอยู่ในช่วง 3% ถึง 6% ต่อน้ำหนักของวัสดุคละที่อบแห้ง (100 เซลเซียส)

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการ และการควบคุมการผสมวัสดุตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมให้ได้สัดส่วนการผสมที่ถูกต้อง และคงที่สำหรับการพ่นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ช) น้ำยาผสม ถ้าอนุมัติให้ใช้ต้องไม่ทำการผสมกับวัสดุผสม (Dry Mix) ก่อนที่จะนำเข้าเครื่องพ่น หรือถ้าอยู่ในรูปของของเหลว (Wet Mix) ให้ผสมกับน้ำที่หัวพ่น ซึ่งจะได้สัดส่วนการผสมที่ถูกต้อง

(ซ) อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุคละ วิธีการพ่น ความต้องการเพิ่มการยึดเกาะ

(4) บุคลากร, เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานและการปฏิบัติงาน

(ก) อย่างน้อย 30 วัน ก่อนเริ่มงานคอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดของเครื่องจักรและบุคลากรที่ใช้ตามรายการดังนี้

- ประเภท จำนวน และข้อกำหนดการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผสมและพ่นคอนกรีตพ่น
- จำนวนและรายชื่อของคนจับหัวพ่นคอนกรีตพ่น (Nozzleman)

(ข) เครื่องจักรที่ใช้ในงานคอนกรีตพ่นให้จัดทำรายงานตามรายการดังนี้

- แรงดันน้ำที่หัวพ่น
- ปริมาตรของน้ำที่ใช้
- แรงดันลมที่ออกจากเครื่องพ่น
- อัตราการพ่นของส่วนผสม
- อัตราการใช้น้ำยาผสม

(ค) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นต้องตั้งอยู่ในบริเวณที่ง่ายต่อการควบคุมปริมาณและการควบคุมงานที่ถูกต้องของคนพ่น และคนคุมเครื่อง

(ง) แรงดันและปริมาตรของลมและน้ำสำหรับงานพ่นคอนกรีตต้องเพียงพอต่อการใช้งานตามข้อกำหนดรายละเอียดในการทำงานของเครื่องจักร ทั้งนี้ระบบแรงดันลมที่ใช้ต้องไม่มีน้ำมันปนเปื้อน

(จ) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องมีโม่แบบหมุนหรือแบบอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ แต่ทั้งนี้การลำเลียงส่วนผสมและน้ำยาผสมออกจากเครื่อง ต้องมีอัตราสม่ำเสมอในการผสมน้ำยาผสมกับส่วนผสมก่อนที่จะเข้าไปในโม่ของเครื่องพ่น ต้องใช้อุปกรณ์ในการจ่ายน้ำยาผสมที่มีอัตราการจ่ายสม่ำเสมอที่บริเวณปากโม่ของเครื่อง

(ฉ) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องสามารถลำเลียงส่วนผสมแบบแห้ง (Dry Mix) ไปตามท่อยางในอัตราความเร็วที่สม่ำเสมอ และพ่นออกจากหัวยิงด้วยความเร็วที่ทำให้วัสดุต่างจากส่วนผสมยึดเกาะติดหน้าหิน โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับ(Re-bond) น้อยที่สุด และการยึดเกาะของวัสดุแน่นมากที่สุด

(ช) กรณีใช้เครื่องพ่นแบบเปียก สัดส่วนของวัสดุเปียกและน้ำยาผสมที่ใช้ต้องทำการพ่นทดลองดูก่อนเพื่อตรวจเช็คความแน่นหนา ส่วนเครื่องพ่นต้องสามารถพ่นส่วนผสมเปียกให้ยึดติดหน้าหินได้แน่นมากที่สุด โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับน้อยที่สุด

(ซ) คนจับหัวพ่น (Nozzleman) อาจจะใช้ลมและน้ำจากเครื่องพ่นคอนกรีตพ่นสำหรับทำความสะอาดผิวหน้าหินก่อนพ่นคอนกรีตพ่น หรือพ่นทำความสะอาดหลังจากทำงานเสร็จแล้ว

(ฌ) ก่อนที่จะทำการพ่นคอนกรีตพ่น ต้องทำความสะอาดหน้าหิน และช่วงรอยต่อระหว่างหินกับคอนกรีตพ่น ที่พ่นครั้งหลังสุดให้สะอาดปราศจากเศษหินและทำให้ผิวหน้าหินเปียก เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ ดังนั้นผิวหน้าหินที่จะพ่นคอนกรีตพ่นต้องชื้น แต่ต้องไม่มีน้ำไหลตามผิวหน้า

(ญ) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการในการควบคุมน้ำใต้ดิน ที่จะมีผลต่อการพ่นคอนกรีตพ่น การไหลของน้ำบริเวณหน้าหินจะมีผลทำให้แรงยึดเกาะของคอนกรีตพ่นกับหินลดลง การติดตั้งท่อหรือทำร่อง หรือวิธีการอื่นๆ ที่เป็นการระบายน้ำตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติหรือวิธีการอื่นๆ ที่ผู้รับจ้างเสนอ โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผิวคอนกรีตพ่นบริเวณใดๆ ก็ตามที่ได้รับผลกระทบจากการไหลของน้ำ และได้แก้ปัญหาการไหลของน้ำแล้ว บริเวณนั้นต้องทำการพ่นคอนกรีตพ่นเพิ่มเติมให้เพียงพอตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาและอนุมัติ

(ฎ) ส่วนผสมสำหรับพ่นต้องใช้ให้หมดภายในเวลาไม่เกิน 90 นาที หลังจากการผสมตามสภาพของงานที่ทำและตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด แต่ทั้งนี้ผลของการทดสอบต้องผ่านตามข้อกำหนด

(ฏ) ในขณะที่ทำการพ่น ถ้าส่วนผสมที่พ่นออกมาแห้งบ้างเปียกบ้างไม่สม่ำเสมอ ให้หยุดทำการพ่นทันที และคอนกรีตพ่นที่ได้พ่นไว้แล้วให้รื้อออก

(ฐ) ผิวคอนกรีตพ่นใด ๆ ที่พ่นเสร็จแล้ว เมื่อตรวจสอบพบว่าไม่แน่น มีโพรงและการกระจายตัวของส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ หรือทดสอบกำลังอัดได้ต่ำกว่าที่กำหนดจะต้องทำการรื้อออกหรือทำการพ่นซ้ำ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ฑ) รอยต่อของการก่อสร้างอาจทำเป็นร่องตัววีที่มีมุมประมาณ 30° หรืออาจจะตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลึกและต่อเนื่องด้วยร่องตัววีมุม 30° รอยต่อทั้งหมดต้องทำความสะอาด และให้เปียกชื้นก่อนที่จะยาแนวด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกับส่วนผสมที่ใช้ในงานคอนกรีตพ่น

(ฒ) ส่วนผสมที่เหลือจากการพ่นให้ขนย้ายออกทันทีระหว่างการพ่น และห้ามนำกลับมาใช้อีก

(ณ) สำหรับงานคอนกรีตพ่นบริเวณลาดเขาหลังจากพ่นคอนกรีตพ่นเสร็จ ให้บ่มเป็นระยะเวลา 7 วัน

(ด) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง อาจจะสั่งการให้ผู้รับจ้างเจาะรูระบายน้ำหลังจากพ่นคอนกรีตพ่นเสร็จแล้ว

(5) การทดสอบกำลังอัด

กำลังอัดที่จะทำการทดสอบได้กำหนดไว้ในหมวดที่ 7 เรื่องการผสมแท่งทดสอบที่จะใช้ทดสอบกำลังอัดนี้ต้องมีขนาด 100 x 100 x 100 มม.

(ก) การทดสอบก่อนการก่อสร้าง (Pre-Construction Test)

การทดสอบก่อนการก่อสร้าง จะต้องดำเนินการก่อนที่จะเริ่มงานคอนกรีตพ่น การทดสอบกระทำโดยพ่นคอนกรีตพ่นบนแผงทดสอบ (Panel) และทำการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน AC1 506 โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นผู้อนุมัติผลการทดสอบดังกล่าว การทดสอบกำลังอัด ให้ดำเนินการทดสอบที่ 24 ชั่วโมง และ 28 วัน ในขณะที่รอผลการทดสอบกำลังอัดที่ 28 วัน ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจจะอนุมัติให้ทางผู้รับจ้างเริ่มงานพ่นคอนกรีตพ่นได้ แต่ทั้งนี้ผลการทดสอบกำลังอัดที่ 28 วัน ต้องได้ตามที่กำหนดไว้

(ข) การทดสอบในระหว่างก่อสร้าง

ในระหว่างทำงานคอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องจัดเก็บตัวอย่างและทดสอบกำลังอัดทุกๆ 30 ลูกบาศก์เมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยเก็บแท่งทดสอบจำนวน 6 แท่ง ไปทดสอบกำลังอัดที่ 24 ชั่วโมง และ 28 วัน อย่างละ 3 แท่งตามลำดับ โดยผลการทดสอบจะพิจารณา

- แท่งตัวอย่างทั้งสามแท่ง มีค่ากำลังอัดมากกว่าหรือเท่ากับค่ากำลังอัดที่กำหนดไว้หรือ
- ค่าเฉลี่ยของกำลังอัดทั้งสามแท่ง มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่ากำลังอัดที่กำหนด ทั้งนี้ยอมให้กำลังอัดต่ำกว่าค่าที่กำหนดได้จำนวน 1 แท่ง แต่ต้องไม่น้อยกว่า 85% ของกำลังอัดที่กำหนดไว้

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างเจาะเก็บแท่งทดสอบจากบริเวณหน้างาน ถ้าผลการทดสอบจากแท่งตัวอย่างไม่ได้กำลังอัดตามที่กำหนด

(6) การตรวจสอบหรือการทดสอบทั่ว ๆ ไป

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้าง เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. เพื่อตรวจสอบความหนาของคอนกรีตพ่นในบริเวณที่สงสัยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตพ่นในสนามเพื่อทดสอบกำลังอัดในกรณีที่ผลการทดสอบกำลังอัดจากแท่งตัวอย่างไม่ได้ค่ากำลังอัดตามข้อกำหนด หรือเนื่องมาจากสาเหตุอื่น ๆ โดยหลุมเจาะที่เกิดจากการเจาะเก็บตัวอย่างให้ทำการอุดด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมที่ใช้ในการพ่น

8.3.2 ตะแกรงเหล็ก

ตะแกรงเหล็ก (Wire mesh) มีลักษณะเป็นเส้นเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. เชื่อมต่อกันเป็นตะแกรงสี่เหลี่ยมขนาดกว้างช่องละ 150 มม. ตามมาตรฐานของ ASTM A497, TIS 926-2533 หรือเทียบเท่า โดยต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน โดยการติดตั้งหลังจากพ่นคอนกรีตชั้นแรก มีระยะเหลื่อมซ้อนไม่น้อยกว่า 300 มม. เมื่อพ่นคอนกรีตทับหน้าเสร็จแล้วต้องไม่ปรากฏลายเส้นตะแกรงให้เห็น

8.4 ท่อ และรูระบายน้ำ (Drain Holes and Perforated Pipes)

8.4.1 บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเจาะรู และติดตั้งท่อระบายน้ำตามขนาดตำแหน่ง และความลึกตามที่ได้แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดหรืออนุมัติ

8.4.2 การเจาะรูระบายน้ำ

รูเจาะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ต้องเจาะลึกตามที่ระบุไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ โดยที่ทิศทางการวางตัวของรูเจาะต้องเอียงขึ้นจากแนวระนาบราบประมาณ 10 องศา – 15 องศา สำหรับลาดงานขุดที่เป็นดิน ต้องเจาะลึกเข้าไปในชั้นหินไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร

8.4.3 ท่อระบายน้ำ

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งท่อกรุ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร โดยมีความยาวท่อกรุตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ โดยท่อกรุ PVC จะต้องมีแผ่นใยสังเคราะห์กรองน้ำ (Geotextile) หุ้มตลอดความยาว และปลายด้านในสุดของท่อต้องปิดด้วยฝาครอบ PVC

8.4.4 การหุ้มท่อระบายน้ำ PVC (Perforated Pipe)

จะต้องห่อหุ้มตลอดความยาวท่อเพื่อป้องกันเศษวัสดุดิน กรวด หรือหิน หลุดรอดเข้าไปภายในท่อ ซึ่งอาจทำให้ท่ออุดตัน โดยกำหนดระยะทาบของแผ่นใยสังเคราะห์จะอยู่ประมาณ 30 เซนติเมตร ใช้ขนาดความกว้างของแผ่นใยสังเคราะห์ไม่น้อยกว่า 35 เซนติเมตร สำหรับห่อหุ้มท่อระบายน้ำขนาด 75 มิลลิเมตร และใช้ขนาดความกว้างของแผ่นใยสังเคราะห์ไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สำหรับห่อหุ้มท่อระบายน้ำขนาด 50 มิลลิเมตร ยึดแผ่นใยสังเคราะห์แนบติดกับท่อระบายน้ำด้วยลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

8.5 งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น

8.5.1 งานหินทิ้ง และหินเรียง

หินต้องมีความแข็งแรง ทนทาน ค่าความสึกหรอต้องไม่เกินร้อยละ50 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Los Angles Abrasion Test ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 535

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและเรียงหินให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่ง แนว และระดับ ตามแบบรูปหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(1) คุณสมบัติทั่วไป หินทิ้ง หินเรียงจะต้องเป็นหินที่แข็งแกร่ง เนื้อแน่น คงทนไม่ผุกร่อน ทนต่อการขัดสี (Abrasion) ผ่านการทดสอบโดยวิธี Los Angeles Abrasion Test โดยจะต้องมีค่าความสึกหร่อไม่เกินร้อยละ 50 ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C131-55 หรือทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 535 อนึ่ง การเรียงหินจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังโดยจัดและเรียงหินจากขนาดเล็กสุดในด้านที่ติดกับกรวดทรายรองพื้น และใหญ่สุดที่ผิวนอกของ Slope แล้วปูตลอดเป็นพื้นที่ต่อเนื่อง ตามที่กำหนดไว้ในแบบรูป หรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ เพื่อกันการถูกพัดพาออกไปเนื่องจากลม

(2) ตรวจสอบความแกร่งทนต่อสภาพอากาศ (Soundness) เมื่อทดสอบด้วยวิธีแช่น้ำยาโซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulphate) ส่วนที่สูญหายไปต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 88

(3) การจัดขนาดคละ (Gradation) หินทิ้ง และหินเรียงจะต้องมีขนาดลดหลั่น โดยมีเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงโดยประมาณ ดังนี้

ขนาดของวัสดุ (เซนติเมตร)	ความหนาของหินทิ้ง/หินเรียงที่กำหนดในแบบรูป				
	0.30 เมตร	0.50 เมตร	0.60 เมตร	0.70 เมตร	0.80 เมตร
50	-	-	80-100 %	80-100 %	0-70 %
30	-	0-50 %	0-50 %	0-50 %	0-50 %
20	0-40 %	0-30 %	0-30 %	0-30 %	0-30 %
10	0-20 %	0-10 %	0-10 %	0-10 %	0-10 %
4	0-5 %	0-5 %	0-5 %	0-5 %	0-5 %

8.5.2 งานหินก่อ และหินเรียงยาแนว

(1) หินก่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหินก่อให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่งแนว และระดับ ตามที่กำหนดในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติ และวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการก่อหิน การวางหินแต่ละก้อนต้องวางอย่างประณีตและก่อยึดด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) ปูนทรายรองพื้นให้หนาอย่างน้อย 1 เซนติเมตร ทั้งในแนวดิ่ง และแนวราบ รอยต่อโดยรอบจะต้องเคาะให้ติดกันแน่นและปาดปูนทรายส่วนที่เกินออกแล้วแต่งด้วยเกียงเหล็กให้เรียบ หินที่นำมาก่อต้องทำให้ชุ่มน้ำ และล้างทำความสะอาดเอาฝุ่นที่เกาะติดตามผิวหินออกด้วย

(2) หินเรียงยาแนว

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและเรียงหินให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่งแนว และระดับ ตามที่กำหนดในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติและวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการยาแนวด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม

1:3 (โดยน้ำหนัก) อุดช่องว่างระหว่างก้อนหิน โดยมีความหนาของมอร์ตาร์พอสมควร แล้วแต่งด้วยเกียงให้เสมอผิวหินโดยตลอดดูเรียบร้อย และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

8.5.3 งานวัสดุรองพื้น

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และปูวัสดุให้ได้ความหนา รูปร่าง ตำแหน่ง แนว ระดับ และขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(2) คุณสมบัติวัสดุ เป็นไปตามรายละเอียดในบทที่ 4 “งานวัสดุถมบดอัดแน่น” หรือตามที่กำหนดในแบบรูป

(3) แหล่งวัสดุจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน

(4) วิธีการทำงาน จะต้องทำการปูทรายและหินย่อยรองพื้นลงบนชั้นดิน หรือชั้นดินที่ได้รับการตกแต่งผิวหน้าเรียบร้อยแล้ว ทำการปูทรายและหินย่อยรองพื้นให้ได้ความหนาตามที่กำหนดในแบบรูป

8.6 งานแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile)

8.6.1 ทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผ่นใยสังเคราะห์กรองน้ำ สำหรับงานวัสดุกรอง และการปูรองพื้นกล่อง Gabions ตามที่แสดงในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

8.6.2 ลักษณะทั่วไป

แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) ที่ใช้เป็นชนิดไม่ถักทอ (Non Woven) โดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบ Needle Punch มีความหนาฟู เพื่อรองรับแรงกระแทกของสิ่งมีคมได้เป็นอย่างดี

เส้นใยที่ใช้ทำจากสาร Polypropylene 100%

ความกว้างของม้วน ไม่น้อยกว่า 4 เมตร และความยาวของม้วนไม่น้อยกว่า 100 เมตร

8.6.3 คุณสมบัติต่าง ๆ

ตารางแสดง คุณสมบัติของแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับวัสดุกรอง

คุณลักษณะ	หน่วย	วิธีทดสอบ	เกณฑ์กำหนด
น้ำหนัก	กรัม/ ตร.ม.	ASTM D 5261	ไม่น้อยกว่า 200
Wide Width Tensile Strength	kN/m	ASTM D 4595	ไม่น้อยกว่า 15
CBR Puncture	N	BS 6906 : Part 4	ไม่น้อยกว่า 2,300
Grab Tensile	N	ASTM D 4632	ไม่น้อยกว่า 900
Trapezoidal Tear Strength	N	ASTM D 4533	ไม่น้อยกว่า 275

Water Permeability (10 ซม. Head)	liter/m^2/sec	ASTM D-4491	ไม่น้อยกว่า 100

ตารางแสดง คุณสมบัติของแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับการปูรองพื้นกล่อง Gabions

คุณลักษณะ	หน่วย	วิธีทดสอบ	เกณฑ์กำหนด
น้ำหนัก	กรัม/ ตร.ม.	ASTM D 5261	ไม่น้อยกว่า 140
Wide Width Tensile Strength	kN/m	ASTM D 4595	ไม่น้อยกว่า 6.5
CBR Puncture	N	BS 6906 : Part 4	ไม่น้อยกว่า 1,260
Grab Tensile	N	ASTM D 4632	ไม่น้อยกว่า 420
Trapezoidal Tear Strength	N	ASTM D 4533	ไม่น้อยกว่า 215
Water Permeability (10 ซม. Head)	liter/m^2/sec	ASTM D-4491	ไม่น้อยกว่า 100

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเอกสารแบบแค็ตตาล็อก (Catalogue) จากโรงงานผู้ผลิต และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนาด 1.50 x 1.50 เมตร อย่างน้อย 1 ชิ้น ก่อนนำไปใช้งานต้องได้อนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 (สามสิบ) วัน ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินต่อไปได้

8.6.4 การปูแผ่นใยสังเคราะห์

การวางกล่อง Gabions ก่อนที่จะทำการปูแผ่นใยสังเคราะห์ให้ปรับแต่งพื้นผิวที่จะปูให้เรียบร้อยก่อนปู การต่อเชื่อมแผ่นใยสังเคราะห์ ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1) การต่อโดยให้แผ่นเหลื่อมกัน (Overlapping)

ระยะทาบของแผ่นใยสังเคราะห์จะอยู่ประมาณ 50 เซนติเมตร ในแนวราบ และ 80 เซนติเมตร ในแนวเอียง สำหรับชั้นดินบดอัดที่แน่นและเรียบ ให้วางทาบปกติโดยไม่ต้องเชื่อมใด ๆ หรืออาจติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

2) การเย็บ (Sewing)

แผ่นใยสังเคราะห์ อาจจะเชื่อมต่อกันโดยวิธีเย็บแบบต่อเนื่อง โดยใช้เส้นด้าย Polyester หรือ Nylon การเย็บแบบต่อเนื่องให้ทำตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต สำหรับพลาสติกรองพื้นจะทำการ

ปูบนดิน หรือหิน ในบริเวณที่แบบรูปกำหนดให้ได้ขนาด ความหนา รูปร่างตามที่ระบุไว้ในแบบรูป หรือรายการรายละเอียดด้านวิศวกรรมด้านวิศวกรรม

8.7 งานปลูกหญ้า

8.7.1 วัตถุประสงค์

การปลูกหญ้า จะกระทำเพื่อป้องกันการกัดเซาะของน้ำฝนในบริเวณลาดของทำนบดิน คันทางหรือในที่อื่น ๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง การปลูกจะต้องกระทำบนชั้นของหน้าดินที่มีปุ๋ยหรืออินทรีย์วัตถุปนอยู่ ความหนาของชั้นหน้าดินต้องไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบรูป และจะต้องปรับเกลี่ยให้เรียบสม่ำเสมอก่อน ทำการปลูก

8.7.2 วัสดุที่ใช้

หญ้าที่นำมาปลูกจะต้องเป็นหญ้าพันธุ์พื้นเมืองที่มีกำเนิดในประเทศไทย ไม่มีพิษ หรือไม่ทำอันตรายต่อคนและสัตว์ และต้องไม่เป็นชนิดที่รบกวนต่อการเจริญเติบโตของพืชผลทางการเกษตร

8.7.3 วิธีการปลูก

(1) ในการปลูกจะใช้แผ่นหญ้าขนาด 0.30x0.30 ตารางเมตร หรืออาจเป็นแผ่นยาว กว้าง 0.30 เมตร ก็ได้ ปูติดกันเป็นแนวหน้ากระดาน ห่างกันแถวละ 0.15 เมตร กระทุ้งให้ติดแน่นกับดินผิวหน้า (Topsoil) หนา 0.10 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบรูป ช่วงเวลานับตั้งแต่การขุดตัด หรือถากหญ้าจากแหล่งกำเนิด และขนย้ายเป็นแผ่นจนกระทั่งถึงการลงมือปลูก จะต้องพยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุดและจะต้องระวังไม่ให้หญ้าแห้งได้

(2) การปลูกหญ้าต้องใช้หญ้าส่วนที่มีรากติดอยู่อย่างสมบูรณ์ พร้อมทั้งกลบทับโดยรอบด้วยดินเดิมที่มีความชื้นเพียงพอ

(3) ทันทีภายหลังจากการปลูกจะต้องรดน้ำให้เปียกชุ่มอย่างทั่วถึง และต่อจากนั้นจะต้องหมั่นดูแลรดน้ำเป็นระยะ ๆ จนกว่าหญ้าจะเจริญงอกงามปกคลุมตลอดพื้นที่ที่ต้องการ ค่าใช้จ่ายในการรดน้ำดังกล่าว จะรวมอยู่ในราคาของงานปลูกหญ้าตามที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้าง

(4) การปลูกหญ้าจะกระทำได้เฉพาะในช่วงฤดูที่เห็นว่าหญ้าสามารถจะเจริญเติบโตได้ตามการอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเท่านั้น

(5) ผู้รับจ้างอาจใช้วิธีการปลูกหญ้านอกเหนือจากที่กำหนด เช่น วิธีปลูกเป็นจุด หรือการหว่านเมล็ดให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

8.8 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

8.8.1 งานสลักยึดหิน (Rock Bolts)

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานสลักยึดหิน ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ เมื่อผู้รับจ้างได้จัดติดตั้งแล้วเสร็จตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นชุด สำหรับสลักยึดหินที่ได้ติดตั้งเสร็จเรียบร้อย จะวัดปริมาณตามจำนวนของสลักยึดหินที่ติดตั้งตามความยาวที่ได้กำหนดตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริงตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราต่อหน่วยเป็นชุด ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง การเจาะรู การทำความสะอาดรูเจาะ การอัดฉีดมอร์ตาร์ การติดตั้งและการทดสอบ แผ่นเหล็กรับแรง แหวนรองและแป้นเกลียว แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

8.8.2 งานคอนกรีตพ่นเสริมตาข่ายเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)

(1) งานคอนกรีตพ่น (Shotcrete)

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานคอนกรีตพ่น ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ เมื่อผู้รับจ้างได้จัดทำแล้วเสร็จตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร สำหรับงานคอนกรีตพ่น จะวัดเป็นพื้นที่ของคอนกรีตพ่นที่พ่นเสร็จเรียบร้อยตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร ตามขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริงตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราราคาต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ของแต่ละความหนาของคอนกรีตพ่นตามที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนส่ง การทำงานคอนกรีตพ่น การป้องกัน การบ่มผิว การทดสอบคุณภาพ แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(2) งานตะแกรงเหล็ก (Wire Mesh) และงาน Hexagonal Steel Wire Mesh

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานตะแกรงเหล็ก (Wire Mesh) และงาน Hexagonal Steel Wire Mesh ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ เมื่อผู้รับจ้างได้พ่นคอนกรีตหุ้มตะแกรงเหล็กเสร็จเรียบร้อย ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร ตามขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริงตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราราคาต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุและการต่อทาบ แรงงาน การขนส่ง การติดตั้ง การทดสอบคุณภาพ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

8.8.3 งานท่อ และรูระบายน้ำ (Drain Holes and Perforated Pipes)

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานท่อ และรูระบายน้ำ ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ เมื่อผู้รับจ้างได้ติดตั้งแล้วเสร็จตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นชุด สำหรับท่อระบายน้ำที่ฝังในดิน หรือฝังในหินจะวัดเป็นความยาวของท่อระบายน้ำที่ติดตั้งในรูเจาะเสร็จเรียบร้อยและเป็นความลึกตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริงตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราต่อหน่วยเป็นชุด ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง การเจาะรูท่อ และการหุ้มท่อด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

8.8.4 งานหินทิ้ง งานหินเรียง งานหินก่อ งานหินเรียงยาแนวและงานวัสดุรองพื้น

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานหินทิ้ง งานหินเรียง งานหินก่อ งานหินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ เมื่อผู้รับจ้างได้จัดทำแล้วเสร็จและเป็นระยะทางต่อเนื่องกันตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะวัดงานให้ได้ระดับ รูปร่าง แนว ตำแหน่ง ความแน่น (ในกรณีที่กำหนด) ตามที่กำหนดเป็นพื้นที่ต่อเนื่องกันตามขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณที่ทำได้จริงภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ อัตราต่อหน่วยในงานที่เกี่ยวข้องนี้ให้รวมค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกวัสดุ ค่าขนย้าย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว อัตราต่อหน่วยนี้ให้รวมถึงค่าวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือ ค่าแรง และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว เพื่อให้งานแล้วเสร็จตามวัตถุประสงค์

8.8.5 งานแผ่นใยสังเคราะห์ และงานแผ่นใยสังเคราะห์กรองน้ำ หนา 0.25 มม.

