



งานปรับปรุงประสิทธิภาพและเพิ่มกำลังผลิต
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำไวกาเปะ
ตำบลภูเขาทอง อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส

เอกสารหมายเลข 2
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (1/2)
ส่วนที่ 1 : งานโยธาและสายส่งไฟฟ้า



บริษัท พี แอนด์ ซี แมเนจเม้นท์ จำกัด

บริษัท เอสพีที คอนซัลแตนท์ จำกัด

งานปรับปรุงประสิทธิภาพและเพิ่มกำลังผลิต
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำไวกาเปะ
ตำบลภูเขาทอง อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส

เอกสารหมายเลข 2 : ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (1/2)
ส่วนที่ 1 งานโยธาและสายส่งไฟฟ้า

สรุปสารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน	1-1
หมวดที่ 2 งานถางป่า ขุดต่อ 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 BACKFILL)	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 งานวางท่อ (Pipe & Laying)	11-1
หมวดที่ 12 งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการและบ้านพัก (BUILDING CONSTRUCTION)	12-1
หมวดที่ 13 งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)	13-1
หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	14-1
หมวดที่ 15 งานระบบไฟฟ้าแรงสูง	15-1

งานปรับปรุงประสิทธิภาพและเพิ่มกำลังผลิต
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำไวกาเปะ
ตำบลภูเขาทอง อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส

เอกสารหมายเลข 2 : ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (1/2)
ส่วนที่ 1 งานโยธาและสายส่งไฟฟ้า

สารบัญ

หน้า

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

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
1.13	งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง	1-8
1.14	งานถ่ายทำและบันทึกภาพ	1-8
1.14.1	บททั่วไป	1-8
1.14.2	ข้อกำหนด	1-9
1.15	การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร	1-9
1.16	กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม	1-9
1.17	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	1-11
1.17.1	ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมความต้องการขั้นพื้นฐาน	1-11
หมวดที่ 2	งานถางป่า ขุดต่อ และงานเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)	
2.1	ทั่วไป	2-1
2.2	งานถางป่า ขุดต่อ (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-ระเบิดหิน และงานดินขุดยาก	4-2
4.3.3	งานขุดวัสดุในร่องหิน	4-2
4.3.4	งานขุดจากบ่อถมดิน	4-2
4.3.5	งานขุดหินจากแหล่งหิน	4-3

	หน้า
สารบัญ (ต่อ)	
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	4-5
4.5 การขุดรื้อย้ายอาคารเดิม (ถ้ามี)	4-6
4.6 ความคลาดเคลื่อนในการขุด	4-6
4.7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	4-6
หมวดที่ 5 งานถมบดอัด (FILL AND BACKFILL)	
5.1 ทั่วไป	5-1
5.2 คำจำกัดความ	5-1
5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม (SOURCES OF FILL MATERIAL)	5-1
5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ	5-2
5.5 การบดอัดดิน (COMPACTION)	5-2
5.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)	5-3
5.7 ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)	5-3
5.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน (TEST)	5-3
5.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น	5-3
5.10 การถมทรายบดอัดแน่น	5-4
5.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	5-4
หมวดที่ 6 งานถนน (ROAD WORKS)	
6.1 ทั่วไป	6-1
6.1.1 การทำสำรวจ	6-1
6.1.2 แบบก่อสร้าง	6-2
6.1.3 แบบมาตรฐาน (Typical Section)	6-2
6.1.4 การออกแบบอาคารประกอบถนน	6-2
6.2 งานถางพื้นที่และขุดต่อ	6-2
6.3 งานดินตัด (EXCAVATION) และงานขุดระเบิดหิน	6-3

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
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	6-8
6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)	6-8
6.7 งานลาดแอสฟัลท์ (Prime Coat)	6-9
6.7.1 การลาดแอสฟัลท์ Prime Coat	6-9
6.7.2 วิธีการพ่นยาง Prime Coat	6-10
6.8 ผิวทางแบบแอสฟัลท์ติกคอนกรีต	6-11
6.8.1 รายละเอียด	6-11
6.8.2 ส่วนประกอบของส่วนผสม	6-11
6.8.3 วัสดุ	6-12
6.8.4 วิธีการก่อสร้าง	6-12
6.8.5 การควบคุมและทดสอบ	6-13
6.8.6 การป้องกันผิวงาน	6-13
6.9 มาตรฐานวิธีการทดสอบ	6-14
6.10 งานก่อสร้างสะพาน	6-14
6.10.1 การทำฐานราก	6-14
6.10.2 การขุดบ่อฐานราก	6-16
6.10.3 แบบหล่อคอนกรีตและนั่งร้าน	6-16
6.10.4 สะพานเปียง	6-17
6.10.5 การแต่งผิวคอนกรีตและผิวพื้นสะพาน	6-17
6.11 งาน Drain Culvert	6-18
6.11.1 ขอบเขตของงาน	6-18
6.11.2 วัสดุ	6-18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.12 งาน Pipe Support	6-19
6.12.1 ขอบเขตของงาน	6-19
6.12.2 วัสดุ	6-19
6.13 หลักกันโคลงและหลักกันตก (Guide Post and Guard Post)	6-19
6.13.1 ขอบเขตของงาน	6-19
6.13.2 วัสดุ	6-20
6.13.3 การติดตั้งหลักกันโคลงหรือหลักกันตก	6-20
6.14 การทาสีบริเวณถนน และป้ายหรือเครื่องหมาย	6-20
6.14.1 ข้อกำหนด	6-20
6.14.2 วัสดุที่ใช้	6-20
6.15 รางระบายน้ำ (Side Ditch)	6-21
6.15.1 ขอบเขตของงาน	6-21
6.15.2 วัสดุ	6-21
6.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	6-21
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	7-2
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	7-7
7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด	7-8