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานแผ่นใยสังเคราะห์ และงานแผ่นใยสังเคราะห์กรองน้ำ หนา 0.25 มม. ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ เมื่อผู้รับจ้างได้ดำเนินการแล้วเสร็จและเป็นระยะทางต่อเนื่องกัน ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร ตามพื้นที่ที่ปูโดยต่อเนื่องติดต่อกันภายในขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณที่ทำได้จริงภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ส่วนที่ทาบ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าทดสอบ ค่าแรงปูและติดตั้ง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์

8.8.6 งานตาข่ายป้องกันหินร่วง

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานตาข่ายป้องกันหินร่วง ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ที่ผู้รับจ้างได้ดำเนินการแล้วเสร็จและเป็นระยะทางต่อเนื่องกันตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร เป็นพื้นที่ที่ทำงานต่อเนื่องกันภายในขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ พร้อมส่วนประกอบติดตั้งอื่นที่ต้องดำเนินการเพื่อยึดเกาะตาข่ายให้มีความมั่นคง หรือตามปริมาณที่ทำได้ภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุ ค่าแรงขนย้าย ค่าประกอบติดตั้ง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้ว่าจ้างจ่ายเงินให้ผู้รับจ้างตามเปอร์เซ็นต์ผลงานความก้าวหน้าของงาน

8.8.7 งานปลูกหญ้า

<u>การวัดปริมาณงาน</u>

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานปลูกหญ้า ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ที่ผู้รับจ้างได้ดำเนินการแล้วเสร็จและเป็นระยะทางต่อเนื่องกันตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร เป็นพื้นที่ที่ปลูกจริงและต่อเนื่องกันภายในขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตาม

ปริมาณที่ทำได้จริงภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

<u>การจ่ายเงิน</u>

ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ในอัตราต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุ ค่าแรงขนย้าย ค่าดินผิวหน้า (Topsoil) ค่าปลูก เกลี่ยดินตกแต่ง อุปกรณ์ ปุ๋ย การบำรุงรักษา รดน้ำจนกระทั่งหญ้าเจริญงอกงามดีตามที่ต้องการ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้ว่าจ้างจ่ายเงินให้ผู้รับจ้างตามเปอร์เซ็นต์ผลงานความก้าวหน้าโดยแบ่งเป็น 2 งวด ดังนี้

- จ่ายเงินงวดที่ 1 เป็นจำนวนร้อยละ 50 ของราคางาน ภายหลังจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจนับหญ้าที่ได้ปลูกเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- จ่ายเงินงวดที่ 2 เป็นจำนวนร้อยละ 50 ของราคางาน เมื่อหญ้าที่ปลูกตั้งตัวได้และเจริญงอกงามดี และได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

หมวดที่ 9
งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก
(REINFORCED CONCRETE PIPE)

9.1 ทั่วไป

ท่อคอนกรีตที่จะใช้ในงานอาคารต่างๆ ซึ่งแสดงไว้ในแบบรายละเอียดจะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยี่ยม ไม่เบี้ยว ไม่มีรอยร้าวแตกบิ่น แตกลาย หรือมีผิวขรุขระมากกว่าปกติบรรดาท่อต่างๆ เหล่านี้ จะต้องตรงตามมาตรฐานท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นที่ 3 ตามมาตรฐานของ มอก. 128 เว้นไว้แต่จะได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต โดยที่ปลายท่อจะสอดเข้ากันได้พอดี ฉะนั้นเมื่อนำท่อมาต่อเข้าด้วยกันและฉาบปูนเรียบร้อยแล้ว ท่อดังกล่าวจะยาวติดต่อกันเป็นท่อส่งน้ำที่ไม่รั่วซึม ผิวท่อภายในราบเรียบ และอยู่ในแนวเดียวกัน

ในการวางและต่อท่อ จะต้องดำเนินการอย่างถูกต้องตามวิธีการ ดังจะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ

หลุมที่วางท่อจะต้องขุดให้ได้ความลึกและความกว้างตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพึงกำหนด ในจุดที่กำหนดให้วางท่อลงกับพื้นหลุมโดยตรงจะต้องขุดหลุมให้ตรงและมีระดับเสมอกันเพื่อช่วยประคองท่อให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยดีตลอดเส้นและจะต้องไม่ให้มีรากไม้ก้อนหินและวัตถุที่มีความแข็งอย่างอื่นซึ่งอาจทำให้ท่อเสียหาย ดินที่ขุดออกจะต้องกองไว้ตามแนวหลุมโดยมิให้กีดขวางงานอื่นและต้องมิให้กลับตกลงไปในหลุมที่ขุดด้วย สำหรับในจุดที่จะต้องทำการต่อท่อเข้าด้วยกันจะต้องขุดหลุมให้กว้างกว่าเดิม และ/หรือ ลึกกว่าเดิม เพื่อการต่อท่อโดยให้มีขนาดตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังอย่างเต็มที่ในอันที่จะป้องกันมิให้เกิดพังเป็นโพลงขึ้นในหลุม หรือการยุบตัวของพื้นดิน หรือท่อตรงที่ต่อกัน สำหรับหลุมตอนที่เกิดเป็นโพลงหรือเกิดการยุบตัวขึ้นนั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำด้านข้างของหลุมให้เอียงลาดแล้วติดตั้งที่ค้ำยัน หรือที่เหนี่ยว เป็นต้น และจะต้องจัดแจงดำเนินการอย่างอื่นตามความจำเป็นของสภาพแวดล้อมนั้นๆ

ถ้ากำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดว่าจะต้องกรุทรายหรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วลงในก้นหลุมที่ขุดไว้ ในที่ซึ่งกำหนดให้กรุก้นหลุมเช่นที่กล่าวจะต้องขุดก้นหลุมให้มีความลึกเพียงพอที่จะสามารถกรุก้นหลุมซึ่งอยู่ใต้ท่อด้านล่างให้ได้ความหนาตรงตามที่กำหนดและจะต้องกลบทับด้วยชั้นของทรายสะอาด หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วตามที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และบดอัดให้แน่น ผิวหน้าของก้นหลุมจะต้องตกแต่งให้ได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในตอนต้นทั้งนี้เพื่อให้เรียบเสมอกันและมั่นคงแข็งแรงพอรองรับท่อที่จะนำมาวาง

9.3 การวางและการต่อท่อ

เมื่อนำท่อแต่ละท่อมาวางลงในหลุมจะต้องจัดวางให้เข้าที่ตรงตามแนวท่อที่อยู่ติดกันและต้องให้รอยต่อตรงศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อลดการเหลื่อมกันอันอาจเกิดขึ้นที่ด้านในของท่อตรงรอยต่อปลายท่อส่วนที่นำมาต่อกันจะต้องทำความสะอาดทั้งด้านนอกและด้านในของท่อ

เมื่อวางท่อเรียบร้อยแล้วถ้าตรงรอยต่อยังมีช่องโหว่อยู่จะต้องอัดปูนฉาบลงไปให้เต็มและจะต้องฉาบปูนรอบนอกตรงรอยต่อจะต้องจัดการกวาดเศษปูนฉาบออกและตกแต่งให้เรียบร้อย ในการวางท่อและต่อท่อทุกครั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันมิให้น้ำรั่วซึมตรงรอยต่อ ถ้าหากจำเป็นต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อภายหลังที่วางท่อเรียบร้อยแล้วจะต้องรื้อและต่อท่อใหม่ เมื่อการวางและต่อท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำความสะอาดด้านในของท่อและขนเศษวัสดุออกไปทิ้ง

ปูนฉาบที่ใช้ในการต่อท่อจะต้องไม่ให้มีส่วนผสมของปูนมากกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสะอาดที่ร่อนดีแล้วหนึ่งส่วนโดยน้ำหนักและต้องไม่ใส่ปูนน้อยกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสองส่วนโดยน้ำหนักและน้ำจำนวนหนึ่งเพียงเพื่อให้ปูนผสมมีความข้นพอเหมาะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อตามที่กำหนดได้

ปูนฉาบส่วนที่ยังไม่นำไปใช้และแข็งตัวจนทำให้ไม่แน่ใจว่าจะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อให้เป็นที่เรียบร้อยได้ ไม่ให้นำไปทำให้อ่อนตัวลงอีกจะต้องทิ้งไปและในการเตรียมปูนฉาบจะต้องผสมทีละน้อยทั้งนี้เพื่อป้องกันการแข็งตัวก่อนนำไปใช้ ส่วนปูนฉาบสำหรับอุดรูโหว่จะต้องให้มีความข้นพอที่จะสามารถเกาะติดอยู่ที่ส่วนปลายของท่อได้

ในการต่อท่อคอนกรีตเข้ากับตัวอาคารจะต้องทำโดยการวางท่อคอนกรีตลงในที่ก่อนลงมือเทคอนกรีตหรือโดยใช้วิธีอื่นๆ ตามที่แสดงเป็นรายละเอียดไว้ในแบบ

9.4 การถมอัด

ในการถมอัดรอบๆ ท่อจะต้องทำการถมอย่างระมัดระวังและจะต้องถมพร้อมกันทั้งสองข้างท่อทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ท่อเลื่อนไหลไปทางข้าง ๆ และข้อต่อชำรุดเสียหาย

ขณะที่วางท่อแต่ละท่อลงไปจะต้องใส่วัสดุสำหรับถมอัดตามที่เลือกไว้ลงไปให้มีจำนวนเพียงพออย่างระมัดระวังและกระทุ้งส่วนล่างของตัวท่อแต่ละข้างให้ตลอดแนวยาวของท่อ เว้นแต่ตรงข้อต่อทั้งนี้เพื่อให้สามารถประคองให้ท่อวางอยู่ในที่ได้อย่างมั่นคง

การถมอัดจะต้องถมขึ้นมาสูงกว่าหลังท่อประมาณ 30 ซม. เป็นอย่างน้อย ในทันทีที่ทำได้ส่วนการถมอัดให้เป็นที่เรียบร้อยอาจกระทำตามความสะดวกของผู้รับจ้างโดยมีข้อแม้ว่าการอัดถม เช่นที่ว่านั้นจะต้องไม่ขัดต่อการก่อสร้างตามลำดับที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติไว้แล้วไม่ว่าการถมอัดนั้นจะทำเมื่อใดจะต้องให้ความระมัดระวังระหว่างที่ดำเนินการถมดิน โดยจะต้องไม่กระแทกสั่น รบกวน หรือทำให้ท่อหรือข้อต่อเสียหาย นอกจากนี้การถมอัดจะต้องกระทำตามที่ระบุไว้ในหมวดที่ 5 งานดินด้วย

9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ

การเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือเทโดยรอบท่อ จะต้องกระทำโดยวิธีการดังต่อไปนี้

(1) วางแท่นคอนกรีตที่หล่อสำเร็จแล้วลงก้นหลุมและตรึงให้แน่นในระดับและตำแหน่งที่ถูกต้อง เพื่อใช้หนุนหัวและท้ายท่อ

(2) วางท่อคอนกรีตลงบนแท่นคอนกรีตดังกล่าว และสวมปากท่อเข้าด้วยกัน

(3) ปรับความลาดของท่อโดยใช้ลิ่มไม้ตอกข้างท่อข้างละอันระหว่างท่อกับแท่งคอนกรีต โดยลิ่มไม้เหล่านี้จะต้องทิ้งคาไว้ในช่วงการต่อท่อและถอดออกในช่วงการเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือรอบท่อ

ในกรณีที่ท่ออาจลอยขึ้นในระหว่างการเทคอนกรีตนั้นจะต้องตรึงท่อให้แน่นเพื่อป้องกันการลอยของท่อดังกล่าว

ท่อที่ถูกเทคอนกรีตโดยรอบนั้นตรงรอยต่อของท่อด้านในจะต้องใช้ปูนฉาบอัดแต่งให้เรียบเสมอกับผิวท่อ

9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้วัดงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาสั่งการในสนาม

(2) การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยความยาวเป็นเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ งานวางท่อและประกอบท่อ

หมวดที่ 10
งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์

10.1 ทั่วไป

งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ หมายถึง การจัดหา ประกอบและติดตั้งงานถังเหล็กลดแรงดัน งานบันไดลิง งานฝาตะแกรงเหล็ก งานตะแกรงกันสวะ งานราวกันตก และงานเหล็กอื่นๆ ส่วนงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ประกอบด้วยงานบานระบายพร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ไฟฟ้า งานประตูน้ำและวาล์วต่างๆ และอุปกรณ์ประกอบงานวาล์ว ซึ่งได้ระบุรายละเอียดไว้ในแบบ

10.2 มาตรฐาน (STANDARDS)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ต่างๆ วิธีการผลิตและการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

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

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคาเพื่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

10.3 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ (STEEL WORKS) และงานโลหะอื่นๆ

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในงานเหล็กงานและงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุตามที่กำหนดในแบบ หรือตามวัสดุที่กำหนดในแต่ละชนิดต่อไปนี้

(1) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ตามมาตรฐาน มอก. 116

(2) BRONZE ซึ่งใช้เป็น GATE SEAT ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : B-22

(3) เหล็กแผ่น (STEEL PLATE) ตามมาตรฐาน JIS - G3101 A34

(4) เหล็กหล่อ CAST IRON ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : A-48, CLASS 30

(5) สลักเกลียวที่ใช้ในงานบานระบายเหล็กหล่อ ราวลูกกรง บันไดลิง ตะแกรงกันสวะ (TRASHRACK) และอื่น ๆ ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : A-307

(6) ท่อเหล็กที่ใช้ทำเสา ราว และท่อระบายอากาศ ฯลฯ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ โดยไม่ได้ระบุให้ใช้เหล็กประเภทใด จะต้องเป็นท่อชนิด STD. BLACK PIPE ตามมาตรฐาน มอก. 276 ประเภทที่ 2 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดแล้วถูหรือตะไบรอยเชื่อมให้เรียบและทาสีกันสนิม ตามที่กำหนดไว้ในข้อการทาสี

ถ้าใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 277 ประเภทที่ 2 อนุโลมให้ใช้ได้ แต่การประกอบเป็นเสา ราว หรือท่อระบายอากาศ ห้ามใช้วิธีเชื่อมให้ใช้ข้อต่อเท่านั้น และไม่ต้องทาสี การเลือกใช้ท่อเหล็กประเภทใดต้องได้รับความเห็นชอบ จากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน

10.4 งานเหล็ก

10.4.1 การเตรียมงานเบื้องต้น

วัสดุที่ใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เรียบร้อย ไม่คด หรือโค้งงอ หรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความปราณีตละเอียด ถูกต้องตามแบบ การตัดมุมจะต้องเป็นมุมฉากโดยแท้จริง ระยะต่างๆ ในการตัด หรือเจาะรูจะต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในข้อจำกัด (TOLERANCE) ที่ยอมรับ ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือการเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง BOLT ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าอย่างเดียวและมีความละเอียดถูกต้อง เพื่อสามารถใส่ BOLT ได้โดยสะดวก

10.4.2 การเชื่อม (WELD CONNECTION)

การเชื่อมเหล็กจะต้องจัดทำโดยวิธี ELECTRIC SHIELD AND WELDING PROCESS โดยช่างเชื่อมที่มีคุณภาพและมีประสบการณ์ในงานด้านนี้ เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพมาตรฐาน พื้นที่ผิวที่ต้องการจะเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสนิม สี สิ่งสกปรกอื่น ๆ หรือวัสดุที่หลุดหลวม (LOOSE SCALE) ส่วนประกอบที่จะทำการเชื่อมให้ติดกันจะต้องจัดวางให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เครื่องมือที่เหมาะสมจำเป็นต้องใช้ในการยึดส่วนที่จะต้องเชื่อมให้อยู่ในแนวที่กำหนด การเชื่อมจะต้องจัดทำโดยให้รอยเชื่อมสม่ำเสมอ และให้มีการหลอมเหลว (FUSION) ของลวดเชื่อมและแผ่นเหล็กโดยสมบูรณ์ ผลของการเชื่อมที่ถูกต้อง รอยเชื่อม จะต้องสม่ำเสมอ จะไม่มีตามด รูโพรง (GAS POCKET) หรือการหลอมเหลวที่ไม่สมบูรณ์ หลังจากการเชื่อมเสร็จแต่ละครั้ง จะต้องเคาะขี้เชื่อมออกเพื่อตรวจความเรียบร้อยถูกต้องเสียก่อนที่จะทำการเชื่อมหรือทาสีต่อไป

10.4.3 การยึดด้วยน๊อต (BOLT & NUT)

การเจาะรูสำหรับใส่น๊อต จะต้องทำด้วยความปราณีต มีขนาดถูกต้องตามแบบ และทาด้วยสีกันสนิม น๊อตที่ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยม พร้อมแหวนรองก่อนสวมใส่ตัวน๊อต จะต้องจัดให้รูอยู่ตรงกันดีเสียก่อน เพื่อให้สามารถสอดใส่ตัวน๊อตได้โดยสะดวก และห้ามใช้ฆ้อนเคาะตัวน๊อต

10.4.4 การประกอบในโรงงาน

การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของงานเหล็กที่กระทำในโรงงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐานโรงงาน โดยทั่วๆ ไป สำหรับงานชนิดนั้นๆ โดยต้องคำนึงถึงลักษณะ และหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ให้มีความละเอียดถูกต้อง เพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานภายหน้า ชิ้นส่วนของงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ก่อนจะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน จึงจะนำไปดำเนินการในขั้นต่อไปได้

10.4.5 การติดตั้ง

งานถังเหล็กลดแรงดัน และงานเหล็กชนิดอื่นๆ จะต้องประกอบติดตั้ง ให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การติด การเชื่อม การกลึง และการเจาะรู ฯลฯ ตลอดจนการประกอบงานถังเหล็กลดแรงดัน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์อย่างดีมาดำเนินการให้ได้คุณภาพของงานที่ดีตามความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

งานเหล็กบันไดลิง ราวบันได ตะแกรงกันสวะ และงานเหล็กอื่นๆ ก่อนนำมาทำการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ถึงความเรียบร้อยไม่มีความเสียหาย เนื่องจากการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตก หรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจะต้องได้รับการซ่อมแซมให้เรียบร้อยเสียก่อน

การติดตั้งจะต้องทำด้วยความประณีตชิ้นส่วนซึ่งต้องเคลื่อนไหวจะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวังทำการปรับให้เคลื่อนไหวได้สะดวก ให้สัมพันธ์กับลักษณะหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้งงานเหล็กให้ถูกต้องตามแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดชิ้นส่วน และให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่เคลื่อนไหว และทำการทดลองปิด - เปิด ตลอดทำการปรับแต่งให้สามารถ ปิด - เปิด ได้สะดวกและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

10.4.6 งานทาสี

(1) ทั่วไป

ใช้กับงานทาสีเหล็กทุกประเภท ทั้งในส่วนที่จมน้ำ เปียกน้ำ หรือตากแดด ตากฝน ตามแบบที่กำหนด แต่ไม่รวมถึงงานท่อเหล็กซึ่งจะกล่าวไว้ในบทที่ 11 และงานโลหะที่อาบสังกะสี หรือ โลหะที่ไม่เป็นสนิม เช่น เหล็กไร้สนิม (STAINLESS STEEL) ทองเหลือง (BRONZE) หรือส่วนที่ฝังในคอนกรีต

งานทาสีเหล็กจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คืองานเหล็กที่จมอยู่ในน้ำ เช่น ตะแกรงกันสวะ งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ และงานเหล็กหล่อทั่วไป

สีที่ใช้เหล่านี้จะต้องเป็นสีที่ดี ผลิตโดยมีคุณภาพจากโรงงานในประเทศไทย เช่น โจตันไทย จำกัด ไอซีไอ (ประเทศไทย) จำกัด ซินแคลร์เพนท์ (ประเทศไทย) จำกัด ซิกม่า (ประเทศไทย) จำกัด ภาชนะบรรจุจะต้องปิดผนึกจากโรงงาน โดยมีตราและรายละเอียดจากโรงงานอย่างพร้อมมูล โดยไม่ถูกเปิดมาก่อน ก่อนนำสีแต่ละชนิดมาใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติของสีแต่ละชนิดจากโรงงานผู้ผลิตต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติให้ตรงตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดทางด้านเทคนิคหรือแบบก่อสร้าง

(2) การเตรียมผิวโลหะก่อนทาสี

ผิวโลหะก่อนทาสี จะต้องทำการพ่นด้วยทราย (SAND BLAST) หรือขัดด้วยแปรงลวดขัดด้วยด้ามมอเตอร์ไฟฟ้า จนได้ตามมาตรฐานของ SWEDISH STANDARD SIS 055900 ดังต่อไปนี้ งานเหล็กจมอยู่ในน้ำตามมาตรฐาน SA 2.5 งานเหล็กที่สัมผัสอากาศตามมาตรฐาน ST3 ส่วนงานเหล็กให้ทำความสะอาด ผิวเหล็กให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมันหรือสิ่งสกปรกต่างๆ

อนึ่ง ทรายหรือวัสดุที่ใช้พ่น (SAND BLAST) ต้องมีส่วนขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 16 ได้ทั้งหมด และค้างบนตะแกรงเบอร์ 50 ได้ไม่น้อยกว่า 85% ตามมาตรฐาน ASTM 2200

(3) ชนิดของสีและวัสดุรองพื้น (COATING AND PRIMER)

(ก) งานเหล็กจมน้ำ

งานเหล็กซึ่งต้องแช่อยู่ในน้ำหรือจะต้องได้รับความชื้นสูง จะต้องเคลือบด้วยสีชนิด HIGH BUILD COAL TAR EPOXY 3 ชั้น ชั้นแรกหนาไม่น้อยกว่า 0.05 มม. ชั้นที่สองหนาไม่น้อยกว่า 0.15 มม. และชั้นที่สามหนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม. การเคลือบสีทั้งสามชั้น จะต้องกระทำจากโรงงาน ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงานซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือติดตั้งจะต้องเคลือบสีลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

(ข) งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ

งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ จะต้องทาสีรองพื้นจากโรงงาน ด้วยสี ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาไม่น้อยกว่า 0.03 มม. 1 ชั้น ชั้นที่สองทาด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER หนาอย่างน้อย 0.07 มม. ชั้นที่สามและชั้นที่สี่ ให้ทาด้วย CHLORINATED RUBBER BASED FINISH อีก 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.035 ม. งานทาสีชั้นที่สองถึงชั้นที่สี่ อาจกระทำมาจากโรงงานหรือที่โครงการก็ได้

(ค) งานเหล็กหล่อ

งานเหล็กหล่อ จะต้องเคลือบด้วยสี EPOXY TAR PAINT 3 ชั้น แต่ละชั้นหนา ไม่น้อยกว่า 0.05 มม. การเคลือบสีทั้งสามชั้น จะต้องกระทำจากโรงงาน ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงานซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือติดตั้งจะต้องเคลือบสีลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

(4) วิธีการทาสี

กระทำในวันที่ได้ทำความสะอาดพื้นที่ผิวเสร็จเรียบร้อย พื้นที่ที่จะทาจะต้องแห้งสนิท ปราศจากความชื้น

การทาในชั้นแรก จะทาด้วยแปรง สำหรับในชั้นต่อไป อาจจะใช้วิธีพ่นหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

การทาสี ควรทำในวันที่มีอากาศแจ่มใสมีแดดดี ไม่มีดครึ้ม หรือฝนตก การทาสีจะต้องทาติดต่อกันโดยตลอดในชั้นหนึ่งๆ ให้เรียบด้วยความหนาที่สม่ำเสมอโดยตลอด และต้องทิ้งสีในชั้นแรกนี้ให้แห้งสนิท จึงจะสามารถทาสีในชั้นต่อไปได้

ก่อนที่จะทาสีในชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมแซมการทาสีในชั้นแรก เช่น รอยเยิ้มของสี การขูดข่วน ตลอดจนทำความสะอาดฝุ่นละออง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในภายหลังการทาสีครั้งแรกให้เรียบร้อยเสียก่อน

งานทาสีในระยะต่างๆ ตามขั้นตอนของงานทาสีจะต้องจัดทำโดยผู้ชำนาญงานในด้านนี้ และจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกระยะขั้นตอนเช่นกัน

งานทาสีแต่ละชั้น ต้องทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบอาจใช้แปรงทาสีหรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

10.5 งานอุปกรณ์ชลศาสตร์

10.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดหาและติดตั้งพร้อมทดสอบงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ ประกอบด้วย

1) ประตูน้ำ Gate Valve พร้อม By Pass Pipe พร้อมอุปกรณ์ครบชุด และระบบควบคุมการเปิด-ปิด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของประตูน้ำ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

2) ลิ้นระบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve) พร้อมอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

3) บานระบาย (Sluice Gate) พร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของบานระบายให้เป็นไปตามข้อกำหนด

4) บานระบายทราย (Sand Sluice Gate) พร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของบานระบายให้เป็นไปตามข้อกำหนด

5) Manhole พร้อมอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายงานการออกแบบและแบบก่อสร้างฉบับสมบูรณ์ (Shop Drawing) สำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการอนุมัติภายใน 90 วัน ก่อนเริ่มการประกอบ

Shop Drawings จะต้องแสดงตำแหน่งการเชื่อมในสนามและการทาสีที่จำเป็นสำหรับงานประกอบและติดตั้ง

สัญญาจ้างจะสมบูรณ์ได้ต่อเมื่อ ผู้รับจ้างส่งมอบแบบกระดาษไขต้นฉบับ 1 ชุด และสำเนาพิมพ์เขียว 5 ชุด สำหรับแบบรูปที่ใช้ในงานก่อสร้าง และรายการคำนวณการออกแบบที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติแล้ว

10.5.2 มาตรฐาน

วัสดุทุกชิ้น อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนด ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

วัสดุที่ใช้ทั้งหมดจะต้องใหม่และสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ เช่น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความคงทน และความเหมาะสมสำหรับการใช้งานและดีที่สุดในการปฏิบัติด้านวิศวกรรม และจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASTM หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

วัสดุ ชิ้นส่วน องค์ประกอบ และอุปกรณ์ ที่ผู้รับจ้างไม่ผลิตเอง และจำเป็นต้องใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ ผู้รับจ้างจะต้องซื้อจากผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับ

10.5.3 มาตรฐานคุณภาพวัสดุ

วัสดุ	มาตรฐาน
(1) เหล็กกล้าโครงสร้าง	-ASTM A36 “Specification for Structural Steel”
(2) เหล็กกล้าโครงสร้างกำลังสูง	-ASTM A242 “Specification for High Strength Low Alloy Structural Steel”
(3) แผ่นเหล็กกล้าต้านทานการกัดกร่อน สำหรับหุ้มทาบ	-ASTM A264, Type 304, Single Clad, 20%
(4) เหล็กเหนียวต้านทานการกัดกร่อน (ใช้งานทั่วไป)	-ASTM A276, Type 304 or 316
(5) เหล็กกล้าตีอัดขึ้นสูบ สำหรับกระบอก สูบเครื่องยกบาน และใช้งานทั่วไป	-ASTM A235
(6) เหล็กกล้าตีอัดขึ้นสูบ สำหรับหน้าแปลน หรือหน้าจานของกระบอกสูบเครื่องยกบาน	-ASTM A105, Grade 1
(7) เหล็กกล้าหล่อ	-ASTM A27, Grade 65-35. Shells for hoist cylinders, if cast, shall be made of centrifugally cast steel with a carbon content of not more than 0.30 percent. -ASTM A48, Class 30
(8) เหล็กหล่อสำหรับกรณีทั่วไป	-ASTM A307
(9) สลักเกลียวเหล็กเหนียวพร้อมน๊อต และแหวนรอง	-ASTM A325
(10) สลักเกลียวรับแรงดึงสูงพร้อมน๊อต และแหวนรอง	-Neoprene หรือ เทียบเท่า
(11) ปะเก็นต่าง ๆ	-ASTM B103, Alloy 510
(12) แผ่นทองเหลืองสำหรับ Seal Seats	-ยางสำหรับกันรั่ว ซึมจะต้องประกอบจากยางธรรมชาติ หรือส่วนประกอบยางสังเคราะห์ และจะต้องเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM D735 ชั้น R630 BLZ การซับน้ำไม่ เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักและความแข็งแรงเมื่อรับแรง ดึง จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของความแข็งแรงเมื่อ เริ่มดึง หลังจากทดสอบ 48 ชม. และเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM D572
(13) ยางกันน้ำซึม	-ASTM A53
(14) ท่อเหล็ก	-ASTM A181
(15) ข้อต่อ ข้องอ	

10.5.4 แรงเค้นใช้งาน

เครื่องยกบานจะต้องออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASME และหน่วยของความเค้นจะต้องไม่เกินแรงเค้นที่ยอมให้ตามมาตรฐานนี้

ความเค้นที่เกิดจากแรงดึง และโมเมนต์ดัดสำหรับเหล็กโครงสร้างรูปพรรณจะต้องไม่เกิน 1,200 กก./ตร.ซม. ความเค้นนอกจากนี้จะต้องคำนวณเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเค้นที่ยอมให้ในหัวข้อ 1.5 ถึง 1.10

ตามมาตรฐานของ AISC ในหัวข้อ “Specification for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel in Buildings”

สำหรับการคำนวณความเค้นในสมาชิกของเหล็กโครงสร้างรูปพรรณหลัก ซึ่งสัมผัสกับน้ำโดยตรง จะต้องลดความหนาที่ใช้ในการคำนวณลง 2 มม. สำหรับเผื่อการกัดกร่อน

แรงดันกดระหว่างแผ่น Bronze กับแผ่นเหล็กไร้สนิมชุบ จะต้องไม่เกิน 70 กก./ตร.ซม.

ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้ทำบานประตู จะต้องไม่น้อยกว่า 9 มม. รวมทั้งความหนาเผื่อการกัดกร่อน นอกจากระบุว่าเป็นอย่างอื่น

ความหนาน้อยที่สุดของแผ่นเหล็กเหนียวที่จะใช้ทำท่อเหล็ก จะต้องไม่น้อยกว่า 10 มม. รวมทั้งความหนาเผื่อการกัดกร่อน

10.6 ฝีมือการผลิต (Workmanship)

10.6.1 ทั่วไป

ฝีมือในการผลิตจะต้องได้คุณภาพชั้นหนึ่งเป็นไปตามข้อปฏิบัติในโรงงาน ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกันจะต้องสามารถเปลี่ยนใช้แทนกันได้ ผู้รับจ้างจะต้องดูแลเป็นพิเศษในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยไม่เป็นผลเสียต่อความแข็งแรง และการประกอบแน่นน้ำไม่รั่วของประตูทางน้ำ และฝาครอบบาน (Bonnet)

10.6.2 การเชื่อมไฟฟ้า

ชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องตัดให้ได้ขนาดเที่ยงตรง การลบ มุมที่ขอบ การตัดด้วยเปลวก๊าซ และการกลึงให้เหมาะสมถูกต้องกับลักษณะการเชื่อม เพื่อให้โลหะประสานได้สนิท ที่ผิวของโลหะและขอบที่จะเชื่อมประสานจะต้องปราศจากสนิม น้ำมันและวัตถุไม่พึงประสงค์อื่น ๆ

วิธีการเชื่อม รูปลักษณะของรอยเชื่อม คุณภาพของแนวเชื่อม และวิธีแก้ไขงานเชื่อมที่ใช้ไม่ได้จะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของ AWS บทที่ 6 “Workmanship and Technique” เรื่อง “Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridge Design Construction and Repair”

กระบอกเครื่องยกบานที่เชื่อมแล้ว จะต้องทำการคลายความเค้น และการเชื่อมกระบอกในแนวยาวจะต้องทำการฉายรังสีตลอดแนว โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง รอยเชื่อมต่อทั้งหมดที่จะต้องจมอยู่ในน้ำจะต้องสามารถป้องกันการกัดกร่อนตลอดเวลา

ผู้ที่ได้รับมอบให้ทำการเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพ และมีคุณสมบัติตามวิธีการทดสอบมาตรฐาน AWS “Standard Qualification Procedure”

10.6.3 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น การออกแบบและการประกอบเหล็กรูปพรรณ จะต้องเป็นไปตามวิธีของมาตรฐาน AISC ในหัวข้อ “Specifications for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel in Buildings” และ “Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges”

10.6.4 เหล็กหล่อ

การฉายรังสีหรือการทดสอบที่คล้ายคลึงกันของเหล็กหล่อไม่จำเป็นต้องกระทำการอบอ่อน (Annealing) สำหรับเหล็กหล่อหลัก ซึ่งมีแรงเค้นสูงระหว่างรับแรงสูงสุดจำเป็นต้องกระทำ จะไม่กระทำการซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของการหล่อ ถ้าไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง การเชื่อมจะทำได้โดยผู้เชื่อมที่มีคุณภาพ และจะต้องเป็นไปตามข้อปฏิบัติการเชื่อมที่ดีที่สุด

10.6.5 การขันเกลียว

รูสำหรับสลักเกลียวจะต้องเจาะโดยใช้เครื่องมือกล โดยมีตำแหน่งที่แน่นอนไม่มีการผิดแนวหรือรูลาดเอียง จะต้องไม่มีรอยร้าวหรือรอยบิดเกลียว เส้นผ่าศูนย์กลางของรอบรูเจาะสำหรับสลักเกลียว จะต้องเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุของสลักเกลียวบวกกับ 1.5 มม. และสำหรับสลักเกลียวรับแรงดึงสูง ที่มีขนาดมากกว่า 20 มม. ขนาดของรูเจาะจะเท่ากับขนาดของสลักเกลียวบวกกับ 2.5 มม.

ผู้รับจ้างอาจใช้สลักเกลียวในการยึดตัวโครงสร้างกับอุปกรณ์ประกอบ ยกเว้นแผ่นเหล็กตัวบาน (Skin Plate) อย่างไรก็ตาม สลักเกลียวรับแรงดึงสูงจะต้องใช้ในการยึดระหว่างรอยต่อกับตัวโครงสร้าง เพื่อส่งผ่านแรงเค้นTorque Wrenches จะใช้ในการขันสลักเกลียวรับแรงดึงสูง

10.6.6 การทาสีเคลือบผิว

ก่อนที่จะทำการทาสี ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแผนการทาสีอันประกอบไปด้วยสี คุณภาพของสี เวลาและวิธีการทาสีให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนที่จะทำงาน

ส่วนประกอบต่างๆ ก่อนทาสีจะต้องทำให้สะอาดปราศจากสนิม น้ำมัน ฝุ่น ปูน และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ โดยการพ่นทราย หรือพ่นด้วยเม็ดโลหะให้ได้ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10

ส่วนที่ห่างจากรอยเชื่อม 15 ซม. ที่ทิ้งไว้รอการเชื่อมในสนาม จะต้องทำการทาสี หลังจากที่การเชื่อมในสนามเสร็จแล้ว

ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงาน ซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือการติดตั้งจะต้องทาสีด้วยลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้ โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

สำหรับส่วนประกอบที่เป็นเหล็กไร้สนิมหรือทองเหลืองหล่อไม่จำเป็นต้องทาสี

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพื้นที่ผิวเหล็กโดยวิธีพ่นทรายหรือพ่นด้วยเม็ดโลหะให้ได้ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10 ก่อนรองพื้น การเคลือบสีบาน Gate Frame และส่วนภายในของ Y- Branch Conduit สี

รองพื้นกำหนดให้ใช้ Mastic Epoxy Primer (Aluminum) หนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม. สีเคลือบกำหนดให้ใช้ Mastic Epoxy (Color) หนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม.

10.7 Manhole

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง Manhole ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างพร้อมติดตั้งประตูระบายอากาศ เพื่อเป็นช่องทางสำหรับการบำรุงรักษาระบบท่อให้สามารถใช้งานได้ หรือดำเนินการตามรายละเอียดที่ระบุในแบบ

ภายหลังการติดตั้งแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งคู่มือการบำรุงรักษา ให้ผู้ว่าจ้าง จำนวน 1 ชุด และส่งใบรับประกันอุปกรณ์ซึ่งระบุระยะเวลารับประกัน 2 ปี ถัดจากวันที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างรับมอบงานงวดสุดท้าย

วัสดุที่ใช้เป็นชนิดเดียวกับท่อเหล็ก การผลิตและติดตั้งเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดในหมวดนี้

10.8 บานระบาย เครื่องยกบาน และมอเตอร์ไฟฟ้า

10.8.1 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดทำ ติดตั้ง และทดสอบ Sluice Gate พร้อมเครื่องยกบานตามขนาดที่กำหนด และได้มาตรฐานตามที่ระบุในข้อกำหนดนี้ โดยทำการติดตั้งไว้ที่อาคารตามที่ระบุในแบบ ก่อนนำมาติดตั้งใช้งานจะต้องผ่านการทดสอบตรวจสอบจากโรงงานผู้ผลิต มีใบรับรองการทดสอบ และได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ภายหลังการติดตั้งต้องทำการทดสอบบานสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

10.8.2 ลักษณะทั่วไป

Sluice Gate มีลักษณะเป็นบานประตูยึดด้วยโครงที่มีลักษณะที่เรียกว่า Self-Contained ติดตั้งในอาคารที่มีทางน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยม และออกแบบให้ความดันที่ดันบานประตูกับโครงรับบานประตูสามารถป้องกันน้ำมิให้รั่วซึมได้ภายใต้ความดันที่ระดับน้ำสูงสุด แกนบานเลื่อนเป็นแบบ Rising Stem และต่อเข้ากับเครื่องยกบาน ส่วนประกอบที่สำคัญของ Sluice Gate จะต้องทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดในแบบและข้อกำหนดคุณสมบัติในข้อ 10.5.3

10.8.3 การผลิต

ชิ้นงานจะต้องเป็นฝีมือคุณภาพชั้นหนึ่ง มีความเรียบร้อย ถูกต้องตามมาตรฐานงานช่าง ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกันจะต้องสามารถสับเปลี่ยนแทนกันได้

10.8.4 การเชื่อม

การเชื่อมต้องเป็นการเชื่อมด้วยอาร์คไฟฟ้า ชิ้นส่วนที่ถูกเชื่อมประสานกันด้วยการเชื่อมต้องตัดให้ได้ขนาดถูกต้องโดยเครื่องตัดเหล็ก หรือ ตัดโดยเปลวไฟ เพื่อให้เหมาะสมตามชนิดของการเชื่อม เพื่อทำให้โลหะหลอมละลายลึก ผิวและขอบของโลหะที่จะเชื่อมต้องปราศจาก สนิม ไขมัน และสิ่งสกปรกอื่น ๆ

วิธีการเชื่อม รูปลักษณะรอยเชื่อมและคุณภาพของรอยเชื่อม และวิธีแก้ไขงานเชื่อมที่ชำรุดเสียหายจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของ AWS บทที่ 6 เรื่อง “Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridges Design, Construction and Repair”

ผลของการเชื่อมที่ถูกต้อง รอยเชื่อมจะต้องสม่ำเสมอและไม่เป็นตามด หรือรูโพรงหรือการหลอมเหลวของลวดเชื่อมและแผ่นเหล็กที่ไม่สมบูรณ์ หลังการเชื่อมแต่ละครั้ง จะต้องเคาะขี้เชื่อมออกเพื่อตรวจดูความเรียบร้อยและความถูกต้องก่อนที่จะทำการทาสีต่อไป

ช่างเชื่อมที่ถูกมอบหมายให้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบ การเชื่อมตามมาตรฐาน AWS “Standard Qualification Procedure”

ในการนี้คณะกรรมการตรวจการจ้าง อาจสั่งให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อม โดยวิธีการไม่ทำลายได้ตามมาตรฐานของ ASME

10.8.5 การยึดด้วย Bolts

การเจาะรูเพื่องานยึดด้วย Bolts ทุก ๆ รูจะต้องทำด้วยความละเอียดถูกต้อง เพื่อความสะดวกในการสอดใส่ตัว Bolts รอยเจาะรูที่ไม่เรียบร้อย มีเศษเหล็กติดอยู่ จะต้องขจัดออกให้เรียบร้อยพื้นที่ที่จะต้องยึดด้วย Bolts จะต้องทาสีกันสนิมไว้เสียก่อน การสอดใส่ตัว Bolts จะต้องทำด้วยความสะดวก ห้ามใช้ค้อนตอกหรือเคาะ Bolts ที่ใช้สำหรับงานนี้ ให้ใช้ชนิดหัวหกเหลี่ยมพร้อมแป้นเกลียว ให้เกลียวมาตรฐาน (Standard Whitworth Thread) และใช้แหวนรอง (Washers) ที่เหมาะสม Bolts และ Nuts ที่ใช้ในการขันจะต้องแข็งแรงและคงทนเพื่อยึดชิ้นส่วนที่ต้องการให้ติดกัน ปลาย Bolts หลังจากขันแป้นเกลียวแน่นแล้วจะต้องโผล่ออกมาจากตัวแป้นเกลียวประมาณ 5-10 มม.

10.8.6 การประกอบชิ้นงาน (Fabrication)

การประกอบชิ้นงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐาน AISC เรื่อง Specification for “Design fabrication and erection of structural steel in building” ผู้รับจ้างต้องยื่นเสนอรายละเอียด Shop Drawings ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการจัดทำ

ชิ้นส่วนที่ประกอบแล้วจะต้องปราศจากการบิด โก่ง งอ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังระยะ (Dimensions) พิกัดความเผื่อ (Tolerances) ระยะช่องว่าง (Clearance) ที่กำหนดไว้ในแบบ ให้ถูกต้อง

ก่อนที่จะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

การควบคุมคุณภาพการผลิต จะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกรผู้ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกลหรืออุตสาหการที่ไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร และมีหนังสือรับรองว่า เครื่องยกบานและบานระบายใช้วัสดุผลิตตามข้อกำหนด มีขนาดและรูปร่างถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดและให้รับรองการผลิตครั้งนี้เพื่อใช้ในงาน

10.8.7 การติดตั้ง

บานระบาย และเครื่องยกบาน จะต้องประกอบและติดตั้งให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบ หรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

Anchor Bolts หรือเหล็กประกอบชนิดอื่น ๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการในขณะเทคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีที่ทำการ Blockout เนื้อคอนกรีตไว้ก่อน ให้ทำความสะอาดในช่อง Blockout และทำให้ชุ่มน้ำ ก่อนทำการ Grout ด้วย Non-Shrink mortar อย่างน้อย 12 ชม.

บานระบาย และเครื่องยกบาน ก่อนนำมาทำการติดตั้ง จะต้องได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อยจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนว่า ไม่มีความเสียหายเนื่องจากการผลิตและการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตกหรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้น จะต้องได้รับการซ่อมแซมหรือปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนนำไปติดตั้ง

10.8.8 การชุบด้วยสังกะสี (Galvanizing)

การชุบสังกะสีต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ปราศจากฟองอากาศ ผิวเรียบ ความหนาของผิวสังกะสีไม่น้อยกว่าปริมาณสังกะสี 350 กรัม/ตารางเมตร และทนทานผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM-A153

การชุบสังกะสีกระทำได้ต่อเมื่อชิ้นส่วนนั้นผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว

10.8.9 มอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้า

เครื่องยกบานที่ควบคุมการปิดเปิดด้วยไฟฟ้าประกอบด้วย

1) มอเตอร์ไฟฟ้าต้องเป็นเกียร์มอเตอร์ ขนาดตามที่กำหนดในแบบ ความเร็วรอบ ให้เหมาะสมกับการยกบานระบายให้ได้ความเร็วของบานระบายไม่เกิน 30 เซนติเมตรต่อนาที สำหรับเครื่องยกบานขนาดใหญ่ ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 380 V 50 Hz 3-Phase พร้อมเบรกติดตั้งบนมอเตอร์ชนิด A.C. Solinoid Released Type รับแรงบิดได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 150 ของแรงบิดสูงสุดของมอเตอร์

เบรกต้องทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อมอเตอร์หยุดทำงาน มอเตอร์และเบรกต้องเป็นชนิด Water Proof และมีคุณลักษณะตามมาตรฐาน Nema No. Mg-1 “Motors and Generaters”

2) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 380 V 50 Hz 3 - Phase

(1) Motor Starter ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน NEMA Publication No. Ics “Industrial Control and System” ประกอบด้วย Circuit Breaker, Magnetic Contractor, 3-Pole Thermal Overload Control และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ตู้ควบคุมต้องมี Voltmeter เลือกอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าแต่ละ Phase มี Ammeter อ่านค่ากระแสไฟฟ้า พร้อมสวิตซ์ตัดกระแสไฟเมื่อเปิด-ปิด บานระบายด้วยมือหมุน

(2) Limit Switch ชนิด Rotary Type บรรจุอยู่ในกล่องป้องกันอุปกรณ์ภายในจากน้ำ ความชื้นและฝุ่นละออง สามารถปรับตั้งได้โดยสะดวกที่จังหวะบานระบายอยู่ในตำแหน่งสูงสุด และต่ำสุด ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง และต้องจัดให้มี Limit Switch ฉุกเฉินอีก 1 ชุด ให้ทำงานเมื่อชุดแรกไม่ทำงาน

(3) สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ชนิด Push Button มีปุ่มควบคุมการเปิด-ปิด 3 ปุ่ม มีอักษร “Forward” หรือ “Up”, “Stop” หรือ “Off” และ “Reverse” หรือ “Down” กำกับตามลำดับ พร้อมไฟสัญญาณเมื่อมอเตอร์พร้อมทำงาน เมื่อบานระบายเคลื่อนขึ้นและลง และเมื่อบานระบายถึงจุดสูงสุด

3) แผงและตู้ควบคุม

แผงและตู้ควบคุมต้องจัดทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร ตั้งบนขาตั้งที่มั่นคงและแข็งแรง พร้อมแป้นยึดติดกับพื้นคอนกรีต

ตู้ควบคุมต้องมีฝาปิดติดยางกันน้ำพร้อมกุญแจ บรรจุแผงควบคุมอยู่ภายในตัวตู้ควบคุมต้องแข็งแรง และสามารถป้องกันน้ำฝน ความชื้นและฝุ่นละอองได้ดี แผงควบคุมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ได้แก่ สวิตช์ Motor Starter, Ammeter, Voltmeter, ฟิวส์ หลอดไฟสัญญาณ และเต้ารับขนาด 220 V 15 Amp เดินสายไฟฟ้าซ่อนไว้หลังแผงควบคุม สามารถถอดซ่อมได้โดยสะดวก

4) การเดินสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าใช้กับตู้ และแผงควบคุมและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นชนิดลวดทองแดงมีฉนวนเป็น PVC และหุ้มด้วย PVC ตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 รับแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 600 V การต่อสายไฟฟ้าให้ต่อได้เฉพาะจุดที่แยกสายเท่านั้น

สายไฟฟ้าภายนอกระหว่างอุปกรณ์ หรือจุดแยกสายต้องเป็นชนิดลวดทองแดงหลายเส้น (Multicore Copper) มีฉนวนเป็น PVC ตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 รับแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 V

สายไฟฟ้าให้เดินในท่อเหล็กอาบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 770-2531 ประเภทที่ 2 และมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ขนาดของลวดทองแดงต้องรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยปลอดภัย ให้แสดงวงจรการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมคำแนะนำการใช้งานบนด้านในของฝาตู้ควบคุมให้เป็นได้ชัดเจน และถาวร และในเอกสารเมื่อส่งมอบงาน

10.8.10 การทำเครื่องหมาย

บานระบาย Sluice Gate จะต้องมีเครื่องหมาย ข้อความ หรือสัญลักษณ์ตามแบบที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด

10.9 ประตูน้ำ (GATE VALVE)

10.9.1 ลักษณะทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งประตูน้ำ (Gate Valve) ชนิดแหวนรองลิ้นโลหะ (Metal Seated) ขนาดตามที่ระบุในแบบพร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุด ประตูน้ำจะต้องมีขนาด รูปร่าง และตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบรายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนที่จำเป็น โดยจะต้องเสนอแบบรายละเอียดและใบรับรองของบริษัทผู้ผลิต ตลอดจนขั้นตอนของวิธีการดำเนินการต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่ออนุมัติเสียก่อน จึงจะดำเนินการประกอบและติดตั้งได้

ประตูน้ำ (Gate Valve) ดังกล่าวจะต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.256, BS 5150 หรือเทียบเท่า ซึ่งผู้รับจ้างต้องส่งแบบรายละเอียดตลอดจนแคตาล๊อคแสดงรายละเอียดทางเทคนิคและต้องแจ้งชื่อผู้ผลิตของอุปกรณ์ทุกชิ้นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบก่อน เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจึงสามารถจัดหาและติดตั้งได้ โดยผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์และผลงานการผลิตมาไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีใบรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 14000

รูปแบบทั่วไปของประตูน้ำ (General Design)

1) ช่องทางน้ำ (Water Way) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่ระบุในแบบ และเมื่อเปิดลิ้นสุดจะต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของลิ้นขวางกันช่องทางน้ำ

2) บริเวณตอนปลายทั้งสองข้างของประตูน้ำเป็นแบบหน้าจาน ขนาดของหน้าจานและขนาดรูหน้าจานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7005-2 PN 10 และหน้าจานต้องหล่อเป็นชิ้นเดียวกับตัวเรือน

3) ประตูน้ำสำหรับติดตั้งบนดิน เป็นชนิดก้านยก (Rising Stem) หรือ ชนิดก้านไม่ยก (Non-Rising Stem) ทั้งนี้การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมการใช้งานในอาคารหรือจุดใช้งานนั้นๆ และจะต้องจัดส่งพร้อมพวงมาลัย (Handwheel)

4) ทิศทางการหมุนเพื่อเปิดประตูน้ำ ทุกแบบควรเป็นทิศทวนเข็มนาฬิกา (Counter-Clockwise) เมื่อมองจากด้านบน

5) แหวนบ่ากันรุนที่ก้านประตูน้ำ (Stem Thrust Collar) เป็นเนื้อเดียวกันกับก้าน ห้ามมิให้ทำแหวนบ่ากันรุนมาพอก หรือเชื่อมต่อกับก้าน

6) ประตูน้ำที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 400 มม.และ ใหญ่กว่า ให้เปิด – ปิด ด้วยเฟืองทดรอบแบบปิด (Enclosed Gear)

7) ชิ้นส่วนประตูน้ำ รุ่นเดียวกัน และขนาดเดียวกันต้องสามารถใช้ทดแทนกันได้ (Interchangeable)

8) ขนาดมิติหลักของประตูน้ำให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 10.9-1

ตารางที่ 10.9-1 ขนาดมิติหลักของประตูน้ำ

ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดทางน้ำผ่านต่ำสุด (มม.)	ตามยาวตัวเรือน (มม.)	ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดทางน้ำผ่านต่ำสุด (มม.)	ตามยาวตัวเรือน (มม.)
50	50	178 ± 1	350	350	381 ± 2
65	65	190 ± 1	400	400	406 ± 3
80	80	203 ± 2	450	450	432 ± 3
100	100	229 ± 2	500	500	457 ± 3
125	125	254 + 2	600	600	508 ± 3
150	150	267 ± 2	700	700	610 ± 4
200	200	292 ± 2	800	800	660 ± 4
250	250	330 ± 2	900	900	711 ± 4
300	300	356 ± 2	1000	1000	811 ± 5

สำหรับประตูน้ำขนาดใหญ่ที่นอกเหนือจากใน**ตารางที่ 10.9-1** ให้ผู้ผลิตที่มีประสบการณ์ในการผลิตประตูน้ำ Gate Valve ขนาดใหญ่ตามขนาดที่ระบุในแบบเป็นผู้เสนอแบบพร้อมรายละเอียดที่กำหนดและเอกสารสำเนาประสบการณ์การผลิตประตูน้ำแนบส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา

10.9.2 การเคลือบผิว

ผิวภายนอกที่เป็นเหล็กหล่อทั้งหมดต้องเคลือบด้วย Coal-tar epoxy ชนิด Non-bleeding ตามมาตรฐาน มอก.727 หรือ Powder Epoxy Resin หรือเทียบเท่า ให้ได้ความหนาผิวเคลือบรวม (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 250 ไมครอน Coal-tar epoxy ชนิด Non-bleeding ที่ใช้เป็นสีเทาดำ (Dark grey) หรือสีฟ้า (Blue) หากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างของผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้

ผิวภายในทั้งหมดที่เป็นเหล็กหล่อต้องเคลือบด้วย Liquid epoxy ชนิด Non-coal tar หรือ Powder Epoxy Resin หรือเทียบเท่า ให้ได้ความหนาผิวเคลือบรวม (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 250 ไมครอน Liquid epoxy ชนิด Non-coal tar หรือ Powder Epoxy Resin ที่ใช้ต้องเป็นสีฟ้า (blue) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนนำมาใช้

10.9.3 การทดสอบการผลิต (Production Testing)

ประตูน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1) การทดสอบการใช้งาน (Performance Test) ต้องสามารถเปิด–ปิดใช้งานได้อย่างดี ปราศจากข้อบกพร่อง

2) การทดสอบความดันน้ำ (Hydrostatic Pressure Test)

- การทดสอบตัวเรือน (Shell Test) ประตูน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 20 กก. / ซม.^{2} ในเวลา 2 นาที ที่ตำแหน่งลิ้นเปิดสุด การทดสอบจะต้องไม่มีการรั่วซึมที่ผิวโลหะที่รอยต่อ หรือรอยประกอบที่รับความดัน หรือที่ซีลของแกนประตูน้ำ
- การทดสอบการรั่วซึมผ่านลิ้น (Seat Test, Leakage Test) ลิ้นประตูน้ำต้องสามารถรับความดันขณะลิ้นปิดได้ไม่น้อยกว่า 10 กก. / ซม.^{2} ในเวลา 2 นาที โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านลิ้นและทำการทดสอบทั้งสองด้าน

การทดสอบประตูน้ำโดยเฉพาะประตูน้ำขนาดใหญ่เกิน 1,000 มม.ต้องมีคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบ ณ.ที่โรงงานผู้ผลิต โดยค่าใช้จ่ายในการเข้าตรวจสอบทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง/ผู้ผลิต

10.9.4 ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง (Data to be Furnished)

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งข้อมูลดังต่อไปนี้ให้ผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา

1) ใบรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14000

2) เอกสารอ้างอิงประสบการณ์ การเป็นผู้ผลิตประตูน้ำ

3) แผนผังขบวนการผลิต และตรวจสอบคุณภาพ (Flow Chart of Production, QC & QA Plan)

4) แบบแปลน (Shop Drawing) ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้ผลิต และมีวิศวกรซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม (ก.ว.) ระดับสามัญเซ็นชื่อรับรอง โดยแบบแปลนดังกล่าวต้องแสดงขนาดมิติที่สำคัญของประตูน้ำ ส่วนประกอบและวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบตลอดจนมาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) ที่ใช้ เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประตูน้ำ ตามแบบดังกล่าวโดยเคร่งครัด

5) คู่มือการติดตั้ง การใช้ และบำรุงรักษาประตูน้ำ

10.9.5 การทำเครื่องหมาย (Markings)

ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาครอบตัวเรือนหรือตัวเรือนดังนี้

- ชื่อผู้ผลิต หรืออักษรย่อของผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า
- ปีที่ทำการผลิต
- เครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พร้อมเลขที่ของมาตรฐาน
- ขนาดระบุ
- ความดันใช้งานหรือชั้นคุณภาพความดัน
- เลขรุ่น
- จำนวนรอบหมุนปิด-เปิด

อักษรหรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 15 มม. และนูนไม่น้อยกว่า 3 มม.

ที่แป้นประแจขันและพวงมาลัยจะต้องมีเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการ “เปิด หรือ ปิด” หรือทั้งสองอย่างพร้อมตัวหนังสือกำกับเป็นตัวนูน

10.9.6 การบรรจุหีบห่อ (Packing)

ประตูน้ำแต่ละตัวจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในประตูน้ำ โดยการปิดหน้าจานทั้งสองด้านด้วยแผ่นสติ๊กเกอร์พลาสติก หรือแผ่นไม้อัด หรือแผ่นๆวัสดุอื่น

10.9.7 หนังสือรับรองและการรับประกัน (Affidavit of Compliance)

ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองยืนยันว่าประตูน้ำ และวัสดุที่ใช้ในการผลิตประตูน้ำมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้ และประตูน้ำดังกล่าวได้ผ่านการทดสอบต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้

ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองการบริการหลังการขาย หากประตูน้ำมีปัญหา การใช้งาน/ชำรุดหรือเสียหาย จะต้องส่งทีมงานเข้าไปดำเนินการแก้ไขไม่เกิน 3 วันทำการ นับจากวันที่แจ้ง

10.10 ประตูระบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve)

10.10.1 ลักษณะทั่วไป

ประตูระบายอากาศ จะต้องเป็นชนิดใช้งานกับน้ำที่มีคุณสมบัติและคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1368 หรือ JIS B2063 หรือเป็นยี่ห้อที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้รับรองการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้แล้ว ประตูระบายอากาศสามารถจะระบายอากาศออกและเติมอากาศได้โดยอัตโนมัติ ตัวเรือนวาล์วทำด้วยเหล็กหล่อมีผิวเรียบปราศจากรูพรุนรอยร้าวหรือตำหนิ ลูกลอย (Floats) เป็น Stainless Steel มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.75 – 0.80 ปะเก็นยางที่ใช้กับหน้าจานทำจากยางที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS 2494 หรือ JIS K6353 class III ความแข็ง Hs 55 – 65 สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับข้อต่อหน้าจานทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือเทียบเท่าตามมาตรฐาน มอก.171 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า 4.6 เคลือบด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน และวาล์วจะต้องเป็นชนิดที่ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กก./ตร.ซม.

10.10.2 การทดสอบ

ประตูระบายอากาศต้องทดสอบตามสภาพการใช้งานจริง โดยการเปิดประตูน้ำอย่างช้าๆ จากนั้นอัดอากาศเข้าประตูระบายอากาศอย่างต่อเนื่องที่ละน้อยเพื่อตรวจสอบการระบายอากาศและการทำงานของลูกลอย ทั้งนี้ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน มอก.1368

10.10.3 การทำเครื่องหมาย

ประตูระบายอากาศทุกตัวจะต้องมีอักษรเป็นเนื้อเดียวกับผิวภายนอกของตัวประตูระบายอากาศดังนี้

- ชื่อหรืออักษรย่อของผู้ผลิตหรือเครื่องหมายการค้า
- ขนาดระบุ
- ความดันใช้งาน
- หมายเลขรุ่น (Lot) และปีที่ผลิต

10.11 ท่อบายพาส ท่อระบายน้ำ และอุปกรณ์ (By-pass and drain pipe)

ท่อบายพาสขนาดไม่เล็กกว่า 50 มม.หรือตามขนาดที่ระบุในแบบ ติดตั้งพร้อมประตูน้ำเหล็กหล่อขนาดเดียวกับท่อบายพาส ท่อบายพาสเป็นท่อเหล็ก (Carbon Steel Pipe for Pressure Service) มีคุณภาพตามมาตรฐาน STPG 38 ส่วนประตูน้ำเหล็กหล่อ (Gate Valve) ให้ใช้ตาม มอก. 256-2540 ชั้นคุณภาพ PN10

ท่อระบายน้ำทิ้งและประตูระบายน้ำ จะติดตั้งเพื่อระบายน้ำออกจากห้องควบคุมไปยังท้ายน้ำ ประกอบด้วย ท่อระบายน้ำและประตูระบายน้ำ มีคุณสมบัติของวัสดุให้ดูในข้อ 10.5.3

10.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานถังเหล็กลดแรงดัน งาน Steel manhole และงานเหล็กอื่นๆ เช่น ช่องGroove เหล็กบันไดลิง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี งานราวบันได และราวกันตก งานตะแกรงเหล็ก งานเหล็กกลม งานเหล็กแผ่นและเหล็กรูปพรรณอื่นๆ ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัมหรือเหมาจ่ายตามหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการออกแบบ จัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี ค่าทดสอบ และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(2) ท่อบายพาสและท่อระบายน้ำ ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตรหรือเหมาจ่ายตามหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(3) งานจัดหาและติดตั้ง Gate Valve

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ของ Gate Valve และระบบควบคุม พร้อมทั้งทำการทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะแบ่งจ่ายเป็นงวดเปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด โดยจ่ายให้ดังนี้

(ก) เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบแบบ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของราคางานแต่ละชุด

(ข) เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา และขนย้าย Valve พร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ค) เมื่อผู้รับจ้างประกอบติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์เหล่านั้นเสร็จเรียบร้อย และคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจรับจะจ่ายให้ 30 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ง) เมื่อผู้รับจ้างทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจรับจะจ่ายให้ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาแต่ละชุด

(4) งานจัดหาและติดตั้งวาล์วชนิดอื่น

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งวาล์วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(5) งานจัดหาและติดตั้งบานระบาย เครื่องกว้าน และเกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ Sluice Gate พร้อมชิ้นส่วนร่องบาน อุปกรณ์ประกอบ รวมทั้งระบบยกควบคุมการปิด-เปิด เกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า และระบบการป้องกัน เป็นต้น พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะแบ่งจ่ายเป็นงวดเปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด โดยจ่ายให้ดังนี้

(ก) เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบแบบ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 20% ของราคางานแต่ละรายการ

(ข) เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา และขนย้าย บานพร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50% ของราคางานแต่ละชุด

(ค) เมื่อผู้รับจ้างประกอบติดตั้งบานพร้อมอุปกรณ์และหรือเกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จเรียบร้อย และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจรับแล้ว จำนวน 30% ของราคางานแต่ละชุด

(6) งานจัดหาและติดตั้งบานกั้นน้ำ (Stop log)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบ และประกอบบานกั้นน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมชิ้นส่วนร่องบาน รวมทั้งระบบยก เป็นต้น พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานเป็นชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(7) งานจัดหาและติดตั้งราวกันตก

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งราวกันตก พร้อมอุปกรณ์ต่างๆตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยเมตร

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละเมตร โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(8) งานจัดหาและติดตั้งบันไดลิง

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งบันไดลิงแล้วเสร็จ พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยกิโลกรัม

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางาน โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

หมวดที่ 11
งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

11.1 ทั่วไป

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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จะใช้ในงานก่อสร้างขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดีและมีมาตรฐานเป็นไปตามที่กำหนดให้ในข้อ 11.2 อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ทุกชนิดก่อนเริ่มดำเนินการจัดซื้อและผลิตจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ การปฏิบัติงานทุกขั้นตอนของผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสงวนสิทธิ์ที่จะเข้าทำการตรวจสอบและควบคุมการทำงานได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือแก่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเข้าไปตรวจสอบ

ในกรณีที่งานท่อเหล็กไม่ได้แสดงไว้ในแบบผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบก่อนการปฏิบัติงาน

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

อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องผลิตจากบริษัทซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตรหรือตามที่ระบุในแบบ และแรงดันน้ำในการออกแบบไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ ตารางเซนติเมตร

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอชื่อบริษัท หรือห้างหุ้นส่วน หรือผู้รับจ้างเอง เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กให้กับผู้รับจ้างนำเอาไปใช้งานก่อสร้างมาพร้อมกับยื่นซองประกวดราคาเพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาให้ความเห็นชอบด้วย

11.2 มาตรฐาน (STANDARDS)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการผลิต และการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

ASTM	-	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
AWWA	-	AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION
API	-	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
AISC	-	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

AWS	-	AMERICAN WELDING SOCIETY
ISO	-	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
JIS	-	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS
TIS	-	THAI INDUSTRIAL STANDARDS

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่น นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

11.3 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

งานท่อเหล็ก ประกอบด้วย งานท่อเหล็กรับแรงดันต่ำ (LOW PRESSURE PIPE) ได้แก่ ท่อเหล็กที่ใช้กับ INTAKE STRUCTURE, HEADRACE และในอาคารอื่นๆ และงานท่อเหล็กรับแรงดันสูง (HIGH PRESSURE PIPE) ได้แก่ PENSTOCK รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบงานท่อเหล็กที่ระบุไว้ในแบบ

11.4 วัสดุ (MATERIALS)

11.4.1 ทั่วไป (GENERAL)

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

11.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

(1) โลหะ (METALS)

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท่องอ	JIS - G3101 Class SS490
EXPANSION JOINTS	JIS - G3101 Class SS490
	ASTM - A36
BOLTS, NUTS, WASHERS	ASTM - A325
ANCHOR BOLTS	ASTM - 307 GRADE B
	ASTM - A36
SADDLE	ASTM - A36
STRUCTURAL FRAME	ASTM - A36

PLATES, BARS	ASTM - A36
AIR VENT STEEL PIPE	TIS277 - TYPE 3

(2) อื่นๆ (OTHERS)

RUBBER PACKING RINGS จะต้องเป็นยางชนิด SYNTHETIC RUBBER ซึ่งมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ดังนี้

- SHORE DUROMETER HARDNESS (TYPE A) 85-95
- MINIMUM ELONGATION 100%
- ULTIMATE TENSILE STRENGTH 150 กก./ตร.ซม.
- WATER ABSORPTION น้อยกว่า 5%

มีส่วนผสมของ ASBESTOS และ GRAPHITE สามารถหดตัวได้ด้วยแรงอัด และมีแรงเสียดทาน (FRICTION) น้อย ผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้ก่อนนำมาใช้งานจะต้องเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เพื่ออนุมัติเสียก่อน (TEFLON FIBER PACKING) เบอร์ F.B.# 4120 ขนาด 5/8”x 5/8” อาจนำมาใช้แทนได้

11.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ได้ทราบถึงสถานที่หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้างพร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุภายในเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อยืนยันว่าวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

11.5.1 การม้วนท่อ (PIPE FORMING)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้ฆ้อนทุบในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการ ท่อเหล็กเหนียวทุกท่อนต้องประกอบขึ้นรูปและเชื่อมด้วยวิธีต่อชน(Butt Welded)และมีลักษณะตะเข็บรอยเชื่อมเป็นแบบ

- เชื่อมต่อชนแบบตะเข็บเกลียว (Spiral Seam Welding) หรือ
- เชื่อมต่อชนแบบตะเข็บตรง (Straight Seam Welding)

มาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

11.5.2 การเชื่อม (WELDING)

การเชื่อมจะต้องเชื่อมด้วยวิธี SHIELD MELTS ARC WELDING หรือวิธีอื่นที่มีคุณภาพของการเชื่อมดีกว่า หรือเทียบเท่า ซึ่งต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดแสดงการเตรียมตัดของแผ่นเหล็ก ส่วนผสมของลวดเชื่อม, FLUX, ชนิดและขนาดของ

ลวดเชื่อมกระแสไฟฟ้า (CURRENT) และแรงเคลื่อน (VOLTAGE) ในการเชื่อม ความเร็ว (SPEED) ของการเชื่อมเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบเสียก่อนทำการเชื่อมมาตรฐานและวิธีการเชื่อมให้ใช้ AWS CODE และ ASME "BOILER & PRESSURE VESSEL CODE" เป็นมาตรฐานของงานเชื่อมอุปกรณ์ท่อเหล็ก

ช่างเชื่อมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบและมีใบรับรองจากสถาบัน หรือหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือภายในประเทศ อาทิเช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฯลฯ และในกรณีที่ช่างเชื่อมไม่ได้ทำงานเชื่อมติดต่อกันมานานหรือใบรับรองอายุเกินกว่า 6 เดือน ก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ ช่างเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบใหม่

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

ขนาดของลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับงานเชื่อมแต่ละแบบ ชนิดลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องเป็น LOW-HYDROGEN ELECTRODE หรือมีคุณสมบัติดีกว่าและเหมาะสมกับโลหะที่ต้องการเชื่อม งานเชื่อมในโรงงานให้ใช้ลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ชนิด E60xx และงานเชื่อมในโครงการให้ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70xx โดยลวดเชื่อมจะต้องเก็บรักษาไว้ในกล่องป้องกันความชื้น การนำลวดเชื่อม (COVERED ELECTRODE) ออกมาใช้งาน จะต้องนำออกมาใช้ให้พอเหมาะกับการใช้งาน เพื่อไม่ให้ลวดเชื่อมรับความชื้นเกินไป ลวดเชื่อมจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งานว่าแห้งก่อนนำไปใช้งานหรือมีความชื้นไม่เกินกว่ากำหนดของผู้ผลิตลวดเชื่อมที่กำหนดไว้ ในกรณีที่ลวดเชื่อมเอาออกจากกล่องและทิ้งไว้นานกว่า 3 ชั่วโมง หรือลวดเชื่อมมีความชื้นมากจะต้องนำลวดเชื่อมเข้าเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ 300-400 °C เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิของบรรยากาศขณะทำการเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 21 °C ห้ามทำการเชื่อมในขณะที่ฝนตกหรือบรรยากาศมีความชื้นจัด นอกจากจะมีวิธีป้องกันที่เหมาะสม

ก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อนไม่ให้มีรอยเปื้อนของสีสนิม คราบน้ำมันและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมดก่อนทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อมและผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรงเพื่อป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปลงลวดขัด SLAG บนผิวดินที่ได้เชื่อมไว้ก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

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

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (WELD QUALITY CONTROL) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไปนี้ อันเป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

(1) ผิวงานส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน และอื่นๆ

(2) ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน

(3) ถ้าการต่อเป็นแบบที่ที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มม. ขนาดของแนวเชื่อมแบบ FILLET จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย

(4) ในกรณีที่ต้องการ การ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องการทำให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด

(5) ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้

(6) จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อม ขนาดลวดเชื่อมตลอดจนอุณหภูมิในการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง

(7) แนวเชื่อมยึดใดๆ ที่เกิดแตกร้าวหรือมีจุดบกพร่อง จะต้องเอาออกให้หมดก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป

(8) แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าวหรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมต่อไป

(9) แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (POROSITY) จำเป็นจะต้องขจัดออกและทำการเชื่อมใหม่

(10) หลุม (CRATER) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป

(11) จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด MULTIPLE-PASS WELD

(12) ข้อกำหนดขนาดและความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ ขนาดของแนวเชื่อมจะมีพิกัด (TOLERANCES) เท่ากับ +1.5 มม. ถึง 0.00 มม.

(13) ความนูนของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ

(14) การแหว่ง (UNDER-CUT) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง

(15) แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (ROOT OPENING) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าเชื่อมนั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม

(16) แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลก (SLAG) หรือความไม่เรียบร้อย อยู่ภายใน จะต้องเซาะออกจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลกหรือจุดบกพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้

(17) การแตกร้าวใต้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย (NON DESTRUCTIVE TESTING) จะต้องเซาะออก (GOUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่

(18) งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้

(19) ช่างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

11.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม (Test of Production Welds)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะทำการทดสอบประสิทธิภาพรอยเชื่อมในระหว่างที่ทำการผลิต การทดสอบจะประกอบด้วยการทดสอบรอยเชื่อมด้วยวิธี Radio Graphical Test จำนวน 10 % ของความยาวรอยเชื่อม , การทดสอบแรงดึงของรอยเชื่อม (Reduced-suction Tension Test) , การทดสอบการดัดงอของรอยเชื่อม (Guided-bend Test) และการทดสอบ Hydrostatic Pressure Test ที่แรงดันไม่น้อยกว่า 20 bar

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว วิธีทดสอบ การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสินจะถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C200 Sub-Section 3.3.5

11.6 การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)

11.6.1 ทั่วไป (GENERAL)

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

ก่อนการเคลือบและทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบและการทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในบรรยากาศ และอุณหภูมิขณะทำงานเคลือบและทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ อาทิเช่น โลหะ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C ความชื้นในบรรยากาศสูงหรือขณะฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องทำการเป่าโลหะด้วยอากาศร้อน หรือความร้อนให้กับชิ้นโลหะนั้นๆ หรือใช้วิธีที่เหมาะสมอื่นๆ การเคลือบและทาสีจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดตุ่มฟองอากาศ สีพอง เป็นรูพรุน หรือรอยสีย่นบนผิวของสีที่ทา หรือเคลือบไว้

บริเวณ 3 เซนติเมตร ของปลายท่อเหล็กที่จะต้องการเชื่อมต่อในสนามจะไม่มีการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น และถัดไปอีก 12 เซนติเมตร จะต้องทาด้วยสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามเสร็จแล้ว จึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 11.6.3 และ 11.6.4

การเคลือบและระยะเวลาระหว่างการเคลือบสีแต่ละชั้น ต้องกระทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบ อาจใช้แปลงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

11.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ (SURFACE CLEANING)

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

การทำความสะอาดผิวโลหะที่จะทำการเคลือบ และทาสีควรใช้วิธีพ่นขัดผิวด้วยเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก (Sand or Steel Grit Blasting) ผิวของโลหะหลังจากการพ่นขัดแล้ว จะต้องมีความสะอาดได้ระดับมาตรฐาน SSPC – SP 10/SA 2.5 บริเวณรอยเชื่อมต่อของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่มีรอยขรุขระโผล่มาเหนือผิวท่อ จะต้องทำการขัดด้วยหินขัดให้เรียบเสียก่อน ทำการทาสีรองพื้น ส่วนการซ่อมแซมอาจใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ขัดผิวตรงบริเวณที่ต้องการซ่อมก็ได้ การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อทำความสะอาดผิวโลหะเสร็จแล้ว จะต้องนำโลหะไปทำการเคลือบหรือทาสีทันที

(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (SITE)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบ และทาสีที่โครงการจะเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ท่อเหล็กเชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย หรือหินขัดมอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อม จะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดสึกกร่อน จนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนาของเนื้อเหล็กเชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

11.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก (INTERNAL COATING)

การเคลือบสีภายในท่อเหล็กและท่องอ ด้วย Liquid Epoxy(Containing no coal tar) ตามมาตรฐาน AWWA C 210 “Liquid Epoxy Coating System for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines”เฉดสีฟ้า NO.RAL 5005 ความหนาผิวเมื่อแห้ง (Dry Film Thickness) จะต้องไม่น้อยกว่า 406 ไมครอน

11.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ (EXTERNAL COATING)

(1) การเคลือบภายนอก

การเคลือบภายนอกท่อและอุปกรณ์ท่อใต้ดิน

ท่อและอุปกรณ์เคลือบด้วย Aromatic Polyurethane ตามมาตรฐาน AWWA C 222 “ Polyurethane Coatings for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines” เฉดสีน้ำเงิน RAL 5005 ความหนาผิวเมื่อแห้ง(Dry Film Thickness) จะต้องไม่น้อยกว่า 635 ไมครอน

(2) ท่อฝังในเนื้อคอนกรีต

ท่อส่วนที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะไม่ทำการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากการเตรียมผิวให้สะอาด ตามข้อ 11.6.2 แต่จะต้องเคลือบสีท่อชนิดเดียวกับส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตเข้ามาในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 15 ซม.และเคลือบภายในท่อตามข้อ 11.6.3

(3) สำหรับท่อที่สัมผัสอากาศจะต้องเคลือบภายนอกด้วย Non-Bleeding Type Coal-tar Epoxy ที่ความหนารวมทั้งหมดของผิวเคลือบ(เมื่อแห้ง)ไม่น้อยกว่า150 ไมครอนและทับหน้าด้วย Epoxy-Resinous Iron oxide (MIO) ที่ความหนารวมทั้งหมดของผิวเคลือบ(เมื่อแห้ง)ไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน และเคลือบภายในท่อตามข้อ 11.6.3

(4) สำหรับท่อบางส่วนอยู่ใต้ดินและบางส่วนอยู่เหนือดิน

การเคลือบและทาสีให้ทำตามข้อ 11.6.4 (3)

11.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมท่อที่โครงการ

ภายหลังจากการเชื่อมต่อท่อที่บริเวณโครงการแล้ว ให้ทำความสะอาดผิวท่อ และรอยเชื่อมให้เรียบร้อยโดยการใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ ตามข้อ 11.6.2 (2) จากนั้นจึงทำการเคลือบสีภายในตามข้อ 11.6.3 และทำการเคลือบสีภายนอก ตามข้อ 11.6.4

11.6.6 การเคลือบและทาสี EXPANSION JOINT (ถ้ามี)

ชิ้นส่วนของ Expansion Joint จะเคลือบ Galvanized 1 ชั้น ทั้งภายนอกและภายใน ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ภายหลังจากประกอบชิ้นส่วนของ Expansion Joint แล้วนำไปทดสอบแรงดันน้ำและทดสอบแรงหดและขยายตัว จากนั้นให้นำไปทาสีภายในตามข้อ 11.6.3 และทาสีภายนอก ตามข้อ 11.6.4 แต่ก่อนการทาสีดังกล่าว จะต้องรองพื้นด้วย Wash Primer ความหนาไม่น้อยกว่า 0.01 มม. ยกเว้น Inner Sleeve ไม่ต้องทาสีภายนอกก่อนทาสีจะต้องทำความสะอาดเสียก่อน ทั้งภายนอกและภายใน การทาสีภายในของ Outer Sleeve ให้ดึง Inner Sleeve ออกจนสามารถทาสีได้สะดวก แล้วจึงดันกลับให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

11.6.7 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)

พื้นผิวแผ่นเหล็กเหนียวทั้งหมดจะต้องเคลือบด้วย Liquid Epoxy(Containing no Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C 210 เฉดสีเทา RAL 7012 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน และเคลือบทับหน้าด้วย Aliphatic Polyurethane เฉดสีเทา RAL 7012 ความหนาเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน(รวมความหนาสีเคลือบชั้นรองพื้นและชั้นทับหน้าจะต้องไม่น้อยกว่า 260 ไมครอน)

11.6.8 การเคลือบและทาสี AIR VENT PIPE

Air Vent Pipe ประกอบด้วย Seamless Pipe และข้องอ 90 องศา เป็นท่อที่ Galvanize ผิวภายนอกและใน ส่วนภายนอกที่ฝังในคอนกรีตให้ทาสี ตามข้อ 11.6.4 (1)

11.6.9 หมายเลขของอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MARKING)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบสำหรับการก่อสร้างวางแนวท่อต่างๆ โดยกำหนดขนาดและความยาวของท่อแต่ละท่อน ซึ่งจะนำไปก่อสร้าง วางแนวระดับ และเชื่อมต่อที่โครงการ อุปกรณ์ท่อเหล็กแต่ละชิ้นจะต้องกำหนดหมายเลข เพื่อความสะดวกในการนำเอาไปก่อสร้างเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนทำการก่อสร้างวางท่อที่โครงการ 30 วัน เพื่อให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อน อุปกรณ์ทุกชิ้นส่วนที่ได้ผลิตจากโรงงานจะต้องทำการพ่นสีหมายเลขลงบนผิวภายนอกอุปกรณ์ท่อเหล็กก่อนทำการขนส่งไปสู่โครงการ

สัญลักษณ์	GENERIC TYPE	SPECIFICATION
F-1	ALKYD BASED ENAMEL	BASED : ALKYD RESIN
F-2	CHLORINATED RUBBER FINISH	BASED : CHLORINATED RUBBER

F-3	HIGH BUILD COAL TAR EPOXY	BASED : TWO-PACK POLYAMIDE CURED TAR EPOXT/HIGH BUILD TYPE
F-4	EPOXY TAR PAINT	BASED : TWO-PACK POLYAMIDE CURED TAR EPOXY
F-5	VINYL-ACRYLIC EMULSION	BASED : VINYL-ACRYLIC COPOLYMER
F-6	PLASTIC EMULSION	BASED : SPEDIAL COPOLYMER
F-7	URETHANE VARNISH	BASED : URETHANE VEHICLE
I-1	RED LEAD IRON OXIDE PRIMER	BASED : RED LEAD IRON OXIDE; ALKYD RESIN
I-2	CHLORINATED RUBBER	BASED : CHLORINATED RUBBER ALUMINIUM
P-1	RED LEAD PRIMER	BASED : RED LEAD, ALKYD RESIN
P-2	ZINC RICH EPOXY PRIMER	BASED : TWO-PACK ZINC RICH POLYAMIDE CURED
P-3	ALKYD WOOD PRIMER	BASED : ALKYD RESIN

11.7 การขนส่ง (TRANSPORTATION)

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

การขนส่ง การยกขึ้นลง (TRANSPORTATION AND HANDLING) ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกันและระมัดระวังมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็ก เกิดความเสียหายแตกทำลายได้ โดยเฉพาะสีที่เคลือบภายนอกอุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบท่อชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็กจากโรงงานซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้างจะต้องจัดหาที่วางไว้ที่โครงการ เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อสร้าง อนึ่งการวางท่อก่อนนำไปก่อสร้างจะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับท่อให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวจับท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวจับยึดท่อที่ยก โดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่ง ควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งบากเป็นรอยท่อลึกลงไปในเนื้อไม้และจับยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวได้ขณะขนส่ง หรืออาจใช้ทราย หรือขี้เลื่อยบรรจุถุงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง

- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือจัดหามาใหม่ทันที
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามวางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อก่อนนำไปก่อสร้าง
- การขนส่ง EXPANSION JOINT ควรจัดใส่ลังไม้โปร่ง เพื่อป้องกันความเสียหายขณะทำการขนส่ง

11.8 การจัดทำอุปกรณ์สำหรับท่อขยายตัว (EXPANSION JOINTS) และการติดตั้ง

EXPANSION JOINT เป็นอุปกรณ์ประกอบงานท่อเหล็กที่วางสัมผัสกับบรรยากาศ เพื่อป้องกันแรงอันเนื่องจากการหดตัว และการขยายตัวของท่อเหล็กจากความร้อนของบรรยากาศ จึงจำเป็นจะต้องจัดทำให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานยาวนาน

EXPANSION JOINT สำหรับงานท่อเหล็กรับแรงดันต่ำ (ถ้ามี) แสดงตำแหน่ง และจำนวนไว้ในแบบก่อสร้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะพิจารณา เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่จะใส่ EXPANSION JOINT ได้ตามความเหมาะสม การติดตั้งจะต้องขันน๊อตทุกตัวเข้าเท่า ๆ กัน เพื่ออัดยาง (RUBBER RINGS) หรือ PACKING RINGS ป้องกันน้ำรั่วซึมด้วยแรงดันน้ำภายในท่อ 1.5 เท่าของ Static Head

EXPANSION JOINTS ที่ใช้กับท่อเหล็กรับแรงดันต่ำนี้ จะต้องทำเครื่องหมายให้เห็นแตกต่างกับของที่ใช้กับท่อเหล็กรับแรงดันสูงอย่างชัดเจน

EXPANSION JOINTS สำหรับงานท่อเหล็กของ PENSTOCK มีความยาวขณะติดตั้งตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm$5 ซม. เมื่อผลิตและประกอบ EXPANSION JOINTS เสร็จเรียบร้อยแล้วให้ขันน๊อตทุกตัวบน GRAND RINGS เข้าไปเท่า ๆ กัน โดยจะกด PACKING RING ให้หดตัวลงเหลือความยาว 95 % ของความยาวเดิม แล้วนำ EXPANSION JOINT ไปเข้าเครื่อง HYDROSTATIC TEST ค่อย ๆ เพิ่มแรงดันของน้ำอย่างช้า ๆ จนถึงแรงดันสูงสุด 1.5 เท่าของ Static Head ระหว่างเพิ่มแรงดันน้ำ ถ้าหากมีน้ำรั่วซึมออกมาตาม PACKING RINGS ให้ขันน๊อตทั้งหมดเข้าไปพร้อม ๆ กันอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งน้ำไม่รั่วซึมออกมา ที่แรงดันน้ำสูงสุดที่ทำการทดสอบ 1.5 เท่าของ Static Head การนำEXPANSION JOINT ไปติดตั้งที่โครงการจะต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง แนวเส้นศูนย์กลางของ EXPANSION JOINT กับแนวท่อเหล็กที่จะต้องเชื่อมต่อกันจะต้องเป็นแนวเดียวกัน ไม่บิดเบี้ยวเนื่องจากการวางท่อเหล็กหรือการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน

11.9 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อ (CONCRETE PIERS)

11.9.1 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันสูง (PENSTOCK)

ฐานคอนกรีตรับท่อจะต้องจัดทำตามแบบก่อสร้างที่กำหนดไห้ โดยมีพิกัดความคลาดเคลื่อนของระยะความยาวตามแนวท่อไม่เกิน $\pm$10 เซนติเมตร งานคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบให้จัดทำตามหมวดที่ 6 น๊อตยึด (ANCHOR BOLTS) ฐานแผ่นเหล็ก (BASE PLATE) จะต้องวางให้ถูกแนว ระดับ และความลาดเอียงตามแบบก่อสร้างก่อนเทคอนกรีต ฐานแผ่นเหล็ก (BASE PLATE) จะนำมาประกอบติดตั้งบนฐานคอนกรีตได้ภายหลังจากคอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน ระดับและความลาดเอียงของฐานแผ่นเหล็กจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียดก่อนทำการ GROUT MORTAR ใต้ฐานแผ่นเหล็ก ผู้รับจ้าง

จะต้องจัดทำแบบรายละเอียดแสดงที่ตั้ง ระดับความลาดเอียง วิธีการติดตั้ง ANCHOR BOLTS ของฐานคอนกรีตรับท่อแต่ละอัน เสนอวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนทำการก่อสร้าง ก่อนวางท่อลงบน CONCRETE PIERS จะต้องให้คอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน และจะต้องทำการตรวจสอบระดับของ BASE PLATE อีกครั้ง ก่อนวางท่อทุกอัน

มอร์ต้าร์ (MORTAR) ที่ใช้ในการยาหรืออุดระหว่างฐานแผ่นเหล็ก (BASE PLATE) กับฐานคอนกรีต (CONCRETE PIER) ให้ใช้อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์: ทราย = 1:3 โดยปริมาณและผสมด้วยสารเคมีกันหดตัว (NON SHRINKAGE COMPOUND) ในอัตราส่วนที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้และได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง น้ำที่ใช้ผสมจะต้องไม่มากกว่า 0.5 ของซีเมนต์โดยน้ำหนัก ความข้นเหลวของมอร์ต้าร์จะต้องพอเหมาะกับงานนี้ มาตรฐานวัสดุของปูนซีเมนต์-ทราย-น้ำ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุไว้ในหมวดที่ 7

11.9.2 ฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันต่ำ

ผู้รับจ้างอาจทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฐานรากคอนกรีตรับท่อ จากที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง (แบบ PLAN และ PROFILE) ทั้งนี้เพื่อให้ตำแหน่งของฐานรากคอนกรีตรับท่อ มีความเหมาะสมกับภูมิประเทศ โดยระยะระหว่างศูนย์กลางของฐานคอนกรีต จะต้องไม่มากกว่าที่ได้ระบุไว้ในแบบมาตรฐาน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเขียนแบบแสดงที่ตั้งตำแหน่งใหม่ เสนอกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เพื่อขออนุมัติก่อนทำการก่อสร้าง

รายละเอียดอื่น ๆ ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ 11.9.1

<u>หมายเหตุ</u> การอุดมอร์ต้าร์ใต้ฐานแผ่นเหล็ก อาจจัดทำภายหลังจากติดตั้งส่งน้ำแล้วแต่ต้องระมัดระวังไม่ให้ฐานแผ่นเหล็กเสียรูป และต้องอุดมอร์ต้าร์ใต้ฐานก่อน 14 วัน ที่จะทำการทดสอบแรงดันน้ำของท่อเหล็ก

11.10 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK)

อาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก จะก่อสร้างบริเวณท่องอ (MITER BENDS) หรือตรงบริเวณที่ท่อเปลี่ยนแนวทาง งานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบจะต้องจัดทำตามที่กล่าวไว้ในหมวดที่ 7 ซึ่งผู้รับจ้างอาจเติมหินใหญ่ (DUMP ROCKS) ขนาด 20-30 เซนติเมตร ลงไป แต่ไม่เกิน 40%โดยปริมาตรคอนกรีต โดยให้เติมลงไปให้สม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีตและมีช่องว่างระหว่างรอบหินใหญ่ ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และต้องอยู่ห่างจากเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรด้วย ก่อนเทคอนกรีตฝังท่องอ จะต้องทำการจับยึดเหนี่ยวให้มั่นคงในแบบหล่อคอนกรีต และตรวจสอบระดับและแนวของปลายท่อทั้งสองข้างให้ถูกต้องตามที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้างเสียก่อนเทคอนกรีตลงในแบบ และเมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องตรวจสอบระดับและแนวท่ออีกครั้งว่าไม่ทรุด บิด เอียง ออกจากแนวท่อที่ต้องการ

11.11 การขุดดินร่องแนวท่อ ร่องระบายน้ำ และการกลบฝังท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำวางแนวของท่อตามแบบก่อสร้าง และทำระดับของพื้นดินโดยละเอียดเพื่อทำการขุดร่องดูแนวท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ตลอดจนแนวร่องระบายน้ำ

การขุดร่องแนวท่อและร่องระบายน้ำของ PENSTOCK ให้ขุดร่องแนวท่อ (TRENCH) และระดับก้นร่องตามแบบก่อสร้าง ความลาดเอียงของก้นร่องจะต้องตกแต่งตัดให้มีความลาดเอียงตามแบบก่อสร้าง ที่ก้นร่องของแนวท่อให้ขุดทางระบายน้ำ (DRAIN DITCH) ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 30 เมตร จะต้องขุดร่องระบายน้ำออกไปจากร่องท่อ (TRENCH) ขนาด และแนวทางของร่องระบายน้ำที่จะขุดแยกออกไปจากร่องท่อให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง สำหรับดินที่เหลือจากการขุดแนวร่องท่อจะต้องนำออกไปทิ้งให้ห่างจากร่องท่อ โดยมิให้ดินถูกฝนและน้ำชะไหลกลับลงสู่ร่องท่อ (TRENCH) อีก

11.12 การติดตั้ง AIR VENT PIPE

AIR VENT PIPE ติดตั้งบน PENSTOCK ตามที่ระบุไว้ในแบบ การเจาะรูบนท่อ PENSTOCK หรือ INTAKE PIPE จะต้องใช้เครื่องมือกลเจาะเศษเหล็กที่ยื่นออกมาตามขอบรูที่เจาะจะต้องทำความสะอาดและขัดออกให้เรียบร้อยด้วยหินขัด จึงจะเชื่อมต่อท่อ AIR VENT PIPE เข้ากับ PENSTOCK หรือ INTAKE PIPE ส่วนข้องอ 90^{θ} จะใช้แบบเกลียวต่อหรือเชื่อมต่อกันก็ได้

11.13 งานติดตั้งท่อเหล็กและ PIPE SUPPORT

11.13.1 ทั่วไป

งานวางท่อเหล็กที่ต่อออกมาจากอาคารคอนกรีตรับน้ำต่างๆ จะต้องระมัดระวังมิให้ความร้อนจากการเชื่อมท่อทำอันตรายต่ออาคารคอนกรีต เนื่องจากการขยายตัวของท่อด้วยความร้อน หรือท่อที่รอการกลบฝังดินที่ได้ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรจะป้องกันตัวท่อด้วยการคลุมท่อ (INSULATION) จากอุณหภูมิของบรรยากาศ การวางแนวท่อตามแบบก่อสร้างจะต้องให้รอยเชื่อมท่อตามความยาวท่อ (LONGITUDINAL WELDING) อยู่ส่วนบนของท่อโดยทำมุม 45˚+ 5 กับแนวดิ่ง ท่อแต่ละท่อนที่ต่อปลายเข้าหากันจะต้องไม่ให้รอยเชื่อมตามแนวยาวต่อกัน ควรวางให้สลับกันไป โดยให้อยู่ด้านตรงข้าม หรือทำมุม 90˚+ 10 ซึ่งกันและกัน การนำท่อมาเตรียมไว้ข้างบ่อก่อสร้าง ต้องหาไม้หมอนรองรับให้อยู่สูงกว่าพื้นดิน จะต้องระมัดระวังมิให้สีที่เคลือบไว้ภายนอกเสียหาย และหาทางป้องกันมิให้สิ่งสกปรกเข้าไปภายในตัวท่อ นอกจากนี้ยังห้ามวางท่อซ้อนกัน

11.13.2 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูง (PENSTOCK)

การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูงจะทำได้ต่อเมื่อได้ขุดร่องท่อ (TRENCH) ก่อสร้างอาคารยึดตรึงท่อและฐานคอนกรีตรับท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วการนำท่อเหล็กลงวางตามแนวแบบก่อสร้างจะต้องทำด้วยความระมัดระวังมิให้ท่อและสีเคลือบท่อเสียหายได้ นอกจากนี้จะต้องจัดทำโครงสร้างชั่วคราว สำหรับท่อตามแนวระดับ และสำหรับยึดตรึงตัวท่อขณะเชื่อมต่อปลายท่อเข้าด้วยกัน การติดตั้งฐานท่อ (SADDLE) จะต้องให้ศูนย์กลางของฐานท่อ และศูนย์กลางของฐานแผ่นเหล็ก (BASE PLATE) บนฐานคอนกรีตรับท่อ (CONCRETE PIER) อยู่ในระยะกึ่งกลางพอดี นอกจากนี้ฐานท่อที่วางบนฐานแผ่นเหล็กจะต้องแนบสนิทกันตลอดผิวหน้า งานติดตั้ง SUPPORT FRAME (ถ้ามี) จะกระทำได้ภายหลังจากได้ทำการเคลือบและทาสี

ภายนอกท่อแล้ว ตามข้อ 11.6.4(3) อนึ่งการติดตั้ง GUIDE BAR และ SUPPORT FRAME จะต้องระมัดระวังเพื่อเว้นช่องว่าง (GAP) ให้ได้ตามที่ให้ไว้ในแบบก่อสร้าง

11.13.3 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันต่ำ (LOW PRESSURE STEEL PIPE)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจแนวท่อส่งน้ำ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขแนวท่อส่งน้ำใหม่ จากที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเดิม เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ และเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างของผู้รับจ้างโดยผู้รับจ้างจะต้องสำรวจ คำนวณ และเขียนแบบ เสนอต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เพื่ออนุมัติก่อนทำการก่อสร้างแบบแปลนใหม่นี้ และจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการวางท่อที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ค่าระดับของท่อที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย จะต้องเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างเดิม

11.13.3.1 ท่อเหล็กหุ้มคอนกรีต

จะต้องเทคอนกรีตท่อให้ได้ตามมิติที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ก่อนวางท่อผู้รับจ้างจะต้องทำค้ำยันบ่อให้มั่นคงแข็งแรง และมีค่าระดับที่ถูกต้องก่อนแล้วจึงนำท่อไปวางบนค้ำยันนั้น ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรควบคุมทราบ เพื่อทำการตรวจสอบความเรียบร้อย ก่อนทำการเทคอนกรีตและจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย ตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การเทคอนกรีตจะต้องใช้เครื่องเขย่าให้คอนกรีตลงไปถึงข้างล่างและรอบๆ ท่อโดยไม่เกิดรูพรุน เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อลอยตัวเนื่องจากการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตรึงท่อให้แน่นเมื่อเทคอนกรีตหุ้มท่อแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 7 วัน จึงทำการบดอัดดินรอบคอนกรีตหุ้มท่อ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

11.13.3.2 ท่อฝังใต้ดิน

ภายหลังจากทำการขุดดินร่องท่อแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำนั่งร้านชั่วคราว รองรับท่อให้ได้แนวระดับและความลาดเอียงตามแบบและใช้สำหรับยึดท่อ ขณะเชื่อมปลายท่อต่อกัน นั่งร้านชั่วคราวนี้ จะถอนย้ายออกเมื่องานเชื่อมต่อ ถมทรายรองรับใต้ท่อ หรือให้ทำคอนกรีตหยาบรองพื้นท่อเสร็จแล้ว การนำอุปกรณ์ท่อเหล็กลงวางตามแนวแบบก่อสร้างจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมิให้ท่อและสีเคลือบท่อเสียหายได้ ภายในท่อจะต้องสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกอื่นใด

11.13.3.3 ท่อเหนือระดับดินมี PIPE SUPPORT รองรับ

การติดตั้งท่อจะกระทำได้ต่อเมื่อก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว การนำท่อเหล็กลงวางตามแนวแบบก่อสร้าง จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง มิให้ท่อและสีเคลือบท่อเสียหายได้นอกจากนี้จะต้องจัดทำโครงสร้างชั่วคราว สำหรับรองรับท่อตามแนว ระดับและสำหรับยึดตรึงตัวท่อ ขณะต่อท่อเข้าด้วยกันฐานท่อที่วางบนฐานแผ่นเหล็ก จะต้องแนบสนิทตลอดผิวหน้า งานติดตั้ง SUPPORT FRAME (ถ้ามี) จะกระทำได้ภายหลังจากได้ทำการเคลือบและทาสีภายนอกท่อตามข้อ 11.6.4 (3) แล้วเสร็จ อนึ่งการติดตั้ง GUIDE BAR และ SUPPORT FRAME จะต้องระมัดระวังช่องว่าง (GAP) ให้ได้ตามแบบที่กำหนดไว้

11.14 การซ่อมแซม (REPAIRS)

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

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

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มม. ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้าหรือออก การขัดควรพึงระมัดระวัง และป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนสูงเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมงานเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

11.15 การตรวจสอบและทดสอบ (INSPECTION AND TESTING) อุปกรณ์ท่อเหล็ก

11.15.1 ทั่วไป (GENERAL)

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องจัดทำทั้งภายในโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กและที่บริเวณโครงการก่อสร้าง การตรวจสอบการผลิตอุปกรณ์ที่โรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือกับผู้ตรวจสอบงาน (INSPECTOR) จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเข้าไปตรวจสอบวัสดุ และการผลิตอุปกรณ์ในโรงงาน ตลอดจนจัดหาเอกสารหรือให้รายละเอียดต่างๆ ที่ผู้ตรวจสอบต้องการทราบเกี่ยวกับงานที่เข้าไปทำการตรวจสอบผู้ตรวจสอบงาน มีอำนาจเข้าไปทำการตรวจสอบได้ตลอดเวลาที่โรงงานกำลังผลิตอุปกรณ์อยู่

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำการทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถใช้งานใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก แสดงกำหนดการและระยะเวลาของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของการผลิต ภายในระยะเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างลงนามในสัญญาว่าจ้างงานนี้ แผนงานที่เสนอมาอย่างน้อยจะต้องประกอบด้วย แบบที่ใช้สำหรับผลิตอุปกรณ์ (SHOP DRAWINGS) และรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุ การผลิต การเคลือบและทาสี การตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ที่โรงงาน วิธีการขนส่งอุปกรณ์ถึงโครงการ เครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและขนส่งอุปกรณ์

แผนการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ที่โครงการแสดงหมายกำหนดการ และระยะเวลาของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานนี้ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการเริ่มงานติดตั้งที่โครงการ

แผนงานดังกล่าวข้างต้นนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะพิจารณาเห็นชอบหรือไม่ ภายใน 14 วันหลังจากที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

ก่อนเริ่มการผลิตการเคลือบและทาสี การตรวจสอบ-ทดสอบ และการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งหมายกำหนดการที่แน่นอนของการดำเนินงานขั้นตอนนั้นๆ อีกครั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบเป็นการล่วงหน้า อย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะได้เตรียมการเข้าร่วมการตรวจสอบ

แบบแปลน (SHOP DRAWINGS) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็กแบบแปลนการตัดต่อท่อเหล็ก แบบแปลนผลิต EXPANSION JOINTS, ท่องอ (MITER BENDS) ฯลฯ แผนงานและวิธีการพร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงานก่อนการเชื่อมและทาสี ชนิดของลวดเชื่อมการเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่ากรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะให้ความเห็นชอบดังกล่าวแล้ว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำงานให้ได้ตามกำหนดของเอกสารนี้

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมีผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้างเอง ร่วมกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บรายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจำนวน 2 ชุด ทุกๆ อาทิตย์หรือเร็วกว่านี้

11.15.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันต่ำและสูง ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจตรวจดูสภาพด้วยสายตา หรือขอดูเอกสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาใช้งานหรือตรวจดูชนิดของโลหะด้วยประกายไฟ (SPARK TEST) ด้วยการใช้ล้อหินขัดหมุนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอย่างน้อย 500 ฟุต/นาที ขัดผิวโลหะในที่ที่แสงสว่างไม่มากนัก ประกายไฟของเหล็กเหนียว (MILD STEEL) จะเป็นเส้นประกายสีเหลืองยาว บางครั้งมีลักษณะเหมือนส้อม ปลายสุดคล้ายลูกศรนอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้าสงสัยคุณภาพของวัสดุ

(ข) การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และฝีมือช่างเชื่อม ชนิดและขนาดของลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงาน

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

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

(จ) การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENERATION INSPECTION) ชนิด DYE PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้นจะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธีทดสอบชั้นแรกให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาให้ทั่ว (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึงใส่น้ำยาแทรกซึมชนิด DYE PENERANT ลงไปบนผิวของงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยทิ้งไว้ชั่วขณะหนึ่ง ให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าว แล้วจึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANER อีกครั้ง ทิ้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทดีแล้ว ชั้นต่อไปพ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะพบจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

(ฉ) ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นรอบวง ความยาวให้ได้ขนาด ตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 11.16 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

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

(ซ) ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้เคลือบและทาสี

(ฌ) ตรวจสอบการเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี

(ญ) ตรวจสอบความหนาของสีที่ทาเมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 11.6

(ฎ) ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข

(ฏ) ตรวจสอบวิธีการดำเนินงานการขนส่ง

(ฐ) ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (MITER BENDS)

11.15.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โครงการดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการเป็นการตรวจสอบขนาดของท่อและตรวจสภาพผิวท่อที่เคลือบ และทาสีไว้ทั้งภายใน และภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่องผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหา มาใหม่

(ข) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อ จากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณบ่อก่อสร้างโดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย

(ค) ตรวจสอบระดับพื้นแนวร่องท่อ และขนาดของร่องท่อ ตลอดจนระดับของ BASE PLATE ให้ได้ขนาดและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(ง) ตรวจสอบการทำนั่งร้านชั่วคราวรองรับท่อให้มีเพียงพอ สำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของนั่งร้านชั่วคราวด้วย

(จ) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อลงในบ่อก่อสร้าง โดยมิให้ท่อเกิดความเสียหาย

(ฉ) ตรวจสอบการจับยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง

(ช) ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และให้แนวเชื่อมตามยาวท่อแต่ละท่อนสลับกันไม่ต่อเป็นแนวเดียวกัน

(ซ) ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม

(ฌ) ตรวจสอบช่องว่างรอยต่อท่อที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ให้มีความห่างเท่ากับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(ญ) ตรวจสอบโลหะปะกบด้านในของตัวท่อตรงรอยต่อท่อที่จะเชื่อมต่อกัน

(ฎ) ตรวจสอบ ขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อมแ ละชนิดของลวดเชื่อม

(ฏ) ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน

(ฐ) ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดแนวเชื่อม ตรวจดูขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที

(ฑ) ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึมตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน

(ฒ) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้น บริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน

(ณ) ตรวจสอบการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมในสนาม

(ด) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อภายนอกท่อทั้งหมด ตลอดแนวท่อก่อนทำการเคลือบ และทาสีภายนอกท่อในสนาม สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ

(ต) ตรวจสอบการเคลือบและทาสีท่อเหล็ก ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.6 แต่ละชั้น และตรวจสอบความหนาของสีที่ทาด้วยวิธี PINHOLE TEST

(ถ) ตรวจสอบการรองทราย การบดอัดทรายใต้ท่อ และการถมบดอัดดินฝังท่อจนถึงระดับดินเดิม

(ท) ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท่องอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนว และระดับของปลายท่อทั้งสองข้างของท่องอ ก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ

(2) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันสูง (PENSTOCK) จะต้องทำการทดสอบแรงดันน้ำ (HYDROSTATIC PRESSURE) เพิ่มเติมจากที่กล่าวไว้แล้วในข้อ (1) การทดสอบแรงดันน้ำ ให้กระทำตลอดความยาวของท่อ PENSTOCK จากอาคารท่อส่งน้ำท้ายเขื่อนถึง POWER HOUSE ก่อนทำการทดสอบแรงดันน้ำที่โครงการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธี และแบบการทดสอบให้วิศวกรควบคุม การก่อสร้างได้ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำออกแบบ และคำนวณหาขนาดของแผ่นเหล็ก หรือหัวครอบท่อเหล็ก (BULKHEAD) สำหรับปิดปลายท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ และจะต้องตัดออกภายหลังจากเสร็จการทดสอบแล้ว

การทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำได้ต่อเมื่อท่อเหล็ก (PENSTOCK) ได้ติดตั้งและเชื่อมต่อกันเสร็จหมดแล้ว ตลอดความยาวทั้งระบบ ตลอดจน CONCRETE ANCHOR BLOCKS, PIPE SUPPORTS

ได้ก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาคารคอนกรีตประกอบงานท่อ PENSTOCK จะต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 28 วัน อนึ่งในการทดสอบแรงดันน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาและจัดทำการป้องกันความเสียหายจากการทดสอบน้ำซึ่งแรงดันทดสอบสูงกว่าแรงดันของน้ำในการคำนวณออกแบบ อาทิเช่น ทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อเหล็กตามจุดต่างๆ ที่เห็นสมควร หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างต้องการให้จัดทำขึ้น

วิธีทดสอบแรงดันน้ำให้เพิ่มแรงดันน้ำอย่างช้าๆ จนถึงแรงดันของน้ำภายในท่อที่ปลายท่อของจุดต่ำสุดก่อนเข้า POWER HOUSE มีแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Static Head แล้วให้คงแรงดันน้ำทดสอบไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงทำการตรวจสอบรอยรั่วตามตัวท่อเหล็กตลอดแนว ถ้าหากตรวจพบรอยรั่วตามแนวท่อ ผู้รับจ้างจะต้องรีบทำการซ่อมแซมทันที และทำการทดสอบใหม่จนผลการทดสอบเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

เครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการทดสอบแรงดันน้ำในท่อเหล็ก อาทิเช่น เครื่องสูบน้ำเติมและระบายน้ำออกจากท่อ เครื่องอัดแรงดันน้ำ เครื่องมือวัดแรงดัน การเสริมป้องกันท่อ โครงสร้างชั่วคราวรับท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ การติดตั้ง การทดสอบแรงดันน้ำ การขนย้าย ตลอดจนการรื้อถอนโครงสร้างชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแรงดันน้ำนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

อนึ่ง ความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบแรงดันน้ำ กับอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

11.15.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ งานทดสอบงานเชื่อมรวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และการซ่อมแซมงานเชื่อมการเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อมขนาดและชนิดของลวดเชื่อม สภาพอากาศขณะทำการเชื่อมขนาดของร่องเปิด (ROOT OPENING) ของการเชื่อมต่อชนกัน ผลการทดสอบด้านน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อม ตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่าง ๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมงานอีกครั้ง

11.15.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิกัดของความผิดพลาดในการผลิตตามที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 11.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขและผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดหามาใหม่

11.16 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)

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

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

(3) ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละท่อน จะต้องไม่มากกว่า 0.05% ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่กำหนดให้ตามแบบ

(4) ความคลาดเคลื่อนของการเตรียมแนวเชื่อม จะต้องไม่มากกว่าที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

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

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

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

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

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

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

(ช) ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้

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

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

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

(7) ความยาว EXPANSION JOINT + 5 มม.

(8) ระยะความยาวระหว่างศูนย์กลาง CONCRETE PIER ผิดได้ไม่เกิน + 10 ซม.

(9) ความหนาของการเคลือบและทาสีผิดได้ไม่เกิน 5%

11.17 การทำ WET TAP

เป็นวิธีการที่ใช้เจาะท่อเพื่อทำการเปลี่ยนหรือเพิ่มแนวท่อใหม่ (Reroute) เพื่อส่งน้ำไปยังจุดอื่นโดยที่ยังมีน้ำไหลอยู่ในท่อตลอดเวลา

ก่อนที่จะทำการเจาะท่อเพื่อทำ Wet Tap ผู้รับจ้างจะต้องจัดแผนงาน และวิธีการตลอดจนจัดเตรียมอุปกรณ์ บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญเป็นพิเศษ แบบ Drawing การทำงานให้พร้อมเสนอขอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนเริ่มดำเนินการ และทำการตรวจสอบท่อเดิมเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการ

ตรวจสอบไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับกั้นน้ำไม่ให้ไหลผ่านได้เมื่อต้องการผ่าท่อเพื่อเปลี่ยนหรือเพิ่มแนวท่อเดิม ก่อนทำการเจาะท่อต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบเพื่อกำหนดค่าความเร็วของน้ำในท่อ ความดันน้ำ อัตราการไหลที่ยอมให้ได้ โดยให้ถือปฏิบัติและดำเนินการด้วยความระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด

ในการเจาะท่อจะใช้ Tapping machine สำหรับเจาะรูขนาดใหญ่ และใช้ Drilling Machine สำหรับเจาะรูขนาดเล็กประมาณ 1/2.”ถึง 4” อุปกรณ์Tapping machine จะประกอบด้วย Ladder & Platform, Hydraulic Piping, Skid, Connecting Hoses, Power Unit, 2-Stage Drive Motors, Feed Motor, Pressure Balance System โดยติดตั้ง Sandwich Valve หรือ Isolate Valve เพื่อควบคุมการปิด/เปิดน้ำเข้าสู่ท่อ Bypass หรืออาจใช้เพื่อป้องกันน้ำรั่วออกจากท่อขณะทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆเช่น หน้าแปลน เป็นต้น

11.17.1 การทำสามทางผ่า (Tapping Sleeve)

1) คุณสมบัติทั่วไป

สามทางผ่าประกอบด้วยชิ้นส่วน 2 ชิ้น นำมาประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวเป็นตัวยึด ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกันต้องมีปะเก็นยางรองกันน้ำซึม

2) วัสดุ

สามทางผ่าต้องทำจากเหล็กเหนียว (Mild steel) หรือทำจากเหล็กหล่อเหนียว

ปะเก็นยางต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน JIS K 6353, Class III, ความแข็ง Hs 60 ±5 หรือ BS 2494, ความแข็ง (IRHD) 56-65 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

สลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องเป็นแบบหัวหกเหลี่ยมทำด้วยเหล็กเหนียว มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.171 ชั้นคุณภาพ 4.6 หรือ ASTM A 307, Grade B และชุบด้วยสังกะสี โดยวิธีจุ่มร้อน

3) การทดสอบความดันน้ำ

สามทางผ่าต้องผ่านการทดสอบความดันน้ำที่ความดัน 15 กก./ซม.^{2} เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที โดยไม่มีการรั่วซึม

4) คุณภาพงานหล่อ (Workmanship)

พื้นผิวสามทางผ่าที่หล่อต้องเรียบปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าว ครีบ หรือ รอยตำหนิอื่นๆ ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Are Welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิดังกล่าว

5) การเคลือบผิวภายในและภายนอก

(ก) การเคลือบภายนอก ผิวภายนอกของสามทางผ่าต้องเคลือบด้วย non-bleeding type coal-tar epoxy ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน และจะต้องเป็นสีเทาดำหรือสีอื่นๆ ซึ่งต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(ข) การเคลือบภายในผิวภายในของสามทางผ่าต้องเคลือบด้วย liquid epoxy ชนิดไม่มี

ส่วนผสมของ coal-tar มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน AWWA C 210 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน และจะต้องเป็นสีฟ้าหรือสีอื่น ซึ่งต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

6) การทำเครื่องหมาย

สามทางผ่าทุกชุดต้องมีอักษรหรือเครื่องหมายเป็นตัวนูนผิวภายนอก ดังนี้

- ชื่อหรืออักษรย่อของผู้ผลิตหรือเครื่องหมายการค้า
- ขนาดระบุ
- ความดันใช้งาน (Working Pressure) : 10 kg/cm^2
- หมายเลขรุ่น (Lot) และวันเดือนปี ที่ผลิตหรืออักษรหรือตัวเลขใดๆ ที่คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

11.18 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานท่อเหล็ก วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยความยาวเมตรตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่วิศวกรรมควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60 %ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อแล้วเสร็จถึงสถานที่ก่อสร้าง และ 40 %ของราคาต่อหน่วย เมื่อติดตั้ง เคลือบสี และทดสอบท่อ แล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้งและทดสอบการรั่วซึมและแรงดัน ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ การวัดงานท่อเหล็ก จะวัดหรือคำนวณเป็นความยาวจริงตามแนวศูนย์กลางท่อเหล็ก

(2) งานท่อเหล็กงอ ท่อเหล็กลดขนาด และท่อเหล็กแยก วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือท่อนตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่วิศวกรรมควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60 %ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งชิ้นงานแล้วเสร็จถึงสถานที่ก่อสร้าง และ 40 %ของราคาต่อหน่วย เมื่อติดตั้ง เคลือบสี และทดสอบชิ้นงานแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาชิ้นงาน ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้งและทดสอบ ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(3) งานเหล็กยึดและรองรับท่อ ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งประกอบด้วย งานประกอบเหล็กยึดและรองรับท่อ งานเจาะรู งานตัด เชื่อม กลึง งานเคลือบสี ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานเหล็กยึดและรองรับท่อแต่ละแห่งเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(4) งานรอยต่อท่อเผื่อขยาย ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งประกอบด้วย งานประกอบเหล็กยึดรอยต่อท่อ งานตัด เชื่อม กลึง งานเคลือบสี และอุปกรณ์ยึดท่อ ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานรอยต่อท่อแต่ละแห่งเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(5) งาน AIR VENT PIPE ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งประกอบด้วย งานติดตั้งท่อระบายอากาศ งานเจาะรู งานตัด เชื่อม กลึง งานเคลือบสี ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงใน

สัญญา เมื่องานติดตั้งท่อระบายอากาศที่ PENSTOCK แต่ละแห่งเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(6) งาน MECHANICAL COUPLING ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งติดตั้งพร้อมกับงานท่อภายในอาคาร โดยติดตั้ง งานตัด เชื่อม กลึง งานเคลือบสี ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานติดตั้งท่อภายในอาคารแล้วเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(7) งาน DISMANTLING JOINT ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งติดตั้งพร้อมกับงานท่อภายในอาคาร โดยติดตั้ง ประกอบ ตัด เชื่อม กลึง จับยึด งานเคลือบสี ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานติดตั้งท่อภายในอาคารแล้วเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบและติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(8) งาน MANHOLE ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งติดตั้งพร้อมกับงานท่อ โดยติดตั้ง ประกอบ ตัด เชื่อม กลึง จับยึด งานเคลือบสี ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานติดตั้งท่อแล้วเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบและติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(9) งาน Wet Tapping ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งประกอบด้วย งานติดตั้ง ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานติดตั้งแต่ละแห่งเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสีและอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 12
งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการ
(BUILDING CONSTRUCTION)

12.1 การเตรียมสถานที่

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเตรียมสถานที่โดยปรับพื้นที่ เช่น การถางป่า ขุดตอ กำจัดรากไม้ วัชพืช ตลอดจนสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้เรียบร้อย บรรดาสิ่งที่ไม่ต้องการให้ขนย้ายไปทิ้ง ณ บริเวณที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้

12.2 การขุดหลุมฐานราก

การขุดดินหลุมฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดก้นหลุมให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของหลุมฐานรากที่กำหนดในแบบประมาณ 0.30 ม. โดยรอบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมก่อสร้างเห็นสมควรทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การตั้งไม้แบบเทคอนกรีตฐานราก ปากหลุมต้องขุดให้ผายออกเพื่อป้องกันดินพังดินที่ขุดขึ้นจากก้นหลุมต้องขนย้ายไปกองไว้ให้ห่างจากขอบหลุมจนเกินระยะแนวทรงตัวของดิน

12.3 งานโครงสร้าง

12.3.1 คอนกรีตเสริมเหล็ก

จะใช้ในงานฐานราก เสา คาน พื้น ฐานรองรับท่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฐานใต้อาคารและร่องวางสายเคเบิล วัสดุที่ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบด้วย ปูนซิเมนต์ หรือ กรวด ทราย เหล็ก น้ำ ไม้แบบ เป็นต้น ขนาด คุณภาพ วิธีการทำงาน และการตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 - งานคอนกรีต

กำลังของคอนกรีตเสริมเหล็กหลังจากหล่อแล้ว 28 วัน ต้องรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง โดยการกดแท่งทดลองรูปทรงกระบอกขนาด ∅ 6 นิ้ว สูง 12 นิ้ว

การถอดแบบหล่อคอนกรีต จะถอดไม้แบบหล่อคอนกรีตและไม้ ค้ำยันได้ต่อเมื่อได้ทิ้งระยะเวลาหลังจากการหล่อคอนกรีตลงแบบเรียบร้อยแล้ว ไม่น้อยกว่าเวลาที่กำหนดไว้ดังนี้

- ไม้แบบด้านข้างของเสาและคาน	เป็นเวลา	2	วัน
- ไม้แบบท้องคาน	เป็นเวลา	21	วัน
- ไม้แบบใต้พื้น (SLAB)	เป็นเวลา	21	วัน

การบ่มคอนกรีต เมื่อคอนกรีตมีผิวหน้าแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีให้ใช้น้ำรดให้เปียกชุ่มโดยตลอด และเมื่อถอดแบบหล่อด้านข้างออกแล้ว ให้ใช้กระสอบป่านชุบน้ำปกคลุมไว้ พร้อมทั้งต้องราดน้ำให้กระสอบเปียกชุมอยู่เสมอเป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน ส่วนพื้นที่ให้ทำคันดินแบ่ง

ออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ ไว้โดยรอบและให้หล่อน้ำขังไว้พื้นสูงไม่น้อยกว่า 5 ซม. เป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน การบ่มนี้อาจใช้น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) ก็ได้แต่ต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

12.3.2 งานไม้

ไม้ทุกชนิดที่ผู้รับจ้างนำเข้ามาใช้งาน จะต้องเป็นไม้ที่ถูกต้องตามกฎหมายทุกประการแล้วห้ามนำไม้ผิดกฎหมายเข้ามาในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาไม้ตามชนิด ขนาด ตามที่กำหนดในแบบโครงสร้างของอาคารตามที่กำหนดมาติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบ และถ้าในแบบมิได้กำหนดชื่อไม้ไว้ให้แยกชนิดของไม้ดังนี้

(1) ไม้เนื้ออ่อน (SOFT WOOD) ได้แก่ ไม้ยาง ไม้เหียง ไม้พลวง และไม้กะบาก และอื่นๆ ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

(2) ไม้เนื้อแข็ง (HARD WOOD) ได้แก่ ไม้ตะเคียนทอง ไม้มะค่าโมง ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้มะค่าแต้ ไม้หลุมพอ ไม้ยมหิน ไม้เคี่ยม ไม้ตะแบก และไม้กันเกรา และอื่นๆ ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

<u>คุณสมบัติของไม้</u>

(ก) ต้องเป็นไม้ที่แห้ง หรือผึ่งมาแล้ว

(ข) ไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาผิดปกติให้คัดออก

(ค) ต้องไม่มีตา ไม่มีรอยแตกร้าว ไม่มีรู ไม่คด

<u>ขนาดไม้ไสปรุงแต่ง</u>

(ก) ตัวไม้ต่างๆ ที่นำมาประกอบเป็นอาคาร ส่วนที่เห็นได้ด้วยตา ต้องไสปรุงแต่งให้เรียบร้อย

(ข) ไม้แปรรูปที่ได้เลื่อยเป็นขนาดมาใช้ปลูกสร้าง ยอมให้เสียเนื้อไม้เป็นคลองเลื่อยเล็กกว่าขนาดที่เรียกกันในท้องตลาดได้ (ยกเว้นวงกบ และกรอบของประตู หน้าต่าง) แต่เมื่อปรุงแต่งพร้อมที่จะประกอบด้วยกัน จะต้องมีขนาดเหลือไม่น้อยกว่าเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ขนาดหนา	$^1/_2$	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	3/8	นิ้ว
ขนาดหนา	1	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1^3/_{16}$	นิ้ว
ขนาดหนา	$1^1/_2$	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1^3/_4$	นิ้ว
ขนาดหนา	2	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1\frac{3}{4}$	นิ้ว
ขนาดหนา	$2\frac{1}{2}$	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$2\frac{1}{4}$	นิ้ว
ขนาดหนา	3	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$2\frac{11}{16}$	นิ้ว
ขนาดหนา	4	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$3\frac{5}{6}$	นิ้ว

12.3.3 การมุงหลังคา

(1) ทั่วไป

โครงหลังคาของอาคารโรงไฟฟ้า และอาคารต่างๆ ที่แบบเป็นโครงหลังคาเหล็ก ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

รายการ	มาตรฐาน
(ก) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ	มอก.116, หรือASTM A 36
(ข) เหล็กกล้าละมุนรีดร้อน	
ชนิดแผ่นหนา แผ่นบาง และแผ่นแถบ	มอก. 528
(ค) เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต:เหล็กเส้นกลม	มอก. 20
(ง) เหล็กหล่อเทา	มอก. 536
(จ) สลักเกลียว	
(1) Mild Steel	ASTM A 36, A 307
(2) High Strength	ASTM A 325
(ฉ) ท่อเหล็กกล้า (Black Steel Pipe)	มอก. 276
(ช) ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe)	มอก. 277 ประเภท 2
(ซ) เหล็กไร้สนิม (Stainless Steel)	ASTM A 264, Grade 6

(2) การประกอบโครงหลังคาเหล็ก (Fabrication)

หากมิได้ระบุไว้เป็นมาตรฐานใด ให้ถือมาตรฐานของ AISC เรื่อง “Design Fabrication and Erection of Structural Steel for Building” เป็นหลัก

(ก) มาตรฐานงานเชื่อม

คุณภาพงานเชื่อม AWS D 1.1

คุณภาพลวดเชื่อม (Welding Rod) AWS D 5.1 หรือ AWA A 5.5

(ข) มาตรฐานการกลึงเกลียว ISO Metric System,Normal Series, Coarse Pitch.

(3) วัสดุ

(ก) ให้ใช้ Metal Sheet ตามที่กำหนดไว้ในแบบ มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก.

(ข) ผู้รับจ้างจะจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับงานมุงหลังคา และวัสดุอื่นที่จำเป็นเพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามแบบ

(4) การมุงหลังคา

(ก) ก่อนมุงหลังคา ควรตรวจดูโครงเหล็ก เช่น จันทัน ขื่อ แป ทุกอัน ได้ขันยึดด้วยสลักยึดแป้นเกลียว (Sag Rod) อย่างดีแล้ว และอยู่ในลาดและระนาบเดียวกัน

(ข) ตรวจทิศด้านทางลม ฝน ว่ามีมากทางใด เมื่อประเมินผลได้แล้วก็ตั้งต้นมุงสวนกับทิศทางลม เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้าทางลอนหงายได้อย่างดี

(ค) Metal Sheet ที่ใช้มุงหลังคาให้ติดตั้งตามวิธีที่ผู้ผลิตกำหนด

12.3.4 การตีฝ้าเพดาน

(1) ฝ้าเพดาน ให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด ชนิดมีฉนวนกันความร้อน หนา 9 มม. หรือมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า

(2) โครงเคร่าฝ้าเพดาน ใช้โครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ชนิดแขวนด้วยลวดอาบสังกะสี ชนิดปรับระยะได้ขนาดระยะของโครงเคร่า 0.60x1.20 ม. T-BAR ขนาด 1”x1 1/2” หนา 0.9 มม.

(3) การติดตั้ง

การติดตั้งโครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ต้องเป็นไปตามระบุในแบบ ฝ้าเพดานที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องแข็งแรง เรียบร้อยได้แนว ได้ฉาก และได้ระดับ ความสูงของฝ้าเพดานจะต้องเป็นไปตามระบุในแบบ การติดตั้งฝ้าเพดานจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยช่างที่ชำนาญโดยเฉพาะ ก่อนติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องส่ง SHOP DRAWINGS แสดงแนวฝ้าและระดับที่จะติดตั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจเพื่อปรับระยะต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสมและได้รับอนุมัติก่อนจึงทำการติดตั้งได้

(4) บนหลังแผ่นฝ้าจะปูปิดด้วยฉนวนกันความร้อนประเภท Micro fiber บรรจุอยู่ในถุง Aluminum foil หนา 3” ผู้รับจ้างต้องเสนอประเภทของฉนวนกันความร้อนให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนนำมาใช้งานและราคาค่าก่อสร้างของฉนวนกันความร้อนนี้ให้คิดราคารวมอยู่ในงานทำฝ้าเพดาน ยิบซัมบอร์ด

สำหรับฝ้าเพดานในห้องน้ำให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ดหนา 6 มม. หรือมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า ยึดติดกับโครงเคร่าไม้เนื้อแข็ง

12.3.5 งานก่ออิฐ

(1) ให้ใช้อิฐก่อสร้างสามัญขนาดประมาณ 3.50x7.50x15 ซม. เผาด้วยความร้อนสูงแข็งแกร่งไม่บิดเบี้ยว หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

(2) ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ตามมาตรฐาน มอก. 80

(3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมีขนาดดังนี้

- ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 8 100 เปอร์เซ็นต์
- ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 40 15-40 เปอร์เซ็นต์
- ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 100 0.10 เปอร์เซ็นต์

(4) น้ำ น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากน้ำมัน กระ ด่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อนจึงนำมาใช้ได้

(5) ส่วนผสมของปูนก่อ ปูนก่อผนังโดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

- ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
- ทรายหยาบร่อนแล้ว 3 ส่วน (โดยปริมาตร)
- ปูนขาวร่อนแล้ว 1 ส่วน (โดยปริมาตร)

(6) การผสม ต้องผสมในกะบะซึ่งน้ำรั่วไม่ได้ นำทรายและปูนขาวซึ่งผ่านการร่อนแล้วมาผสมคลุกเคล้ากันตามส่วนที่กำหนด จนกลมกลืนเป็นสีเดียวกัน แล้วใช้น้ำหมักไว้ เมื่อนำไปใช้จึงนำปูนซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนด แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด

(7) วิธีการก่ออิฐ

(ก) จะต้องเตรียมสถานที่การก่ออิฐให้เรียบร้อย เช่น แนว ระดับ รอยต่อ จะต้องสะอาดและทำให้ขรุขระ

(ข) อิฐที่ใช้ก่อทุกก้อนจะต้องแช่น้ำให้อุ่น

(ค) การก่ออิฐจะต้องมีระยะห่างรอยต่อระหว่างแผ่นอิฐ โดยรอบแผ่นประมาณ 1 ซม. ถ้าก่ออิฐผนังสูงและกว้างเกินกว่า 3.0 ม. จะต้องเสริมความมั่นคงของผนังด้วยคานทับหลัง ค.ส.ล. ในระดับความสูงและความกว้างที่เหมาะสม

(ง) การก่ออิฐในผนังเดียวกัน จะต้องก่ออิฐให้เต็มความกว้างของผนัง โดยมีความสูงในการก่อใกล้เคียงกัน ห้ามก่อผนังอิฐส่วนหนึ่งส่วนใดสูงกว่าส่วนที่เหลือเกิน 1 เมตร

(จ) เมื่อก่ออิฐเสร็จแล้ว จะต้องไม่ถูกกระทบกระเทือนด้วยแรงใดๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

(ฉ) ในกรณีที่ต้องติดวงกบประตู หน้าต่าง ต้องจัดทำให้เรียบร้อยก่อนฉาบปูนและวงกบควรยึดติดอยู่กับเอ็น ค.ส.ล. ขนาด 0.07x0.10 ม. โดยรอบ

(ช) คานและเสาเอ็น ค.ส.ล. ต้องมีเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 2 - ∅ 9 มม. และเหล็กปลอกขนาดไม่น้อยกว่า ∅6 มม. ระยะห่างไม่เกิน 0.25 ม.

12.3.6 งานปูนฉาบ

(1) งานปูนฉาบจะทำได้ต่อเมื่อทำการก่ออิฐเรียบร้อยแล้วไม่น้อยกว่า 3 วัน หรือยิ่งนานยิ่งดี

(2) ปูนซีเมนต์ให้ใช้ปูนซีเมนต์ผสม ตามมาตรฐาน มอก. 80

(3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมีขนาดดังนี้

- ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 8 100 เปอร์เซนต์
- ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 16 60-90 เปอร์เซนต์
- ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 50 10-30 เปอร์เซนต์
- ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 100 0-10 เปอร์เซนต์

(4) ปูนขาวจะต้องอยู่ในถุงพลาสติก ยังไม่ได้เปิดและจะต้องไม่แข็ง หรือใช้น้ำยาผสมปูนฉาบ (LIMY MOTAR PLASTICISERS) โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(5) น้ำที่ใช้จะต้องสะอาดปราศจากน้ำมัน กรด ด่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้

(6) ส่วนผสมของปูนฉาบ โดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

- ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
- ทรายร่อนแล้ว 4 ส่วน (โดยปริมาตร)
- ปูนขาวร่อนแล้ว 1 ส่วน (โดยปริมาตร)

(7) การผสมในงานปูนฉาบทั่วไป ที่ต้องการความรวดเร็วและคุณภาพดี ให้นำทรายปูนขาว ตามส่วนที่กำหนดคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วร่อนแยกไว้ ในกรณีที่มีเวลาพอให้หมักทรายปูนขาวไว้ก่อน 4 - 5 ชั่วโมง เพื่อให้งานฉาบง่ายขึ้น และทรายอิ่มน้ำไม่ก่อให้เกิดการแตกร้าวในภายหลัง เมื่อนำไปใช้จึงนำซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนดแล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด การฉาบกระทำภายใน 45 นาที หลังการผสม และไม่ควรนำปูนที่ผสมนานเกินกว่า 2 ชั่วโมง มาใช้งาน

(8) วิธีการฉาบปูน ผนังที่ทำด้วยอิฐต่าง ๆ กัน จะฉาบยากง่ายไม่เหมือนกัน การยึดปูนฉาบกับผนังก็ต่างกัน

งานฉาบเสาหรือคานคอนกรีตการจับเหลี่ยมเสาหรือคาน จำเป็นต้องใช้ปูนเค็มหรือปูนรองพื้นไว้ชั้นหนึ่งก่อน เพื่อให้เป็นตัวยึดเกาะเมื่อลงปูนรองพื้นไว้ และแข็งตัวเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 48 ชั่วโมง จึงฉาบด้วยปูนฉาบที่ได้เตรียมไว้ การฉาบให้ปาดเกรียงไปมาให้ผิวเรียบ และอาจจะต้องพรมน้ำหลายครั้งในการแต่งผิวปูน แล้วท้ายที่สุด ควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำ กวาดผิวฉาบที่หมาดสนิทแล้ว เพื่อให้ผิวฉาบนั้นดูเรียบร้อยสวยงาม

(9) น้ำยาผสมปูนฉาบ

ในการผสมปูนฉาบ ผู้รับจ้างสามารถใช้น้ำยาผสมปูนฉาบแทนปูนขาว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอการใช้น้ำยาพร้อมทำข้อกำหนดต่างๆ ของน้ำยาผสมต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หรือวิศวกรควบคุมงานเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

12.3.7 การก่อคอนกรีตบล๊อค

(1) ให้ใช้คอนกรีตบล๊อคขนาด 20x40 ซม. ตามมาตรฐาน มอก.58
(2) คุณภาพส่วนผสมของปูนที่ใช้ก่อให้เป็นไปตามข้อ 12.4.4
(3) จะต้องก่อให้ได้แนวทั้งแนวดิ่ง และแนวนอน ทำการเซาะร่องดูสวยงามตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

12.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์

12.4.1 ประตูเหล็กม้วน

หมายถึง การจัดหา ติดตั้งประตูม้วนเหล็กให้ใช้การได้ตามจุดประสงค์ตามรายละเอียดดังนี้

(1) ประตูม้วนเหล็กแบบทึบ เหล็กหนาเบอร์ 18 (1.2 มม.) น้ำหนัก 20 กก./ม. ชุบ Galvanize
(2) ความกว้าง ความสูงของช่องประตู ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
(3) เสริมเสากลางแบบเลื่อนเก็บ กรณีที่บานประตูกว้างกว่า 3.50 ม.
(4) การเจาะช่องระบายอากาศ ตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมงานเห็นชอบ
(5) สีประตู ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด หรือจะกำหนดให้ภายหลัง
(6) ควบคุมการปิดเปิดบานประตูเหล็กม้วนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

12.4.2 วงกบ

ประตู-หน้าต่าง ให้ใช้ไม้เนื้อแข็งหรืออลูมิเนียม ขนาดตามแบบ การประกอบติดตั้งจะต้องเป็นไปตามหลักการช่างที่ดี วงกบได้ฉากไม่บิดงอเสียรูปทรง

12.4.3 บานประตู

เป็นบานไม้สักอัดหรือบานกระจกกรอบอลูมิเนียม ความหนา และขนาดตามแบบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดในแบบ

12.4.4 หน้าต่าง

กรอบบานไม้เนื้อแข็งหรือบานกระจกกรอบอลูมิเนียม ความหนา และขนาดตามแบบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดในแบบขนาดตามแบบ

12.4.5 กระจก

กระจกมีความหนา และขนาดตามแบบ คุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 54 ชั้นคุณภาพ B ซึ่งผลิตในประเทศไทย การติดตั้งกระจกจะต้องใส่ฟุตตี้กันกระจกสั่นด้วย

12.4.6 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง

(1) ประตูไม้

(ก) บานพับทองเหลือง (BRASS) อย่างดี ยี่ห้อ NSB หรือ NEW EXCEL หรือ ORION หรือเทียบเท่า ขนาด 4 นิ้ว ติดบานละ 3 ชุด

(ข) กุญแจ ใช้กุญแจชนิดลูกบิดมีกุญแจไขด้านนอก ด้านในล๊อคด้วยปุ่มบิดชนิดโครเมี่ยม ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ากุญแจยี่ห้อ ALPHA หรือเทียบเท่า

(ค) กลอน ใช้กลอนทองเหลืองเหลี่ยม ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าของยี่ห้อ SANLOCK ให้ติดด้านบนและด้านล่าง ขนาดไม่เล็กกว่า 4 นิ้ว

(ง) กันชนประตู ให้ใช้กันชนลูกยางกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ยึดติดกับผนังด้านที่ประตูเปิดไปชนด้วยตะปูเกลียว โดยฝังพุกพลาสติกในผนังปูนศูนย์กลางของกันชนจะต้องอยู่พอดีกับศูนย์กลางของกุญแจลูกบิดประตู

(2) หน้าต่างไม้

(ก) บานพับ ใช้บานพับ WHITCO 12 นิ้ว หรือเทียบเท่า บานละ 2 อัน

(ข) มือจับ ใช้มือจับทองเหลืองขนาด 4 นิ้ว ที่บานหน้าต่างด้านในบานละ 1 อัน

(ค) กลอน ให้ใช้กลอนทองเหลืองซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าของยี่ห้อ SANLOCK ขนาดไม่เล็กกว่า 4 นิ้ว หรือตามระบุไว้ในแบบ โดยติดบานละ 2 อัน

12.4.7 วงกบ ราง และกรอบอลูมิเนียม

ต้องเป็นอลูมิเนียมรูปพรรณที่คุณภาพตามมาตรฐาน ASTM B-209 หรือมาตรฐานอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่าผิวด้านนอกของอลูมิเนียมต้องผ่านการเคลือบผิวด้วยกรรมวิธี Anodize ความหนาของโครงกรอบวงกบต้องไม่น้อยกว่า 2 มม. และกรอบบานต้องไม่น้อยกว่า 1.5 มม.

12.5 งานพื้นกระเบื้องยาง (VINYL TILES)

(1) ให้ใช้กระเบื้องยาง DYNOFLEX No. D-15 ขนาด 230x230x2 มม. หรือกระเบื้องยางที่มีคุณภาพเทียบเท่า

(2) เชิงผนังยาง จะต้องมีความสูง 10 ซม. หนา 3.20 มม. สีดำ หรือสีน้ำตาลมนเรียบสนิทกับกำแพงที่ขอบบน และสนิทกับพื้นขอบล่าง การตัดเข้ามุมจะต้องเรียบสนิท

(3) จมูกยางกันลื่น จะต้องมีเป็นชนิดกันลื่น มีรูปร่างเป็นมุมฉาก ขอบมนสนิทกับพื้น

(4) กาวสำหรับปูพื้น จะต้องเป็นชนิดกันน้ำ มีคุณภาพตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(5) การปูกระเบื้องยาง พื้นคอนกรีตที่จะปูกระเบื้องยางทับ จะต้องเรียบแห้งสนิทสะอาด ปราศจากฝุ่น น้ำมัน ผิวคอนกรีตที่ขรุขระต้องแต่งให้เรียบร้อย การทากาวให้ใช้เกรียงชนิดเป็นร่องและจะต้องให้มีกาวเสมอกันทั่วทั้งห้อง การปูกระเบื้องจะต้องปูให้เรียบ รอบต่อของกระเบื้องยางจะต้องสนิทมุมชนกันให้เรียบร้อย

(6) ภายหลังปูกระเบื้องยาง และเชิงผนังเรียบร้อยแล้ว จะต้องเปิดประตูหน้าต่างให้มีอากาศพอเพียงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

(7) ห้ามปูกระเบื้องยางจนกว่างานส่วนอื่นๆ รวมทั้งงานทาสีได้ดำเนินไปแล้ว ไม่น้อยกว่า 90% การปูกระเบื้องยางจะต้องใช้ช่างชำนาญทางด้านนี้โดยเฉพาะและจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(8) ภายหลังจากปูกระเบื้องยางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาด และลงน้ำมันชนิดแว๊กน้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง และขัดด้วยเครื่องให้ขึ้นเงา ห้ามเทน้ำธรรมดาหรือน้ำสบู่เพื่อล้างโดยเด็ดขาด

12.6 งานปูกระเบื้องโมเสคและกระเบื้องเคลือบ

(1) ให้ใช้กระเบื้องโมเสคขนาด 8″x8 ″ หรือตามที่ระบุในแบบ ปูพื้นและกระเบื้องเคลือบขนาด 8″x8″ นิ้ว หรือตามที่ระบุในแบบ ปูผนังของห้องน้ำและปูผนังของถังเก็บน้ำทั้งภายนอกและภายใน มีคุณภาพเทียบเท่า มอก. 38

(2) การขนส่งกระเบื้องโมเสค และกระเบื้องเคลือบจะต้องบรรจุภายในกล่องให้เรียบร้อย และจะต้องเก็บไว้ในที่ซึ่งไม่มีความชื้น จนกว่าจะนำมาใช้

(3) ให้ทำการฉาบปูนผนังให้เรียบร้อย พร้อมที่จะปูกระเบื้องเคลือบได้ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง ก่อนจะปูกระเบื้องเคลือบให้ราดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้อง การปูอาจจะใช้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยึดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนซีเมนต์ขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนปูนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(4) การปูพื้น ให้ฉาบปูนพื้นให้ได้ระดับความเอียงลาดที่ต้องการ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง และก่อนปูกระเบื้องโมเสคให้ราดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้องโมเสค การปูอาจจะให้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยึดตัวแล้วให้ใช้ปูนขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(5) ส่วนใหญ่ที่จะต้องติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ให้เตรียมไว้สำหรับการติดตั้งต่อไปด้วย อนึ่ง ก่อนปูกระเบื้องจะต้องวางท่อประปา และท่อระบายน้ำให้เรียบร้อย

12.7 เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์

เครื่องสุขภัณฑ์ ให้ใช้ชนิดเคลือบขาวยี่ห้อ COTTO หรือ AMERICAN STANDARD หรือที่มีคุณภาพเทียบเท่า เครื่องสุขภัณฑ์ ทั้งหมดให้ติดตั้งตามรายการดังต่อไปนี้

- ส้วมนั่งราบ ชนิดประหยัดน้ำ
- อ่างล้างหน้า
- ที่ปัสสาวะชาย

- ที่ใส่สบู่
- ที่ใส่กระดาษชำระ
- ที่แขวนผ้า
- หิ้งวางของ

ถ้าเครื่องสุขภัณฑ์รุ่นใด โรงงานเลิกการผลิตหรือขาดตลาด ให้ผู้รับจ้างเสนอรุ่นอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า ให้วิศวกรควบคุมงานเห็นชอบ เพื่อใช้ทดแทน

- ก๊อกเดี่ยวสำหรับอ่างให้ใช้ยี่ห้อ GROBE NO. 1058/1A หรือดีกว่า GROBE NO. 10649 หรือยี่ห้อ STARLITE NO. 6550 BIV
- ก๊อกและวาล์วให้ใช้ยี่ห้อ GROBE No.22932 หรือยี่ห้อ STANDARD NO.2302-154 หรือยี่ห้อ STARLITE NO.6550 BIV
- กระจกเงาเป็นกระจกเงาอย่างดี ปรับความเอียงได้รอบหมุดยึดสองข้าง

การติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์ตามรายการข้างบนนี้ให้ครบตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนด

12.8 การทาสี

(1) การทาสี ให้ทาสีผนัง เพดาน โครงสร้าง โครงเหล็กอื่นๆ ที่เห็นกับตา ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมผิวที่จะทาสี ผิวที่จะทาสีทั้งหมดจะต้องเรียบ สะอาด ปราศจากฝุ่น และขี้ปูนจะต้องแห้งสนิทจึงจะทำการทาสีได้ ไม้ที่จะทาสีจะต้องอุดรูและขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย

(3) กรรมวิธีการในการทาสี

กรรมวิธีการทาสีให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเลือกสี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดให้ในภายหลัง

(4) ชนิดของสี

(ก) สีทาภายนอกสำหรับงานเคลือบผิวคอนกรีต หินก่อ ซีเมนต์ใยหิน ปูนฉาบให้ทาสีด้วยสี VINYL-ACRYLIC EMULSION จำนวน 3 ชั้น

(ข) สีทาภายในสำหรับงานเคลือบผิวคอนกรีต หินก่อ ซีเมนต์ใยหิน ปูนฉาบ ยิมซัมบอร์ด ให้ทาด้วยสี PLASTIC EMULSION 3 ชั้น

(ค) งานเคลือบเงาไม้ ให้ทาด้วยสี URETHANE VANISH 3 ชั้น

(ง) งานเคลือบสีไม้ ให้ทาสีรองพื้นด้วย ALKYD WOOD PRIMER 1 ชั้น แล้วทาทับด้วยสีALKYD BASE ENAMEL อีก 2 ชั้น

(จ) งานเคลือบผิวเหล็ก ก่อนทาสีต้องกำจัดสิ่งสกปรก คราบน้ำมันออก และขัดสนิมให้ได้ตามมาตรฐาน ST 3 การทาสีให้ทาสีรองพื้น 2 ชั้น จากโรงงาน คือ ชั้นแรกทาด้วย RED LEAD PRIMER หนาอย่างน้อย 0.05 มม. ก่อนนำไปประกอบติดตั้งให้ทาสีทับด้วยสี ALKYD BASED ENAMEL 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.03 มม.

(5) งานฝีมือ

- งานทาสีทั้งหมดจะต้องกระทำโดยช่างทาสีที่ฝีมือดี

- สีที่ทาเสร็จเรียบร้อยจะต้องเรียบ ไม่เห็นรอยแปรงและจะต้องมีสีสม่ำเสมอกันทั้งหมด
- ผิวหน้าของไม้ที่ทาด้วยสีน้ำมันวานิช จะต้องเรียบเป็นเงาโดยสม่ำเสมอ
- สีที่ทาไว้ไม่เรียบร้อยจะต้องทาทับหน้าใหม่ โดยการทาทับหน้าทั้งแผ่น

(6) ภายหลังการทาสีเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องมีหนังสือรับรองและประกันผลงานของการทาสีจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 2 ปี มอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

12.9 ระบบท่อสุขาภิบาล (Plumbing Work)

(1) ขอบเขตของงาน

(ก) ระบบท่อสุขาภิบาลสำหรับอาคารโรงไฟฟ้า สำนักงานและที่พักอาศัย ซึ่งประกอบด้วยระบบท่อน้ำใช้ ท่อน้ำทิ้ง ท่อระบายอากาศ และระบบท่อน้ำเสีย บ่อเกรอะและบ่อซึม และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(ข) ระบบท่อน้ำใช้ซึ่งต่อจากถังเก็บน้ำเชื่อมต่อกับระบบท่อในอาคาร จะต้องทดสอบแรงดันน้ำ 1.5 เท่าของแรงดันน้ำสูงสุดที่ใช้งาน และให้คงแรงดันไว้ 30 นาที เพื่อตรวจสอบการรั่วซึม

(ค) ภายในหกสิบ (60) วัน ก่อนเริ่มงานอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและคุณภาพวัสดุในระบบท่อให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(2) วัสดุ

การใช้วัสดุหากมิได้ระบุในแบบ หรือสั่งการโดยผู้ว่าจ้างให้เป็นอย่างอื่นๆ ให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบท่อตามข้อกำหนดในบทนี้ ดังต่อไปนี้ คือ

(ก) ระบบท่อน้ำใช้

1) ท่อเหล็กอาบสังกะสีและข้อต่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2” และ1” ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 277 Class 2

2) ท่อพีวีซีแข็งสำหรับท่อน้ำดื่มและข้อต่อ ขนาด 1” และ 1/2” ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 17 Class 13.5

3) อุปกรณ์ประตูน้ำ ให้ใช้ประตูน้ำเหล็กหล่อ ตามมาตรฐาน มอก. 256 สำหรับใช้งานประปา

(ข) ท่อระบายน้ำโสโครก และท่ออากาศ

1) ท่อ PVC และข้อต่อสำหรับน้ำเสีย ต้องเป็นท่อตามมาตรฐาน มอก. 17 Class 8.5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2” ถึง4”

2) Floor Drain ที่พื้นห้องน้ำ ต้องมีตะแกรงถอดออกได้ กันสิ่งสกปรกก้อนแข็งเข้าไปอุดในเส้นท่อระบายน้ำโสโครก

3) ท่อระบายอากาศจากเส้นท่อน้ำทิ้งและท่ออากาศที่บ่อเกราะต้องมีกำบังกันน้ำฝนและตะแกรงป้องกันแมลงเข้าไปอาศัยอยู่ และป้องกันการอุดตันด้วย

(3) การติดตั้งระบบท่อ

(ก) ท่อน้ำใช้ซึ่งต่อจาก Inlet Valve การต่อบรรจบท่อให้ใช้หน้าจานเหล็กกล้าอาบสังกะสีพร้อมสลักแป้นเกลียว

(ข) การขุดวางท่อ ให้วางบนพื้นรองรับท่อ ใช้ทรายหนา 10 ซม. และกลบหลังท่อให้หนา 10 ซม. ก่อนที่จะถมด้วยดินในบริเวณร่องที่ขุดนั้น การบดอัดจะต้องให้ได้ความแน่นเท่ากับความแน่นของดินในบริเวณนั้น

(ค) ในกรณีเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีฝังในดิน จะต้องเคลือบด้วยยางมะตอย A.C. ร้อน เพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวท่อ

(ง) ท่อที่เปลี่ยนทิศทาง ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ให้มีสมอยึดที่มุม เพื่อป้องกันการขยับตัวเนื่องจากแรงหรือความสั่นสะเทือนในเส้นท่อ

(จ) ท่อระบายอากาศซึ่งฝังในกำแพงก่ออิฐฉาบปูน และคอนกรีตเสริมเหล็กแนวท่อจะต้องเคลือบด้วยสาร Epoxy Resin เพื่อให้เกิดการยึดเกาะได้ดี และป้องกันการแตกร้าวด้วย

(4) แหล่งน้ำใช้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างถังเก็บน้ำ มีรายละเอียดดังรายการต่อไปนี้

(ก) ถังเก็บน้ำ ขนาดความจุ 1.0 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ติดตั้งไว้บริเวณที่กำหนดในแบบ

(ข) แหล่งน้ำใช้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดบ่อน้ำตื้นหรือจัดหาน้ำใช้บริเวณโรงไฟฟ้า และบริเวณบ้านพักราชการ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดทำระบบประปาภายในบริเวณโครงการพร้อมทั้งจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ

(ค) ท่อนำน้ำเข้าจาก Inlet Value และท่อระบายน้ำล้น ท่อระบายน้ำทิ้ง ท่อประปาจ่ายน้ำเข้าอาคารต่างๆ ให้เป็นท่อ P.V.C หรือตามที่กำหนดในแบบ

(ง) การจัดและติดตั้งถังเก็บน้ำ ใช้สลักและแป้น เกลียว

12.10 ป้ายชื่อโครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างประดับตกแต่งแผ่นป้ายชื่อโครงการ ดังที่แสดงไว้ในแบบแผ่นป้ายชื่อโครงการจะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ฐานราก เสา แผ่นป้าย เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้คอนกรีตกำลังอัด 175 กก. ต่อ ตร.ซม. และมีคุณภาพและฝีมือตามหมวดที่ 7

(2) การตกแต่งแผ่นป้าย

(ก) พื้นรับรองชื่อ ให้เป็นพื้นทรายล้าง ส่วนด้านหลังเป็นปูนทรายฉาบเรียบ

(ข) สีของทรายและสีของด้านหลังของแผ่นป้าย จะกำหนดโดยผู้ว่าจ้าง การทาสีปูนฉาบเรียบให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดที่ 13

(ค) ตัวอักษรชื่อป้ายตามแบบ

(3) การก่ออิฐ

การก่ออิฐโชว์แนวของบ่อปลูกต้นไม้ประดับ การก่ออิฐให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดนี้ การชักร่องจะต้องสม่ำเสมอและขอบร่องจะต้องมนกลม ส่วนการทาสีให้เป็นไปตามข้อกำหนดชนิดของแถบสีให้เป็นไปตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดภายหลัง

(4) พันธุ์ไม้และดิน

ผู้รับจ้างจะต้องหาดินเพื่อปลูกไม้ประดับ ไม้ประดับต้องเป็นพันธุ์ที่แข็งแรง ทนต่อดินฟ้าอากาศได้ดี จะเป็นพันธุ์ไม้ดอกหรือพันธุ์ไม้ใบก็ได้ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

12.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานอาคารโรงไฟฟ้า และงานอาคารควบคุมอื่นๆ วัดปริมาณงานเป็นหน่วยตามที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามรายละเอียดงานที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานโครงสร้างอาคาร งานผนังและพื้น งานประตูหน้าต่าง งานหลังคา งานสุขภัณฑ์ และงานร่องวางสายไฟฟ้า การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ประกอบและติดตั้ง และงานไฟฟ้า-ประปาจนแล้วเสร็จ

(2) งานอาคารที่พักอาศัย วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยหลัง ตามตำแหน่งที่ตั้งที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานออกแบบทางสถาปัตย์และวิศวกรรมอาคารที่พักอาศัย การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้างอาคาร ค่าประกอบและติดตั้งหลังคา ประตูหน้าต่าง งานสุขภัณฑ์ งานไฟฟ้าและประปาจนแล้วเสร็จ

(3) งานอาคารลานไกไฟฟ้า โรงรถ ป้อมยาม บ่อวาล์วหรือ Pit Valve รั้ว ประตูทางเข้า ป้ายชื่อโครงการ เสาธง แผงกั้น หอหรือแท้งค์น้ำ และลานจอดรถ วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยหลังหรือแห่งตามรายการที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาแบบหรือออกแบบงานตามรายการที่ระบุนี้ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ค่าประกอบและติดตั้งจนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 13
งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)

13.1 ทั่วไป

งานในหมวดนี้ หมายถึง งานที่นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาจากบทต้นๆ เช่น งานปลูกหญ้า งานเคลือบผิวพื้น งานกล่องกระชุหิน งานปูแผ่นใยสังเคราะห์ งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ งานป้องกันลาดความชัน และงานภูมิทัศน์ เป็นต้น

13.2 งานปลูกหญ้า (SODDING)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปลูกหญ้าตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร การปลูกหญ้าจะต้องปฏิบัติดังนี้

13.2.1 หน้าดิน (TOP SOIL)

หน้าดินที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะเป็นดินเหนียว ค่อนข้างชื้น ปราศจากรากไม้ หินและวัตถุซึ่งไม่พึงประสงค์ แล้วนำไปปูตามตำแหน่งที่กำหนดให้ได้ความหนาตามแบบ และก่อนนำไปปูจะต้องได้รับการเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน

13.2.2 การปลูกหญ้า

(1) การปลูกหญ้าแบบปูแผ่น (BLOCK SODDING)

(ก) แผ่นหญ้าที่ใช้ปลูกต้องมีรากพร้อมดินติดรากอย่างน้อย 4 ซม. และแต่ละแผ่นมีขนาดประมาณ 30 x 30 ซม. ขึ้นไปและต้องนำมาปลูกภายในเวลา 48 ชม. หลังแซะมาจากแปลงหญ้า

(ข) การปลูกหญ้าต้องปลูกขนานกับแนวถนน และให้ปูเหลื่อมกับแถวถัดไปประมาณครึ่งแผ่น และปูซ้อนกันประมาณ 1 ซม.

(ค) เมื่อปูแผ่นหญ้าแล้วให้บดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อระหว่างแถว หลังจากปลูกหญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

(2) การปลูกหญ้าแบบปักแถว (STRIP SODDING)

(ก) หญ้าที่นำมาปลูกต้องมีรากพร้อมดินติดรากอย่างน้อย 4 ซม. ปลูกให้มีความกว้างอย่างน้อย 20 ซม. และต้องนำมาปลูกภายในเวลา 48 ชม. หลังแซะมาจากแปลงหญ้า

(ข) การปลูกหญ้าต้องปลูกเป็นแถวติดต่อกันขนานกับแนวถนน แต่ละแถวกว้างอย่างน้อย 20 ซม. และมีระยะห่างระหว่างแถวไม่เกิน 20 ซม.

(ค) เมื่อปลูกหญ้าแล้วให้บดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อตามขวาง หลังจากปลูกหญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

13.3 งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE

ในกรณีที่พื้นอาคารโรงไฟฟ้า ระบุไว้เป็นการปูพื้นด้วยกระเบื้องยาง กระเบื้องโมเสคกระเบื้องเคลือบหรือระบุเป็นอย่างอื่นตามแบบ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงงานปูพื้นดังกล่าวเป็นงานเคลือบผิวหรือทาพื้นด้วย EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE หรืออย่างอื่นได้ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนงานพื้น การก่อสร้างอาคารคอนกรีตและบ้านพักจากแบบที่กำหนด โดยผู้ว่าจ้างให้ผู้รับจ้างเสนอผลิตภัณฑ์และวิธีดำเนินการตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต รวมทั้งการประกันผลงานให้ทางวิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการ

13.4 GEOTEXTILE

13.4.1 ลักษณะทั่วไป

- แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) ที่ใช้เป็นชนิด Non Woven Geotextile โดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบ Needle punch มีความหนาฟู เพื่อรองรับการกระแทกของสิ่งมีคม ได้เป็นอย่างดี
- เส้นใยที่ใช้ทำจากสาร Polypropylene 100 % และผสมสารป้องกัน Ultraviolet

13.4.2 คุณสมบัติต่างๆ

คุณลักษณะ	หน่วย	วิธีทดสอบ	เกณฑ์กำหนด
น้ำหนัก	g/m^2	ASTM D 5261	ไม่น้อยกว่า 240
Wide width tensile strength	kN/m.	ASTM D 4595	ไม่น้อยกว่า 16
Extension at peak	%	ASTM D 4595	ไม่น้อยกว่า 55
CBR Puncture	N	ASTM D 6241	ไม่น้อยกว่า 2650

คุณลักษณะ	หน่วย	วิธีทดสอบ	เกณฑ์กำหนด
Grab Tensile	N	ASTM D 4632	ไม่น้อยกว่า 900
Trapezoidal Tear Strength	N	ASTM D 4533	ไม่น้อยกว่า 400
Drop cone	mm.	EN 918	ไม่มากกว่า 17
Pore size	mm.	ASTM D 4751	ไม่มากกว่า 0.07
Permeability	$l/m^2.s$	BS 6906:3	ไม่น้อยกว่า 180

13.4.3 การปูแผ่นใยสังเคราะห์

ก่อนที่จะทำการปูแผ่นใยสังเคราะห์ ให้ปรับแต่งพื้นผิววัสดุที่จะปูให้เรียบร้อย ก่อนปูการต่อเชื่อมแผ่นใยสังเคราะห์ ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

(1) การต่อโดยให้แผ่นเหลื่อมกัน (Overlapping)

ระยะทาบของแผ่นใยสังเคราะห์ จะประมาณ 50 ซม. สำหรับชั้นดินบดอัดที่แน่นและเรียบให้วางทาบกันปกติ โดยไม่ต้องเชื่อมใดๆ

(2) การเย็บ (Sewing)

แผ่นใยสังเคราะห์ อาจจะเชื่อมต่อกันโดยวิธีแบบต่อเนื่อง โดยใช้เส้นด้าน Polyester หรือ Nylon การเย็บแบบต่อเนื่อง ให้ทำตามแบบที่กำหนด

หมายเหตุ : ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสาร Catalogue พร้อมตัวอย่างขนาด 0.30 x 0.30 ม. 2 ชิ้น และใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เพื่อประกอบการพิจารณาในการขออนุมัติก่อนเริ่มดำเนินการก่อสร้าง

13.5 งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ ให้ได้ตำแหน่ง แนว ระยะ ขนาด รูปร่างและระดับตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) การทำงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้ผู้รับจ้างจัดทำตามการทำงานคอนกรีตหมวดที่ 7 การทาสี ให้จัดทำตามที่กำหนดในแบบ ผู้รับจ้างต้องเสนอยี่ห้อของสีให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการทาสี การทาสีต้องปฏิบัติตามวิธีการที่ผู้ผลิตแนะนำโดยเคร่งครัด

(3) การขุดหลุมฝังเสา จะต้องมีขนาดเหมาะสมตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร การถมดินบดอัดกลับจะต้องบดอัดให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 95 % Standard Proctor Compaction Test ตาม ASTM D 698-78

13.6 งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป

13.6.1 งานพื้นและผิวพื้น

(1) พื้นผิวกรวดล้าง-ทรายล้าง

การเตรียมพื้นจะต้องทำความสะอาดผิวหน้าของพื้นเดิมและแบ่งพื้นที่ตามลวดลายของพื้นที่กำหนดในแบบและทำผิวกรวดล้าง - ทรายล้างให้ได้ขนาดและสีตามแบบตัวเม็ดกรวดหรือทรายและช่องว่างจะต้องสม่ำเสมอไม่มีเศษวัสดุอื่น หรือคราบน้ำมันเจือปน ระดับผิวพื้นจะต้องเรียบสม่ำเสมอมีทิศทางการระบายน้ำที่ดีไม่มีน้ำขังที่ผิวพื้น ผู้รับจ้างจะต้องทำตัวอย่างของพื้นผิวมาให้ดูเป็นตัวอย่าง โดยผ่านการอนุมัติเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อนจึงจะลงมือทำงานได้ตัวอย่างที่นำมาต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 0.60x0.60 ม.

(2) พื้นผิวปู INTER LOCKING BLOCK

การเตรียมพื้นที่จะต้องปรับบริเวณที่จะปู INTERLOCKING BLOCK ให้เรียบปราศจากเศษวัสดุที่มีขนาดใหญ่และบดอัดในพื้นผิวเดิมเป็นชั้นแรกให้แน่น จากนั้นจึงใช้ทรายหยาบพรมน้ำบดอัดให้แน่น

ตามที่ระบุในแบบ จากนั้นจึงทำการเริ่มปู INTERLOCKING BLOCK ตามแบบและใช้ทรายละเอียดยาตามแนวรอยต่อเป็นขั้นตอนสุดท้าย การปู INTERLOCKING BLOCK จะต้องปูให้ชิด แน่น และพื้นผิวเรียบสม่ำเสมอมีทิศทางการระบายน้ำพื้นผิวที่แน่นอนไม่มีน้ำขัง

(3) พื้นผิวปูหินทราย

การเตรียมพื้นที่จะต้องปรับบริเวณที่จะปูหินทรายให้เรียบ เทคอนกรีตหยาบเพื่อเป็นฐานยึดแผ่นหินทรายหนาไม่ต่ำกว่า 5 ซม. ทั้งนี้ตามระดับพื้นผิวที่กำหนดในแบบ แผ่นหินทรายจะต้องได้ขนาดและสีตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องนำแผ่นตัวอย่างมาให้ดูโดยผ่านการอนุมัติเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อนจึงจะลงมือทำงานได้

(4) พื้นผิวคอนกรีตหยาบ

การเทคอนกรีต ต้องปรับพื้นผิวให้เรียบ และความลาดเอียงตามที่ระบุในแบบก่อสร้างด้วยปูนทราย ส่วนผสม ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน : ทราย 1 ส่วน กรณีผิวพื้นเป็นสี การผสมสีให้ผสมกับซีเมนต์ที่เทในส่วนบน

(5) การตรวจสอบระดับความลาดและฝีมือการปู

ในกรณีที่การก่อสร้างพื้นผิวทุกชนิด ระดับผิดไปจากแบบหรือความลาดไม่เพียงพอทำให้เกิดน้ำขัง หรือปูไม่เรียบ ไม่ได้แนว แลดูไม่สวยงามผู้รับจ้างต้องทำการรื้อส่วนนั้นออกและทำการก่อสร้างใหม่ โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

(6) งานคันขอบคอนกรีต

ให้ผู้รับจ้างจัดหาคันขอบคอนกรีตเพื่อวางแนวในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ทางเดินเท้าหรือสวนหรือลานจอดรถตามที่ระบุในแบบ

13.6.2 งานระบายน้ำ

(1) วัสดุ

(ก) งานพื้นผิว ทำความสะอาด เทปูนทรายปรับระดับให้ได้ความลาดเอียงตามระบุในแบบก่อสร้าง

(ข) รางระบายน้ำเป็น ค.ส.ล. ฝาบ่อเป็นตะแกรงเหล็ก หรือ ค.ส.ล. ทำผิวและขนาด ตามระบุในแบบก่อสร้าง

(2) กรรมวิธีการก่อสร้าง

(ก) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระดับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับของรางระบายน้ำอย่างละเอียดถี่ถ้วน รวมทั้งตำแหน่งของบ่อน้ำก่อนทำการก่อสร้าง และทำการปรับระดับให้ได้ความลาดเอียงตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

(ข) กรรมวิธีการก่อสร้างงาน ค.ส.ล. ถือตามรายละเอียดแบบวิศวกรรมโครงสร้างและมาตรฐานที่ระบุในรายละเอียดด้านวิศวกรรมนี้

(3) ฝาตะแกรงและตาข่ายกรองที่นำมาใช้ ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบอนุมัติก่อนนำมาใช้ได้

(4) การถมดินปลูก ให้ถือตามรายละเอียดการเตรียมดินปลูกต้นไม้โดยก่อนทำการใส่ดินปลูก ผู้รับจ้างต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบการวางท่อให้เรียบร้อยก่อนจึงจะทำการใส่ดินได้

(5) ก่อนการส่งมอบงานครั้งสุดท้าย ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดท่อระบายน้ำทั้งหมดให้เรียบร้อยใช้การได้ดี

13.6.3 งานระบบให้น้ำ

(1) ท่อและการเดินท่อ

ท่อทั้งหมดตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ใช้ท่อ PVC Class 13.5 มอก. 17 ท่อทั้งหมดจะต้องฝังดินไม่น้อยกว่า 30 ซม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

13.7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานปลูกหญ้า จะวัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตรเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการปลูกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดให้ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าเตรียมพื้นที่ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน และค่าดูแลบำรุงรักษาไว้ด้วยแล้ว โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60 %ของราคาต่อหน่วยเมื่อปลูกหญ้าแล้วเสร็จ และ 40 %ของราคาต่อหน่วยเมื่อส่งมอบงานงวดสุดท้ายและได้ดูแลรักษาหลังการปลูกหญ้า จนหญ้ามีลักษณะที่เจริญเติบโต มีอัตราการรอดตายสูงแล้ว

(2) งานเคลือบหรือทาพื้นด้วย EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานเตรียมผิวพื้น งานเคลือบหรือทาผิว การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าขนส่ง และค่าแรงงานไว้ด้วยแล้ว

(3) งาน GEOTEXTILE ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่แสดงไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วยการจัดหาและการติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อตารางเมตรที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุอุปกรณ์ ส่วนเผื่อทาบ ค่าขนส่ง และค่าแรงงานไว้ด้วยแล้ว ในการวัดปริมาณงานจะไม่วัดในส่วนที่ซ้อนทับเพื่อการต่อและการยึดปลาย

(4) งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ จะวัดปริมาณงานเป็นต้น และจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อต้นตามที่ระบุไว้ในสัญญา เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งเสาแต่ละต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยราคาดังกล่าวได้รวมถึงค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว

หมวดที่ 14
งานระบบไฟฟ้า

14.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า

14.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ในที่นี้จะรวมถึงการออกแบบ การจัดทำ ผลิตภัณฑ์ การทดสอบ การจัดส่งเครื่องต่าง ๆ มาที่สถานที่ทำงาน การจัดเก็บในบริเวณที่ทำงาน การก่อสร้าง และการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งโดยผู้รับจ้าง

(1) ระบบสายส่งแรงสูง 22 kV จะต้องต่อเชื่อมโยงกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) จากเสาไฟฟ้าเดิมที่ทางเข้าหลักของโครงการหรือตำแหน่งที่กำหนดในแบบมายังที่จุดติดตั้งหม้อแปลงตรงที่ระบุไว้ในแบบ

(2) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย (โหลดเซ็นเตอร์) 400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 1 ชุด พร้อมเมนเบรคเกอร์และเบรคเกอร์ย่อย โดยจัดหาสายไฟฟ้าชนิด และขนาดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยเพื่อต่อรับไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ณ ห้องควบคุม ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกัน การเดินสายและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น

(3) ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 1 ชุด โดยติดตั้งบนเสาไฟฟ้าคอนกรีต (คอร.) 9 เมตร รอบบริเวณโครงการ เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ อาคารควบคุมวาล์วฉุกเฉิน ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันการเดินสายและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น

(4) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามที่ต่าง ๆ ประกอบด้วย โคมไฟ เสาเหล็ก พื้นที่ติดตั้งท่อ การเดินสายและอุปกรณ์ที่จำเป็น จะต้องจัดไว้สำหรับถนน อาคารควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องเครื่องกล

(5) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

(6) ระบบแรงต่ำจะต่อจากหม้อแปลงมายังอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ระบบควบคุม และวัสดุต่าง ๆ เครื่องมือและการทดสอบอุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึงซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน รวมถึงระบบปรับอากาศภายในอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และจะต้องดำเนินงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่าง ๆ ที่กำหนด

แรงดันตกคร่อมรวมของสายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องสุดท้าย เต้ารับและไฟฟ้าแสงสว่าง จะต้องไม่เกิน 3%

(7) ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

14.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ

อุปกรณ์และการดำเนินงานทั้งหมดของผู้รับจ้างจะต้องเป็นไปตามการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA), National Electrical Code (NEC), IEC ฯลฯ ผู้รับจ้างจะต้องคำนึงถึงระเบียบการขออนุญาต และค่าธรรมเนียมในการเข้าทำงานในแต่ละหน่วยงาน

14.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องมีพิกัดดังนี้

(1) ระบบแรงดันสูง 22 kV, 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิรตซ์

(2) ระบบแรงดันต่ำ 400/230 V, 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์

14.1.4 ระบบต่อลงดิน

อุปกรณ์ไฟฟ้าและวัสดุที่เกี่ยวข้องจะต้องต่อลงดินกับระบบต่อลงดิน ที่มีอยู่ในสัญญานี้ ขนาดของตัวนำและฉนวนจะต้องรับการเกิด Fault Grounding ได้มากที่สุดเท่าที่วงจรนั้น ๆ จะเกิดได้ แต่ขนาดของตัวนำจะต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.

14.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง

ข้อมูลการคำนวณแบบ ขนาดต่าง ๆ ในแบบ และแผนภาพ จะต้องแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในส่วนประกอบและวัสดุ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการจัดซื้ออย่างน้อย 3 เดือน และจะต้องเสนอรายละเอียดของแบบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 6 เดือน

(1) จำนวนของแบบในการเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา มีจำนวนดังนี้

รายการ	จำนวนสำเนา
1. ตารางงานโครงสร้าง (Master construction schedule for approval)	4
2. แบบต่าง ๆ การคำนวณ ข้อกำหนด และ รายการวัสดุที่ใช้	4
3. การตรวจสอบจากโรงงาน และในโครงการ และ ขั้นตอนต่าง ๆ (Rest Procedure)	4
4. รายงานผลในแต่ละเดือน (Monthly Progress Schedule Report)	4
5. รายงานการตรวจสอบและการทดสอบ	4
6. แบบในการจัดทำและตารางงานสำหรับโครงการ	
ก) ใช้สำหรับการทำงานจริง (Actual Size)	6
ข) ขนาด A3	4

(2) แบบก่อสร้างจริง (As-built Drawings) และข้อมูลจะต้องนำเสนอในเวลา 2 เดือน หลังจากได้รับเอกสารการรับมอบงาน

รายการ	จำนวนสำเนา
1. การถอดแบบของแบบอุปกรณ์ (Reproducible of Drawings)	2
2. แบบต่าง ๆ (ขนาด A3)	6
3. แบบขั้นสุดท้ายของข้อกำหนด รายการคำนวณ และรายการวัสดุ	4
4. ฟิล์มของรูปถ่ายในการทำงาน 1 อัลบั้ม (Original films of photographic record of the works with solid printings, complied into a film, 1 album)	1
5. บันทึกรูปภาพ (Photographs) ของการทำงาน รวมเป็นอัลบั้ม	5

ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างต้องการแบบเพิ่มเติม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ด้วย

14.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอคู่มือการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะมีการจัดส่งและติดตั้งอุปกรณ์ คู่มือจะต้องครอบคลุมถึงวิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง การปฏิบัติงาน การบำรุงรักษา เครื่องมือ และอุปกรณ์ หลังจากได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างในขั้นสุดท้ายแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำสำเนาคู่มือจำนวน 5 ชุด และจัดส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องมีคู่มือประจำไว้ที่โครงการด้วย

14.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ

หลังจากการติดตั้งและตรวจรับงานเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทางผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำของผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับการบำรุงรักษา การปฏิบัติงาน และการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายใต้สัญญานี้

การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาและการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ให้รวมอยู่ในสัญญาว่าจ้าง

14.1.8 มาตรฐาน

ในการออกแบบวัสดุ การผลิตอุปกรณ์ การตรวจสอบ การทดสอบ และคุณสมบัติในการใช้งานของอุปกรณ์ นอกจากจะมีการกำหนดคุณสมบัติ หรือมาตรฐานอื่น ๆ ไว้ ให้ยึดตามมาตรฐานดังนี้

(1) Provincial Electricity Authority's code (PEA)
(2) Engineering Institute of Thailand (EIT)
(3) The National Electric Codes (NEC)
(4) International Electro technical commission (IEC)
(5) British Standard Specification (BS)
(6) National Electrical Manufacture's Association (NEMA)
(7) Underwriter's Laboratory Inc (UL)
(8) Deutsche Industrie normen (DIN)
(9) Verband Deutscher Electrotechniker (VDE)
(10) Japanese Industrial Standards (JIS)
(11) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

14.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี

(1) การจัดเฟส

มาตรฐานในการกำหนดเฟส จะเป็น A-B-C จากซ้ายไปขวา บนลงล่าง และจากหน้าไปหลัง เมื่อหันหน้าเข้าหาหน้าตู้ควบคุม รีเลย์ ชุดมิเตอร์ต่าง ๆ ส่วนประกอบอื่น ๆ และอุปกรณ์เครื่องมือที่เป็นระบบ 3 เฟส จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

(2) เฟสและแถบสีในการเดินสาย

แถบสีของแต่ละเฟส และการเดินสายจะแสดงไว้ดังนี้

เฟส	แถบสี
เฟส A	น้ำตาล
เฟส B	ดำ
เฟส C	เทา
นิวตรอล	ฟ้า
วงจรหลังสวิตช์ไฟ	ดำ
ระบบสายดิน	เขียว หรือ เขียวแถบเหลือง

14.1.10 คุณภาพของงาน (Workmanship)

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงานนั้น ๆ คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะต้องสอดคล้องกับแบบ จุดยึดต่าง ๆ พื้นที่หน้าสัมผัส และส่วนประกอบของอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องมีความเหมาะสมกับตู้ (casting) จะต้องยึดด้วยน็อต (nuts) และต้องแสดงรูปการติดตั้งที่สมบูรณ์ไว้ในแบบด้วย สำหรับน็อตตัวผู้ น็อตตัวเมีย สลักเกลียว ฯลฯ สำหรับท่อ จะต้องอยู่ในมาตรฐาน International Organization for Standardization โดยใช้มาตรฐานหน่วยการวัดเป็นระบบเมตริก ผู้รับจ้างจะต้องใช้มาตรฐานดังกล่าวในการยื่นข้อเสนอตามสัญญานี้

14.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้นตู้ควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบกับตารางสีแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

14.1.12 งานฝังภายนอกและอื่นๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้างต่าง ๆ ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้าง ร่องเดินสายกับฝาปิด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยการเจาะและเว้นที่สำหรับขนาดของโคมไฟ โครงสร้างคอนกรีต และท่อพีวีซี

14.1.13 การทดสอบ

เครื่องมือตรวจวัด วัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นสำหรับการตรวจสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดสอบจะต้องแสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantity)

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะทำการทดสอบการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาว่าเป็นไปตามความต้องการและ

ข้อกำหนดหรือไม่ สัญญาจะสิ้นสุดเมื่อไม่มีข้อคัดค้านใด ๆ วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติจะต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ เพื่อพิจารณาถึงการดำเนินการและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด

ถ้าในการทดสอบเกี่ยวกับการดำเนินการหรือหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่ำกว่าข้อกำหนดที่มีไว้ในสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด และทำการทดสอบอีกครั้ง

14.1.14 อุปกรณ์อะไหล่

จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่อย่างเหมาะสม ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องระบุประเภท และการใช้งานไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์อะไหล่ต่างๆ ที่ต้องจัดหานั้น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

14.2 ระบบสายส่ง 22 kV

14.2.1 ทั่วไป

งานในส่วนนี้จะประกอบด้วย อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบแรงสูง 22 kV โดยจะกำหนดการต่อในส่วนไฟฟ้ากับส่วนประกอบอื่น ๆ ให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่ได้กำหนดไว้

ระบบสายส่ง 22 kV พร้อมติดตั้ง Overhead ตามมาตรฐานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะมี 3 เฟส 3 สาย และสายดิน 1 สาย โดยการติดตั้งสายจะต้องติดตั้งกับเสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 12 เมตร ระยะห่างระหว่างเสาไฟฟ้าประมาณ 40 เมตร หรือเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าภูมิภาค การติดตั้งสายจะต้องมีส่วนรองรับบนฉนวน ซึ่งจะอยู่บนคานคอนกรีต (Cross Arm) โดยคานคอนกรีตจะติดตั้งอยู่บนส่วนบนสุดของเสาไฟฟ้า

14.2.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่าง ๆ

(1) มาตรฐาน

อุปกรณ์ในระบบแรงสูง 22 kV จะต้องได้ตามมาตรฐานของ ANSI หรือ IEC หรือ NEMA หรือ UL หรือ TIS หรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ

(2) ตัวล่อฟ้า (Lightning Arrestor)

ตัวล่อฟ้าจะต้องป้องกันความเสียหายที่อุปกรณ์ทางด้านแรงสูง จากการเหนี่ยวนำของฟ้าผ่าที่มาตามสาย โดยจะต้องได้มาตรฐานตาม IEC99 หรือ ANSI C62.1 หรือใกล้เคียง

ล่อฟ้าจะต้องมีพิกัดดังนี้

- ชนิด : 1 ขั้ว, ติดตั้งภายนอก
- พิกัดแรงดัน : 20-21 kV
- พิกัดความถี่ : 50 Hz.
- สัญญาณอิมพัลล์ : 150 kV
- กระแส Interrupting : 10 kA

(3) เพาเวอร์ฟิวส์ (Power Fuse)

เพาเวอร์ฟิวส์จะต้องสามารถป้องกันการลัดวงจรของระบบ เพื่อป้องกันอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบจากความเสียหาย และจะต้องได้ตามมาตรฐาน IEC 222 หรือ ANSI C37.41 หรือเทียบเท่า

คุณสมบัติของเพาเวอร์ฟิวส์

- ชนิด : 1 ขั้ว, ติดตั้งภายนอกในแนวดิ่ง
- พิกัดแรงดัน : 24 kV
- พิกัดความถี่ : 50 Hz.
- พิกัดความทนต่อสัญญาณแรงดัน : 125 kV
- พิกัดกระแสปกติ : 100 A (cont)
- กระแส Interrupting : 10 kA (Asym rms)

(4) หม้อแปลงมิเตอร์ต่าง ๆ และ Revenue มิเตอร์

อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องประกอบด้วย หม้อแปลงแรงดัน หม้อแปลงกระแส และ Revenue มิเตอร์ โดยเป็นไปตามมาตรฐานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(5) สายส่งแรงสูง 22 kV

สายส่งเป็นแบบ หุ้มฉนวนเต็มพิกัด (SAC) โดยต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือเทียบเท่า

(6) เสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 12 เมตร และวัสดุ

เสาไฟฟ้าสูง 12 เมตร และวัสดุต่าง ๆ จะต้องสามารถรองรับโครงสร้างของระบบสายส่งได้ และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือที่กำหนดไว้ดังนี้

(ก) เสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 12 เมตร

เสาคอนกรีตต้องเป็นแบบคอนกรีตอัดแรง ผิวของเสาจะต้องมีไม่โพรงอากาศซีเมนต์จะต้องเป็นแบบ Portland Cement ตามมาตรฐาน ASTM C-150 หรือเทียบเท่า คอนกรีตหรือเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรงจะต้องมีคุณสมบัติตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

(ข) คานคอนกรีต (Cross Arm)

คานคอนกรีตจะติดตั้งบนยอดของเสาคอนกรีตสูง 12 เมตร ขนาดของคานคอนกรีตเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(ค) สายดินและเหล็กตีเกลียวสำหรับยึดสายส่ง พร้อมอุปกรณ์จับยึด

สายดินจะติดตั้งบนเสาคอนกรีตสูง 12 เมตร โดยมีเหล็กยึด (Bayonet) เป็นตัวรองรับ ซึ่งเหล็กยึดจะต้องทำมาจากกัลวาไนซ์ ขนาดและรูปร่างเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(ง) ลวดยึด (Guys)

ประกอบด้วย ลวด Anchor Rod Anchor Block และอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ลวดจะต้องเป็นแบบ Double Galvanized Stranded Steel พื้นที่หน้าตัดของลวด ชนิดและขนาดของ Anchor Rod Block และการติดตั้งของเสาคอนกรีต ต้องเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(จ) วัสดุอื่น ๆ

วัสดุอื่น ๆ หรือการติดตั้งอุปกรณ์ซึ่งเป็น Galvanized Steel Flat Brace สำหรับยึดคานคอนกรีตตัวเชื่อม ตัวจับยึด หลอดพีวีซี ชนิดของฉนวนของพีวีซี ในการติดตั้งและ Concrete Backfill และอื่น ๆ โดยทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

14.2.3 วิธีการติดตั้ง

ในการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง 22 kV จะต้องเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตามข้อกำหนดดังนี้

(1) เสาไฟฟ้าแรงสูง 12 เมตร

เสาไฟฟ้าจะต้องติดตั้งในแนวดิ่งกับพื้นทุก ๆ ระยะประมาณ 40 เมตร และฝังลึกลงใต้ดินประมาณ 2 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่นั้น ๆ

(2) ตัวล่อฟ้า

จะติดตั้งที่สถานที่ติดตั้งหม้อแปลง 3 เฟส ซึ่งจะอยู่บนคานคอนกรีตอัดแรงขนาด 100 x 1,000 x 3,200 มม. หรือติดตั้งที่บริเวณคานคอนกรีต (Cross Arm) ขนาด 100 x 100 x 2,500 มม.

(3) เพาเวอร์ฟิวส์

เพาเวอร์ฟิวส์ หรือดรอปเอาท์ฟิวส์แรงสูง และอุปกรณ์ตัดตอน (Cutout) จะติดตั้งบริเวณสถานีติดตั้งหม้อแปลงบนคานคอนกรีตอัดแรงขนาด 100 x 100 x 3,200 มม. หรือแบบแขวนเสาจะติดตั้งดรอปเอาท์ฟิวส์ และอุปกรณ์ตัดตอน (Cutout) ที่คานคอนกรีต ขนาด 100 x 100 x 2,500 มม.

(4) หม้อแปลงมิเตอร์และ Revenue

หม้อแปลงมิเตอร์ และ Revenue ใน Anodized Aluminum Cabinet การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้จัดเตรียม

(5) สายส่ง 22 kV

สายส่งเป็นแบบ หุ้มฉนวนเต็มพิกัด (SAC) ติดตั้งบนฉนวนบน คานคอนกรีต (Cross Arm) ความตึงของสายไฟ และระยะตกท้องช้างจะต้องสอดคล้องกับ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(6) สายดินและเหล็กยึด (Overhead Grounded Wire and Bayonet)

สายดินจะติดตั้งกับเหล็กยึดบนยอดของเสาไฟฟ้าแรงสูงด้วยเหล็กจับ (Clamp) เหล็กยึดจะต่อกับลวดที่อยู่ภายในเสาไฟฟ้าด้วย U-Bolt Clamp หรือ Wire Rope Clip ลวดภายในเสาไฟฟ้าจะต่อระหว่างสายดินกับพื้นดิน เหล็กยึดบนเสาไฟฟ้าเป็นแบบ L Shape Galvanized Steel ขนาดยาว 2,500 มม. และที่เสาไฟฟ้าแบบ Dead End หรือ Angle Structures จะต้องมีความยาวเท่ากับตำแหน่งที่ติดตั้ง และวิธีการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(7) ลวดยึด (Guys)

ลวดยึดจะติดตั้งที่เสาไฟฟ้าแบบ Dead End Angle Structure หรือ เสาคอนกรีตสูง 12 เมตร หรือเสารองรับในการยึดข้ามถนน วิธีการติดตั้งลวดยึดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(8) การติดตั้งระบบสายดิน

สายดินและแท่งลงดินของระบบสายส่ง 22 kV จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

(ก) หม้อแปลงมิเตอร์ และ Revenue มิเตอร์

หม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน Revenue มิเตอร์ และกับดักฟ้าผ่าจะต้องต่อกับสายดินและแท่งลงดิน สายดินของหม้อแปลงและกับดักฟ้าผ่าจะติดกับฝั่งตรงข้ามของเสาไฟ และหุ้มด้วยท่อ PVC ขนาด 2.5 เมตร แท่งลงดินจะต้องฝังดินลึก 0.05 เมตร

(ข) ความต้านทานของสายดินและแท่งลงดินจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้

(9) การติดตั้งสายส่งแรงสูงข้ามแม่น้ำหรือคลองส่งน้ำ

ลักษณะการติดตั้ง รวมถึงวัสดุในการติดตั้ง เช่น เสาคอนกรีต ฉนวนรองรับสายส่ง คานคอนกรีต ลวดยึด และระยะตกท้องช้างระหว่างสายส่งกับพื้นน้ำ จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

14.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย

14.3.1 ทั่วไป

ตู้ไฟฟ้าย่อยจะมีชื่อวงจรตามส่วนที่เป็นวงจรย่อย เช่น วงจร LP1 หรือ LP2 ซึ่งมีคุณสมบัติมีรายละเอียดของโครงสร้าง ลักษณะการทำงาน และอุปกรณ์ช่วยดังนี้

(1) ตู้จะต้องมีแรงดันพิกัดที่ 400/230 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย หรือแรงดัน 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย ดังแสดงไว้ในแบบ

(2) ตู้จะต้องเป็นแบบปิด (Enclosed Type) ในตู้เหล็กซึ่งต้องได้มาตรฐาน บานพับซ่อนไว้ด้านใน (Concealed Hinged Doors) และมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้ง นอกจากจะมีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น

(3) ทองแดงจะเป็นแบบ Hard Drawn และต้องทนกระแสได้ถึง 1,000 แอมป์ ต่อ ตารางนิ้ว (พื้นที่หน้าตัด) โดยจะต้องเตรียมบัสบาร์ไว้สำหรับแต่ละเฟส

(4) ตู้จะต้องติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิดโมลด์เคส ขนาดแรงดัน จำนวนขั้วจะต้องเป็นไปตามแบบ และจะต้องจัดเตรียมบัสบาร์สำหรับนิวตรอลไว้ด้วย

(5) ตู้จะต้องจัดเตรียมช่องด้านข้างสำหรับท่อร้อยสายอย่างน้อย 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว สำหรับตู้ไฟฟ้ากำลัง (Power Panel Board)

(6) จะต้องจัดทำป้ายชื่อของแต่ละรายวงจร โดยจะต้องติดตั้งไว้ภายในบริเวณฝาตู้ของแต่ละตู้ไฟฟ้าย่อย

(7) ตู้หลาย ๆ ตู้อาจใช้สายป้อนร่วมกัน จุดต่อจะต้องใช้แบบ Double Lugs หรือ Tapped Connectors ดังนั้นจะต้องมีการจัดเตรียมชนิดของ lugs หรือจุดต่อสำหรับการต่อกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม

(8) ตู้จะต้องผลิตภัณฑ์ของ Square “D”, General Electric, Wasting House หรือเทียบเท่า

(9) อุปกรณ์ป้องกันฟ้ากระแสผ่าจะต้องจัดไว้สำหรับลดแรงดันเกินจากกระลอกกระแสฟ้าผ่า และการสับปลดเปิดปิดสวิตช์ของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสฟ้าผ่าจะต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการป้องกันอุปกรณ์ทั้งหมดได้

14.3.2 การติดตั้ง

(1) จะต้องมีช่องว่างระหว่างตู้กับผนังอย่างน้อย 50 มม.

(2) ตู้ชนิดติดบนผนังจะต้องยึดด้วยหมุดและน๊อต อย่างน้อย 4 ชุด

(3) ตู้ชนิดติดฝังในผนังจะต้องจัดเตรียมให้ฝาตู้ล้ำออกนอกผนัง

(4) วงจรสำรองของตู้จะต้องมีไม่น้อยกว่า 20% ของวงจรทั้งหมดที่มีในตู้ ยกเว้นแต่จะมีการกำหนดไว้แล้ว

(5) แผงควบคุม 3 เฟส จะถูกควบคุมโดย Isolating Switch Integral ในตู้

(6) บัสบาร์ทองแดงจะต้องเคลือบด้วยดีบุก ก่อนที่จะนำไปติดภายในตู้

14.4 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

14.4.1 ทั่วไป

ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ สำนักงาน บ้านพัก ตู้ยามรักษาความปลอดภัย อาคารควบคุมวาล์วฉุกเฉิน และส่วนต่างๆ

14.4.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่าง ๆ

(1) มาตรฐาน

อุปกรณ์ในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ จะต้องได้ตามมาตรฐานของ ANSI หรือ IEC หรือ NEMA หรือ UL หรือ TIS หรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ

(2) ตัวล่อฟ้า (Lightning Arrestor)

ตัวล่อฟ้าทำหน้าที่ป้องกันอุปกรณ์ หรือ ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ และสายไฟฟ้ามิให้ได้รับความเสียหายจากภาวะแรงดันเกิน (over voltage) ที่เกิดจากฟ้าผ่าหรือการปลดสับสวิตช์

ล่อฟ้าจะต้องมีพิกัดดังนี้

- ชนิด : 1 ขั้ว, ติดตั้งภายนอก
- พิกัดแรงดัน : 480 โวลต์
- กระแส Interruping : 5 กิโลแอมแปร์

(3) ฟิวส์ (Fuse)

ติดตั้งพร้อมชุด Low tension switch โดยฟิวส์จะต้องสามารถป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้า จากภาวะกระแสเกินพิกัด (over current) หรือลัดวงจร (short circuit)

คุณสมบัติของฟิวส์

- ชนิด : HRC Fuse, ติดตั้งภายนอก
- พิกัดแรงดัน : 0.5 กิโลโวลต์
- พิกัดกระแสปกติ : 200 แอมแปร์ (ต่อเนื่อง)

(4) สายไฟฟ้าแรงต่ำ

สายไฟฟ้า THW ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนพิกัดแรงดันไฟฟ้า 750 โวลต์ หรือเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

(5) เสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 9 เมตร และวัสดุ

เสาไฟฟ้าสูง 9 เมตร และวัสดุต่าง ๆ จะต้องสามารถรองรับโครงสร้างของระบบสายไฟฟ้าได้ และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือที่กำหนดไว้ดังนี้

(ก) เสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 9 เมตร

เสาคอนกรีตต้องเป็นแบบคอนกรีตอัดแรง ผิวของเสาจะต้องมีไม่โพรงอากาศซีเมนต์ จะต้องเป็นแบบ Portland Cement ตามมาตรฐาน ASTM C-150 หรือเทียบเท่า คอนกรีตหรือเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรงจะต้องมีคุณสมบัติตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

(ข) ระบบสายดินพร้อมอุปกรณ์

สายต่อลงดินจะติดตั้งร้อยท่อฉนวน PVC ยึดติดเสาคอนกรีตสูง 9 เมตร พร้อมแท่งกราวด์ โดยมีชนิด ขนาดและรูปร่างเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(ค) ลวดยึด (Guys)

ประกอบด้วย ลวด Anchor Rod Anchor Block และอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง ลวดจะต้องเป็นแบบ Double Galvanized Stranded Steel พื้นที่หน้าตัดของลวด ชนิดและขนาดของ Anchor Rod Block และการติดตั้งของเสาคอนกรีต ต้องเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(จ) วัสดุอื่น ๆ

วัสดุอื่น ๆ หรือการติดตั้งอุปกรณ์ เช่น Rack ปรีฟอร์มยึดสาย ลูกถ้วย ตัวจับยึด หลอดพีวีซี ชนิดของฉนวนของพีวีซี ในการติดตั้งและ Concrete Backfill และอื่น ๆ โดยทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

14.5 ระบบแสงสว่าง

14.5.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดเตรียมการติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแบบ หรือที่กำหนดไว้

14.5.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ วัสดุ การประกอบ และการติดตั้งของระบบไฟฟ้าทั้งหมด อย่างน้อยที่สุดจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ดังนี้

(1) IES Illuminating Engineering Society.

(2) NEC National Electrical Code.

(3) TIS Thai Industrial Standard Institute.

(4) NEMA National Electrical Manufacture Association.

(5) UL Underwriters Laboratories Inc.

(6) NFPA National Fire Protection Association.

(7) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

14.5.3 หลักการออกแบบ

(1) ทั่วไป

ระบบแสงสว่างจะต้องจัดเตรียมไว้โดยจะต้องให้แสงสว่างที่พอเหมาะ สำหรับอาคารควบคุม ถนนที่ใช้สัญจรเป็นประจำในเวลากลางคืน และไฟฟ้าฉุกเฉินในขณะที่แหล่งจ่ายไฟหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

(2) เกณฑ์การออกแบบ

(ก) แสงสว่าง

ระบบแสงสว่างจะต้องสามารถเปิดและปิดที่สวิตช์ ณ ตำแหน่งซึ่งจะต้องอยู่ใกล้ประตูเข้าออกที่กำหนดไว้ในแบบ ไฟฉุกเฉินจะต้องทำงานได้ทั้ง Normally และ Automatically Transfer โดยเป็นแบบไฟฉุกเฉินกระแสตรง (DC Emergency) ในกรณีที่ขาดแหล่งจ่ายจากไฟกระแสสลับ (AC Source) ชุดไฟฉุกเฉินพร้อมแบตเตอรี่จะต้องเป็นแบบปกติปิด (Normally Off) และจะต้องทำงานในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับไม่สามารถจ่ายไฟได้ ไฟถนนจะทำงานระหว่างดวงอาทิตย์ตกถึงดวงอาทิตย์ขึ้น

ระบบโคมไฟถนนจะต้องสามารถปิดได้ในขณะทำงานเมื่อไม่ต้องการความสว่างในขณะนั้น ระบบไฟฉุกเฉินอย่างน้อยที่สุดจะต้องติดตั้ง 1 ชุด ในแต่ละห้อง ระดับความส่องสว่างและชนิดของหลอดไฟสำหรับพื้นที่ในอาคารจะต้องสอดคล้องกับแบบ ค่าความสว่างเกิดขึ้นนั้น จะต้องคิดค่าความสว่าง (Lux) ที่อายุของหลอด โดยได้กำหนดค่า Maintenance Factor ไว้ที่ 0.7 โดยระดับความส่องสว่างจะต้องมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้

ระดับความสว่างจะวัดจากพื้นขึ้นมา 0.8 เมตร โดยใช้เป็นฐานในการออกแบบ การติดตั้งความส่องสว่างจะต้องสอดคล้องกับข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่า

(ข) เต้ารับ (Convenience Receptacle)

เต้ารับจะต้องจัดเตรียมไว้ทุก ๆ 6 เมตร หรืออย่างน้อย 1 ชุด ในแต่ละห้อง

14.5.4 ระบบแสงสว่างภายใน

โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องจัดเตรียมให้พร้อม และติดตั้งให้สมบูรณ์ ชนิด ขนาดของโคมไฟ จะต้องมีความเหมาะสมกับสถานที่ติดตั้ง วัสดุของชุด โคมไฟจะต้องทนทานต่อการผุกร่อนอย่างเหมาะสม

(1) โคมไฟฟลูออเรสเซนต์

(ก) พิกัด 220 Vac 1 เฟส 50 Hz. Cool white หรือที่กำหนดมาให้ กำลังของหลอดจะต้องสอดคล้องกับแบบหรือที่กำหนดมาให้

(ข) ตัวยึดหลอดต้องไม่ติดไฟ ชนิดแบบ Rotary Locked และจะต้องมีหน้าสัมผัสเป็นแผ่นเงินหรือทองแดง

(ค) บัลลาสต์จะต้องเป็นแบบกำลังสูญเสียต่ำ และตัวประกอบกำลัง 0.9

(ง) สตาร์ทเตอร์ใช้แบบ Quick-Starting

(จ) ชุดกระจายแสง (Shielding of Lamp) เป็นแบบ Prismatic Diffusing Panel กับ/หรือ Polycarbonate Diffuser ความหนาอย่างน้อยที่สุด 3 มม. ยกเว้นแต่จะกำหนดไว้แล้ว

(2) โคมหลอดโซเดียมแรงดันต่ำ

ขนาดและชนิดที่อ้างอิงตามผลิตภัณฑ์ของโคม จะต้องได้มาตรฐาน

(3) สวิตช์ (Switch)

สวิตช์จะเป็นแบบ Indicating, Toggle Action, Flush Mounting, Quiet Type โดยจะต้องมีพิกัดที่ 15 แอมแปร์ แรงดัน 220 โวลต์ ติดตั้งในกล่องอลูมิเนียมพร้อมประเก็นยางโดยรอบ สวิตช์จะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 1.2 เมตร

(4) เต้ารับ (Receptacle)

เต้ารับทั่วไปเป็นแบบ Duplex Grounding Type พิกัด 220 โวลต์ 10 แอมแปร์ 2 ขั้ว พร้อมสายดิน 3 สาย

เต้ารับกำลัง (Power Receptacle) จะเป็นแบบ Simplex Outlet 4 ขั้ว พร้อมสายดิน 380/220 โวลต์ 30 แอมแปร์

เต้ารับกันน้ำจะต้องมีประเก็นยาวโดยรอบ กล่องเหล็กพร้อมฝาปิดแบบสปริง การติดตั้งเต้ารับจะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 0.3 เมตร

(5) แผ่นติดตั้ง (Device Plates)

แผ่นสำหรับ Flush Mounted Devices จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง และเป็นแบบ High Nickel Stainless Steel

(6) ชุดการติดตั้งภายนอก (Outlet Fitting)

อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบจะต้องมีการจัดเตรียมการติดตั้งที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นกล่อง หรืออุปกรณ์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

ในงานฝังท่อภายนอก จะต้องเตรียม Galvanized Pressed Steel Bar ไว้ โดยกล่องจะออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ และในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาตามท้องตลาดได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำกล่องขนาดพิเศษขึ้นมาโดยจะต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

กล่องลอยที่จะใช้สำหรับใส่สวิตช์และปลั๊กจะต้องเป็นชนิด Cast Type หรือเป็นไปตามความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ

กล่องและการติดตั้งในพื้นที่เปียกจะต้องเป็นแบบกันน้ำ

(7) ชุดไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Lighting Unit)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างฉุกเฉินในทุกห้อง โดยในห้องควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องทำงานจะต้องมีอย่างน้อย 1 ชุด ซึ่งแสงสว่างจะต้องเพียงพอต่อการทำงานและความปลอดภัยในขณะระบบไฟฟ้าหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

ไฟฟ้าฉุกเฉินจะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ กันสนิมพร้อมแบตเตอรี่ ในแต่ละชุดจะต้องออกแบบไว้สำหรับไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ทซ และระบบ Automatic two-rate solid state charger, ready/off โดยไฟสีเหลืองแสดงสถานะทำงาน ไฟสีแดงแสดงสถานะประจุไฟ และติดตั้งโวลต์มิเตอร์ที่ด้านหน้าของไฟฉุกเฉิน

ไฟฉุกเฉินแต่ละชุดจะต้องติดตั้งอุปกรณ์หน่วงเวลาไว้สำหรับหน่วงเวลาเมื่อเข้าสู่สภาวะปกติ 3 นาที

14.6 สายไฟ และเคเบิล

14.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟ เคเบิล และส่วนที่เพิ่มเติมในส่วนต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

(2) ตัวอย่างของสายไฟและสายเคเบิล จะต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่ว ๆ ไปในแต่ละตัวอย่างจะต้องมีแรงดันขนาดและชนิดของฉนวนเขียนไว้บนเปลือกของสายด้วย

(3) สำหรับแสงสว่างและระบบกำลังขนาดสายไฟ จะต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สำหรับส่วนควบคุมจะต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

14.6.2 วัสดุ

สายไฟและสายเคเบิลจะต้องเป็นแบบ Annealed มีความนำไฟฟ้า 98% Soft Drawn Copper ทุก ๆ ตัวนำ ขนาด 2.5 ตร.มม.หรือมากกว่าจะต้องเป็นแบบเกรียว

(1) สายเคเบิล 750 V.

สายเคเบิลที่ใช้ในแสงสว่าง มอเตอร์ และระบบดินจะต้องมีฉนวน PVC กันความร้อน สายเคเบิลชนิด THW, NYY หรือชนิดสายตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า ขนาดตั้งแต่ 2.5 ตร.มม. จนถึง 500 ตร.มม. จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน TIS

(2) สายไฟ

สำหรับระบบลงดินจะต้องเป็นทองแดง โดยต้องได้มาตรฐาน TIS หรือใกล้เคียง

14.6.3 การติดตั้ง

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดึงสายไฟและเคเบิลไปตามที่ต่าง ๆ และทำการต่อหรือพันเทปปิดปลายสาย

(2) สายไฟหรือเคเบิลในท่อ

(ก) ใช้ขอสับที่เป็นลูกกลิ้ง เพื่อป้องกันการบิดงอของสายเคเบิลที่นำเข้าท่อร้อยสาย

(ข) จะต้องระวังดินหรือน้ำเข้าไปในท่อ

(ค) ทำความสะอาดท่อเดินและนำ Compound Prior ออกเพื่อทำการใส่สายเคเบิลใหม่ลงไป

(ง) ฉนวนของตัวนำจะต้องไม่เสียหาย

(จ) จะต้องไม่งอตัวนำน้อยกว่าที่ข้อแนะนำของอุปกรณ์มีไว้

(ฉ) ทำการหล่อลื่นสายเคเบิลถ้าต้องการดึงโดยใช้สารหล่อลื่น (Compound) อย่าใช้น้ำมันหรือจารบี

(ช) การเชื่อมต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องดึงสาย และกล่องเชื่อมสายภายนอก

(ซ) ใช้จานม้วนเคเบิลในการดึงสายไฟไปยังกล่อง และในท่อเพื่อป้องกันการงอของตัวนำที่มากเกินไป และตัวนำจะต้องไม่สัมผัสกับขอบที่มีความคม

(ฌ) สำหรับสายเคเบิลขนาดใหญ่ ควรใช้กริบ (Grip) ในการดึงสาย

(ญ) ความตึงในการดึงสายต้องไม่มากกว่าที่ข้อกำหนดของสายกำหนดไว้

(ฎ) ถ้าในขณะทำงาน ผู้รับจ้างพบว่าที่ว่างภายในท่อร้อยสายไฟน้อยกว่า 40% ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหยุดการทำงานเพื่อรอผลการพิจารณา แต่โดยทั่วไป จำนวนของสายเคเบิลในท่อมีการกำหนดไว้ตาม**ตารางที่ 14-1**

(ฎ) สายเคเบิลทั้งหมดจะต้องทำการตรวจสอบในส่วนของขนาดและความยาวก่อนทำการดึงเข้าไปในท่อ เคเบิลที่ดึงไปในท่อผิดขนาด หรือสั้นเกินไปให้นำออกมาและเปลี่ยนใหม่ โดยเคเบิลจะต้องถูกนำออกจากท่อทันที

(ฐ) เมื่อทำการดึงสายเสร็จจะต้องทำเครื่องหมายที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง ทั้งในส่วนของสายไฟฟ้ากำลัง และส่วนสายไฟฟ้าควบคุม โดยจะต้องแสดงขนาดของสายและอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อกับสายนั้น ๆ

ตารางที่ 14-1 จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ

PVC, 75°C 750 V	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ										
ขนาดสายเคเบิล	(นิ้ว)	½	¾	1	1 ¼	1/12	2	2 ½	3	3/12	4
(ตร.มม.)	(มม.)	15	20	25	32	40	50	65	80	95	100
2.5		3	5	9	16	-	-	-	-	-	-
4		2	5	7	13	-	-	-	-	-	-
6		2	4	5	10	14	-	-	-	-	-
10		1	3	4	6	9	-	-	-	-	-
16		1	2	3	4	5	9	-	-	-	-
25		-	-	-	3	4	7	-	-	-	-
35		-	-	-	2	3	5	8	-	-	-
50		-	-	-	1	2	4	6	9	-	-
70		-	-	-	1	1	3	5	8	-	-
95		-	-	-	1	1	2	3	6	-	-
120		-	-	-	1	1	2	3	6	-	-
150		-	-	-	1	1	2	3	5	7	-
185		-	-	-	1	1	1	2	4	5	-
240		-	-	-	1	1	1	1	3	4	-
300		-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400		-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500		-	-	-	-	-	1	1	1	2	3

(3) สายเคเบิลในรางเดินสาย

(ก) ติดตั้งลูกรอกและลูกกลิ้ง เพื่อความสะดวกในการดึงสาย ใช้ลูกรอกรัศมีวงกว้างสำหรับการดึงในส่วนที่โค้งงอ

(ข) ใช้ Basket Pulling Grip ดึงสายเคเบิลโดยความตึงจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของสายเคเบิล

(ค) ปรับแต่งสายเคเบิลในรางเดินสายให้สวยงาม

(ง) จัดทำทางเข้าสำหรับสายเคเบิล (Crossovers) ถ้าจำเป็น

(จ) จะต้องมีช่องว่างระหว่างสายเคเบิล นอกจากจะมีการกำหนดไว้อย่างอื่น

(ฉ) ป้องกันสายเคเบิลในรางเดินสายด้วย Bonding Clips

(ช) รัศมีในการโค้งงอต้องไม่น้อยกว่า 7 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิลนั้น ๆ

(ซ) การควบคุมคุณภาพ (Field Quality Control)

1) ทดสอบความต่อเนื่องในการเดินสาย ระบบสายดิน และการลัดวงจรจากการต่อของอุปกรณ์อื่น ๆ

2) ทดสอบขั้นสุดท้ายในการต่ออุปกรณ์สำหรับความต่อเนื่องของระบบสายดินและการลัดวงจร

3) ความต้านทานของฉนวนสำหรับสายป้อนหลักและสายป้อนย่อย

- ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวน
- ตรวจข้อผิดพลาดและส่วนต่าง ๆ ด้วย Faulty Insulation
- แสดงการติดตั้งของระบบดิน การลัดวงจร และความต้านทานของฉนวนตามค่าของ ICEA

4) ทดสอบสายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง หลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

14.7 ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)

14.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่อและกล่องต่อบนพื้นที่เปิดโล่ง ผนังกำแพง หรือบนโครงสร้าง ยกเว้นในส่วนต่าง ๆ หรือที่แสดงไว้ในแบบ ในการเดินสายทั้งหมดจะต้องใช้ท่อเหล็กแบบกัลวาไนซ์จุ่มร้อนท่อเหล็กที่นำมาติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

14.7.2 วัสดุและมาตรฐาน

ท่อเหล็กกัลวาไนซ์จะเป็นแบบท่อเหล็กแข็ง (RSC) และได้รับมาตรฐาน ANSI C80.1-1983. หรือท่อเหล็กบาง (EMT) ตามมาตรฐาน ANSI C80.3-1983 หรือท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (IMC) ตามมาตรฐาน UL1242 1-1983 Conduit Box จะเป็นแบบ Galvanized Cast Iron หรือ Galvanized Malleable Iron และ Conduit Fitting จะเป็นแบบ Galvanized Malleable Iron และต้องได้รับมาตรฐาน IEC

(1) ท่อแข็ง

(ก) เกลียวทั้ง 2 ด้านของท่อ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กล่าวไว้ข้างต้น หรือเทียบเท่าซึ่งด้านหนึ่งมี coupling ส่วนอีกด้านหนึ่งหุ้มไว้ด้วยปลอกหุ้ม

(ข) ท่อจะต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์จุ่มร้อน (Hot-Dipped Galvanize) ทั้งภายในและภายนอก

(2) ท่ออ่อน และการติดตั้ง

ต้องกันของเหลวได้ ท่ออ่อนจะต้องมี Interlocked แกนเหล็กกัลวาไนซ์ และต้องมีความต้านทานในการสึกกร่อน กันของเหลว และ Polyvinyl Chloride Covering การติดตั้งของท่ออ่อนจะเป็นแบบ Screw-In

(3) กล่องและการติดตั้ง

กล่องเหล็กอุปกรณ์ประกอบ และฝากล่องต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์ Cast Iron Box สกรูเป็นชนิดกันการกัดกร่อน

14.7.3 การติดตั้ง

ท่อจะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มม. และความงอไม่มากกว่า 90 องศา กล่องดึงสายจะต้องมีการจัดเตรียมตามความต้องการหรือตามข้อแนะนำจะต้องติดตั้งท่อร้อยสายให้สมบูรณ์ตามรายละเอียดทั้งหมดก่อนจึงจะทำการร้อยสายเคเบิลเข้าท่อ

ในส่วนของปลายท่อทุกท่อจะต้องมีจุกปิดกันฝุ่นดินและความเปียกชื้นขณะทำงานอยู่ ท่อโลหะและอุปกรณ์ติดตั้งภายนอกจะต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อ ส่วนรองรับท่อจะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 1.5 เมตร หรือตามความต้องการของท่อนั้น ๆ

การเดินท่อเดี่ยวจะเดินโดยยึดด้วยแคมป์รัดท่อ ส่วนการเดินท่อเป็นกลุ่มจะใช้เหล็กรองรับโดยประกอบกับก้านเหล็กเกลียวห้อยจากท้องพื้น

อุปกรณ์ที่แขวนท่อ (Conduit Hangers) จะต้องติดกับโครงสร้างเหล็กของคานของตัวหนีบยึด (Channel Clamp) โดยติดกับผิวคอนกรีต

ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้ได้ฉากและขนานกับผนังโดยรอบ และสอดคล้องกับรูปแบบของเพดาน การงอของท่อจะต้องมีจุดกึ่งกลางจุดเดียวกัน ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้สมบูรณ์แบบและสวยงาม

ปลายท่อที่เข้ากล่องต่อสายจะต้องมี Locknuts และ Bushings ท่อเหล็กอ่อนกันน้ำจะใช้ในการต่อเข้ามอเตอร์ และที่ต่าง ๆ ที่มีการสั่นสะเทือนในบริเวณเชื่อมต่อของอาคาร จะใช้อุปกรณ์ประกอบท่อชนิดยืดหยุ่นได้

กล่องเหล็กจะต้องใช้กับงานฝัง กล่องเหล็กติดตั้งภายนอกและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นเหล็กหล่อ

สีของท่อกำหนดไว้ดังนี้

แรงดันสูง	:	แดงส้ม
แรงดันต่ำ	:	ส้ม
ส่วนควบคุม	:	ม่วง
ส่วนสัญญาณ	:	เขียว

14.8 ระบบรางเดินสายไฟฟ้า

14.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งระบบรางเดินเคเบิลให้เสร็จตามที่ได้กำหนดไว้รางเดินเคเบิลทั้งหมดจะต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

14.8.2 วัสดุ

รางเดินเคเบิลจะต้องเป็นแบบ Hot-Rolled Mild Steel Sheet, หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. อุปกรณ์แขวน, ฝาราง และอื่น ๆ จะต้องเป็นแบบ Hot Dipped Galvanized Steel.

14.8.3 การติดตั้ง

ความยาวของรางเดินเคเบิลต้องไม่ต่ำกว่า 3 เมตร การต่อจะต้องใช้เหล็กประกันราง อุปกรณ์รองรับราง เคเบิลต้องมีทุกระยะอย่างน้อย 1.5 เมตร หรือตามที่ระบุมากับอุปกรณ์ ปลายสุดของรางเคเบิลจะใช้หัวปิดปลายชนิด PVC

14.9 ท่ออโลหะ (Non Metallic Conduit)

14.9.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่ออโลหะสำหรับการติดตั้งท่อใต้ดิน ท่อทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

ท่อใต้ดินจะใช้เป็นทางเดินสายเคเบิล ท่อต้องเป็นแบบ High Density Polyethylene Pipe (HDPE) ท่อ HDPE กับอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

14.9.2 วัสดุ

(1) ท่อ (Pipe)

วัตถุดินที่นำมาทำท่อต้องเป็นสารจำพวกโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นสูง ประกอบด้วย Carbon Black ไม่ต่ำกว่า 2% โดยน้ำหนัก นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN 8074 และ 8075 “Pipes of High Density PE - TYPE 1 General Quality Requirements”

นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ท่อทั้งหมดจะต้องออกแบบให้ทนแรงกดได้อย่างน้อยที่สุด 6.0 กก./ตร.ซม. และมีความยาวมาตรฐานที่ 6 เมตร และที่ปลายท่อจะต้องให้มีความเอียง (Chamfered)

(2) อุปกรณ์ประกอบ

ข้อต่อและท่อลดจะต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน และจะต้องมีเนื้อวัสดุที่มีคุณภาพเดียวกันกับที่ต้องการของท่อ HDPE

(3) ขนาด

ขนาดและความคลาดเคลื่อนต้องสอดคล้องกับ DIN 8074 “Pipe of High Density PE – Type 1 – Dimension”

(4) วิธีการทดสอบ

การทดสอบต้องเป็นไปตาม DIN 8075 “Pipe of High Density PE – Type 1 – Testing”

(5) การทำเครื่องหมาย

(ก) ท่อ

แต่ละท่อจะต้องทำเครื่องหมายบอก ที่ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 3 เมตร ดังนี้

1) เนื้อวัสดุ “(HDPE)” และหมายเลขท่อ (Lot No.)
2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและชั้นทนแรงดัน
3) ชื่อผลิตภัณฑ์หรือตัวย่อ
4) ปีการผลิต

(ข) อุปกรณ์การติดตั้ง

ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องทำเครื่องหมายบอกถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

14.9.3 การติดตั้ง

ท่ออโลหะ ต้องใช้มาตรฐาน NEC สายนำช่วยดึงจะต้องถูกจัดไว้ในท่อเพื่อช่วยใน การดึงสายไฟไปตามท่อท่อจะติดตั้งลึกจากพื้น 0.6 เมตร โดยไม่คำนึงถึงขนาดของท่อในการวางท่อจะต้องป้องกันดินทราย และน้ำเข้าท่อเมื่อท่อ 2 ท่อ หรือมากกว่าถูกวางเรียงกันในแนวขนาน แต่ละท่อจะต้องมีการจัดระยะห่างกัน 50 มม. (ϕ30 มม. และ 50 มม.), 70 มม. (ϕ80 มม., 100 มม. และ 150 มม.), 100 มม. (ϕ200 มม.) การกลบจะใช้ดินกลบการเชื่อมต่อท่อจะใช้ Straight Joining, Bell mouth, Spare Cap และ Waterproof Wall Sealing Compound

14.10 ระบบสายดิน

14.10.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบจัดเตรียมและติดตั้งระบบสายดินให้ตรงตามที่กำหนด ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับงาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบ

14.10.2 วัสดุ

(1) สายดิน

จะต้องเป็นตัวนำทองแดงเปลือย โดยจะต้องเป็นไปตามการแก้ไขครั้งล่าสุดของ ASTM B3 และผลิตภัณฑ์จะต้องสอดคล้องกับ ASTM Specification B8 (Class B)

(2) แท่งลงดิน

ต้องเป็นแท่งเหล็กอาบด้วยทองแดง เส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (15.8 มม.) ยาวอย่างน้อยสุด 10 ฟุต (3 เมตร)

ในส่วนปลายของแท่งลงดินจะต้องทำให้เป็นทรงกรวย และมีความหนาของผิวหน้าทองแดงต่อเนื่องอย่างน้อยที่สุด 0.01 นิ้ว (0.254 มม.) เหล็กหุ้มด้วยทองแดงไม่สามารถนำมาใช้ได้

(3) วัสดุสำหรับการเชื่อมด้วยความร้อน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุสำหรับเชื่อมด้วยความร้อนสำหรับ สายดิน-สายดิน สายดิน-แท่งลงดิน และสายดิน–โครงสร้างเหล็ก

อุปกรณ์เชื่อมโดยความร้อนจะต้องประกอบด้วย Clamp Type Mold, Handle Flint Gun, Thermite Powder Cartridges, Metal Discs และส่วนต่าง ๆ ที่ต้องการ Thermite Powder Cartridges จะต้องถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อ โดยจุดต่อต้องรับกระแสเทียบเท่ากับตัวนำที่ถูกต่อด้วยการเชื่อม Ignition Powder จะถูกบรรจุในด้านล่างของ Cartridge เพื่อให้ Ignition Powder ตกไปยังส่วนบนสุดของ Welding Powder เมื่อเทลงไปในแบบพิมพ์ Powder Cartridge จะต้องบรรจุกับ Metal Discs แม่พิมพ์จะต้องทนต่ออุณหภูมิสูงได้ และใช้งานได้ อย่างน้อย 50 ครั้ง โดยปราศจากการซ่อมบำรุงและการเปลี่ยน

(4) อุปกรณ์ระบบลงดิน

Terminal Lugs จะต้องเป็นแบบมีช่องร้อยน๊อตช่องเดียวรอบๆ ช่องเป็น High Strength Corrosion Resistance Copper Alloy สลักเกลียวน๊อต และแหวนรองที่ใช้กับช่องจะต้องเป็นทองสัมฤทธิ์ (Bronze) สลักเกลียว (Machine Screw) จะใช้เบอร์ 10-32 และยาว 2.54 ซม. (1 นิ้ว)

14.10.3 การติดตั้ง

ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องติดตั้งกับระบบสายดินที่อยู่ใกล้ที่สุด อุปกรณ์ป้องกันท่อจะต้องต่อลงดินด้วย ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทาสีบนจุดต่อลงดิน (Grounding Connections) ถ้ามีการทาสีไปแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการขัดออกและติดตั้งใหม่อีกครั้ง

อุปกรณ์ในที่บริเวณฐาน มอเตอร์ และบริเวณตัวถังหม้อแปลง ท่อร้อยสายเคเบิล โครงสร้างโลหะภายนอก และอุปกรณ์ใกล้เคียงจะต้องทำการต่อลงดินทั้งหมด

สายดินจะต้องเดินในท่อเหล็ก รางเคเบิล แผงวงจรไฟฟ้า และแผงควบคุม และจะต้องต่อลงดินโดยใช้สายสีเขียว ถึงแม้ว่าท่อโลหะทั้งหมดจะต้องต่อระบบดิน แต่จะถือว่าเป็นการต่อลงดินสำหรับมอเตอร์และระบบไฟฟ้าอื่น ๆ แล้วไม่ได้ การต่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ระบบดินมีความต่อเนื่องระหว่างระบบ ท่อ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งถ้าจำเป็นการเดินสายดินแยกต่างหาก ต้องทำด้วย

14.10.4 การทดสอบ

การติดตั้งสายลงดินจะทดสอบตาม AC Method of IEEE Publication No.80, ยกเว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ความต้านทานของระบบลงดินต้องไม่มากกว่า 5 โอห์ม

14.11 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

14.11.1 ความต้องการ

(1) หลักสายดิน (Ground Rod) ให้ใช้ Copper Clad Ground-Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 3 เมตร จำนวนตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไป จนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดิน ไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด ถ้าไม่ได้ตามที่กำหนด ให้ผู้รับจ้างตอกและเชื่อมหลักสายดินเพิ่มจนได้ความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม ตามที่กำหนด โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหา

(2) ตัวนำลงดิน (Down Conductor) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้สายตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด

(3) ตัวนำบนหลังคา (Roof Conductor) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ตัวนำบนหลังคา ซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมดเป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. ในกรณีที่ตัวนำบนหลังคาเป็นชนิด Tape ให้เป็น Annealed Bare Copper Tape

(4) หลักล่อฟ้า (Air Terminal) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (Solid Copper) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ยาว 3 ฟุต ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร

(5) ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนวให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติให้ใช้ตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม.

(6) การเชื่อม (Welding) การเชื่อมต่อโลหะให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่ชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่ในกรณีจำเป็นให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยทองเหลืองโดยใช้แก๊ส

14.11.2 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง ดังนี้

(1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"

(2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

(3) National Fire Protection Association (NFPA) No.78 โดยต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุดเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

14.12 ระบบ Surge Arrester Protection

Surge Arrester สำหรับระบบ Power supply มีไว้เพื่อป้องกันความเสียหายกับระบบ Power Supply และอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ อันเนื่องมาจาก lightning และ Switching Surge โดยการติดตั้งจะต้องมีความเหมาะสมกับระบบของโครงการ โดยจะมีมาตรฐานเทียบเท่ากับ Class ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

14.12.1 Lightning Current Arrester Class B

(1) ทั่วไป

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 1312-1 และ 1024-1 และ VDE 0675 Part 6/11.89 และ Part 6/AI/03.96 โดยถูกทดสอบด้วย Lightning Impulse Current 10/350 μs เพื่อ Discharge High Current และป้องกัน Secondary Arrester โดยมีรายละเอียดทางด้านเทคนิคดังนี้

- Continuous Operating Voltage up to : 255 Volt/50 Hz
- Lightning Impulse Current (10/350/μs) : 75 kA/pole
- Follow Current Exiting : 4 kArms
- Voltage Protection Level : < 3.5 kV
- Response Time : < 100 ns
- Short-Circuit Withstand : 50 kA/50 Hz
- Approval : KEMA

(2) การติดตั้ง

จะสามารถติดตั้งบนราง DIN-rail 35 mm. ณ ตำแหน่งของสายประธาน (Main Feeder) ที่เข้ามาในอาคาร โดยต่อแบบขนานทางไฟฟ้า

14.12.2 Over voltage Arrester Class C

(1) ทั่วไป

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE 0675 Part 6/11.89 และ Part 6/A1/03.96 ถูกทดสอบด้วย Discharge Current 8/20 μs Arresters โดยจะต้องมี Fault Indicator แสดงผ่านช่องกระจกใส และ Remote Alarm Contact เพื่อแสดงให้เห็นในกรณีที่ Arrester ไม่สามารถใช้งานได้ และจะต้องมี Disconnect Switch เพื่อตัด Arrester ออกจากวงจรอย่างอัตโนมัติในกรณีที่ Arrester ไม่สามารถใช้ต่อไปได้ เพื่อป้องกันการลัดวงจรลงสู่กราวด์ โดยมีรายละเอียดทางด้านเทคนิค ดังนี้

- Rated Voltage : 275 Vac/50 Hz
- Maximum Discharge Current (8/20μs) : 20 KA/Pole
- Structure : Build-in varistor series with spark gap
- Voltage Protection Level : < 1.75 kV
- Response Time : < 100 ns
- Back Up Fuse : 125 AgL
- Short Circuit Withstand Capability With Max Back Up Fuse : 25 kA/50 Hz
- Type : Plug-in Module with base
- Fault Indication : Red indicator flag in glass window

(2) การติดตั้ง

ติดตั้งบนราง DIN-rail 35 mm. ณ แผงไฟฟ้าย่อย (Distribution Board) และชุด Instrument Box 1 และ 2 ตรงบริเวณแนวสันเขื่อนด้านท้ายน้ำ

ในกรณีที่ระยะระหว่าง Llightning Current Arrester (Class B) และ Surge Arrester (Class C) ห่างกันน้อยกว่า 15 เมตร จะต้องติดตั้ง Decoupling Element ดังรายละเอียดทางเทคนิคดังต่อไปนี้

- Tested to : DIN VDE 0532-1
- Nominal Voltage : 500 VoH/50 Hz
- Nominal Current Up To : 63 A
- Nominal Inductance : 15 μH ±20%
- Short Circuit Withstand : 50 kA/50 Hz
- Approval : KEMA

14.12.3 Over voltage Arrester Class D

(1) ทั่วไป

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN VDE 0675 Part 6 และทดสอบด้วย Discharge Current 1.2/50 μs, 8/20 μs ตำแหน่งในการติดตั้งจะต้องใกล้กับอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์มากที่สุด เช่น PLC, UPS, Stabilizer บางครั้งระบบ CCTV อาจจะต้องเพิ่ม Filter เพื่อลดการรบกวนจาก High Frequency Disturbance Voltage โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังต่อไปนี้

- Nominal Voltage : 230 Vac
- Rate Voltage : 255 Vac
- Nominal Discharge Current (8/20 μs) : 5 kA
- Voltage Protection Level : <1.25 kV
- Response Time : <25 ms
- Installation : DIN-rail 35 mm.
- Visual Indicator : red, green LED
- Fault Indicator : floating remote alarm contract

(2) การติดตั้ง

ติดตั้งก่อนเข้าอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

(ก) Surge Protection Socket Outlet

เป็นแบบ Socket Outlet สำหรับป้องกัน Computer Printer หรือ Hub เป็นต้น โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- Nominal Voltage : 230 V.
- Nominal Current : 16 A.
- Nominal Discharge Current (8/20) : 5 kA
- Voltage Protection Level : <1.5 kV
- Response Time : <25 ns

(ข) Surge Arrester สำหรับระบบสื่อสารข้อมูล

Surge Arrester สำหรับ Remote Input/Output

- Nominal Voltage : 24 Vac
- Nominal Current : 1 A.
- Lightning Impulse Current (10/350 μs) : 5 kA
- Nominal Discharge Current (8/20 μs) : 20 kA
- Voltage Protection Level (Line/PG) : <45 V.

- Response Time : < 1 ns
- Installation : DIN-rail 35 mm.
- Design Features : plug-in surge protection modules with base

(ค) Surge Arrester สำหรับ Input/Output

- Nominal Voltage : 24 V.
- Nominal Current : 10 A.
- Max Discharge Current (8/20 μs) : 600 A.
- Voltage Protection Level : <48 V.
- Response Time : < 1 ns

14.13 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) ระบบสายส่ง 22 kV

สำหรับสายส่งแรงสูง 22 kV จากจุดต่อขยายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปยังโรงไฟฟ้า จะประกอบด้วยเสาคอนกรีต คานคอนกรีต รีโครสเซอร์และอุปกรณ์ ลูกถ้วย เหล็กประกับคอน แคล้มสแตรน สายอลูมิเนียมเปลือย ฉนวนป้องกัน ระบบต่อลงดิน ลวดเหล็กตีเกลียว เหล็กรับสายล่อฟ้า สมอบกคอนกรีต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวมหรือตามที่กำหนดไว้หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าตามขนาด และตำแหน่งที่ระบุ เสาคอนกรีตและคานคอนกรีต ชุดการติดตั้งและแท่นหม้อแปลง ล่อฟ้าแรงสูง อุปกรณ์ป้องกัน รั้วล้อมหม้อแปลง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(3) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลง-ตู้ระบบไฟฟ้าหลัก(MDB)-ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า

สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำ พร้อมท่อ อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(4) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB)

จำนวนตู้ระบบไฟฟ้าหลัก ซึ่งประกอบด้วย ตู้เหล็ก สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ รีเลย์ ไฟ แสดงสถานะ หม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน บัสบาร์ กับดักฟ้าผ่า สายเคเบิล ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(5) ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า

ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย ประกอบด้วยตู้จ่ายไฟพร้อม CB หลักและย่อย และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(6) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า

สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำ VAF, THW และ NYY ขนาดตามแบบพร้อมท่อชนิด IMC อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(7) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ติดตั้งภายในและภายนอก ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่โรงไฟฟ้าและที่ถนนจากโรงไฟฟ้าไปบริเวณโครงการ

- ที่โรงไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างประกอบด้วยโคมไฟฟ้าขนาดและชนิดตามแบบ ฐานเสาสูง ท่อร้อยสาย สายไฟ และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม
- บริเวณโดยรอบโครงการ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างประกอบด้วยตู้ควบคุมไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้า คอนเน็คเตอร์ โคมไฟฟ้าขนาดและชนิดตามแบบ ฐานเสาสูง ท่อร้อยสาย สายไฟ สายอลูมิเนียมตีเกลียวหุ้มฉนวน แร็ค และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(8) สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้ง ซึ่งประกอบด้วยสวิตช์ทางเดียวขนาด 1 ถึง 3 ช่องและเต้ารับไฟฟ้าเดี่ยวและคู่ พร้อมติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และอุปกรณ์อื่น ๆที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(9) ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำไปบ้านพักและโรงไฟฟ้า

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำไปบ้านพักและโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย เสาคอนกรีต อลูมิเนียมตีเกลียวหุ้มฉนวน แร็ค คอนเน็คเตอร์ สมอบกคอนกรีต ล่อฟ้าแรงต่ำ อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว และอุปกรณ์อื่น ๆ โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวมหรือตามที่กำหนดไว้หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

การจ่ายเงินจะเป็นไปตามราคาที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantity) ราคานี้เป็นราคาซึ่งรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในส่วนของการออกแบบ การจัดเตรียมงานการสำรวจและจัดเตรียมพื้นที่ ค่าธรรมเนียม การทำแบบและข้อมูล วัสดุ แรงงานและอุปกรณ์ในการจัดทำ การผลิต การจัดส่ง การติดตั้งและการทดสอบของงานไว้เรียบร้อยแล้ว

(10) ระบบปรับอากาศภายในอาคาร

ระบบปรับอากาศภายในอาคาร ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในอาคารขนาดตามพื้นที่ใช้สอย (ไม่น้อยกว่าจำนวนพื้นที่ใช้สอยคูณด้วย 700 บีทียู) โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

การจ่ายเงินจะเป็นไปตามราคาเหมาจ่ายที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantity) ราคาเหมาจ่ายนี้เป็นราคาซึ่งรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในส่วนของการจัดหาเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ การจัดส่งและการติดตั้งไว้เรียบร้อยแล้ว