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
7.3	แบบหล่อคอนกรีต	7-9
7.3.1	ทั่วไป	7-9
7.3.2	ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ	7-9
7.3.3	การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก	7-9
7.3.4	การบุแบบไม้ผิวหยาบ	7-10
7.3.5	การยึดแบบ	7-10
7.3.6	การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน	7-10
7.4	การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน	7-10
7.4.1	ทั่วไป	7-10
7.4.2	การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต	7-10
7.5	การซ่อมคอนกรีต	7-11
7.5.1	ทั่วไป	7-11
7.5.2	การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)	7-11
7.5.3	การซ่อมด้วยคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)	7-11
7.5.4	การซ่อมด้วยปูนทราย (MORTAR REPLACEMENT)	7-12
7.5.5	การซ่อมด้วย EPOXY	7-12
7.6	การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต	7-12
7.7	การบ่มคอนกรีต	7-12
7.7.1	การบ่มด้วยน้ำ	7-12
7.7.2	การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต	7-13
7.7.3	การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต	7-13
7.7.4	น้ำยาบ่มคอนกรีต (Curing Compound)	7-13
7.8	รอยต่อคอนกรีต	7-14
7.8.1	รอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)	7-14
7.8.2	รอยต่อเพื่อหด (CONTRACTION JOINT)	7-14
7.8.3	รอยต่อเพื่อขยาย (EXPANSION JOINT)	7-14
7.9	วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต	7-14
7.9.1	แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)	7-14
7.9.2	วัสดุอุดรอยต่อ (JOINT SEALANT)	7-15
7.9.3	ELASTIC FILLER	7-16
7.9.4	Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)	7-16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.10 คอนกรีตถั่ว (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.	7-16
7.11 การ GROUT คอนกรีต	7-17
7.12 BLOCKOUT	7-17
7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต	7-18
7.13.1 ทั่วไป	7-18
7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม	7-18
7.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต	7-19
7.13.4 เหล็ก DOWEL	7-19
7.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต	7-19
7.14 การทดลองวัสดุก่อสร้าง	7-19
7.14.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม	7-20
7.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพต่างๆ ไป	7-20
7.15 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต	7-20
7.15.1 ทั่วไป	7-20
7.15.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต	7-21
7.15.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม	7-21
7.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	7-22
หมวดที่ 8 งานป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (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 คอนกรีตพื้นเสริมตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)	8-5
8.3.1 คอนกรีตพื้น	8-5
8.3.2 ตะแกรงเหล็ก	8-8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
8.4 ท่อ และรูระบาย (Drain Holes and Perforated Pipes)	8-9
8.4.1 บททั่วไป	8-9
8.4.2 การเจาะรูระบายน้ำ	8-9
8.4.3 ท่อระบายน้ำ	8-9
8.4.4 การหุ้มท่อระบายน้ำ PVC (Perforated Pipe)	8-9
8.5 งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น	8-10
8.5.1 งานหินทิ้ง และหินเรียง	8-10
8.5.2 งานหินก่อ และหินเรียงยาแนว	8-10
8.5.3 งานวัสดุรองพื้น	8-11
8.6 งานแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile)	8-11
8.6.1 ทัวไป	8-11
8.6.2 ลักษณะทั่วไป	8-11
8.6.3 คุณสมบัติต่างๆ	8-12
8.6.4 การปูแผ่นใยสังเคราะห์	8-12
8.7 งานกล่องลวดตาข่าย (GABIONS และ MATTRESSES) (ถ้ามี)	8-13
8.7.1 ลักษณะทั่วไป	8-13
8.7.2 ขนาดกล่องลวดตาข่าย	8-13
8.7.3 ขนาดของลวดและสังกะสีที่เคลือบ	8-14
8.7.4 ขนาดมิติของกล่อง Gabion ชนิดเคลือบสังกะสี และชนิดเคลือบสังกะสีหุ้ม พีวีซี	8-15
8.7.5 ความหนาของ พี.วี.ซี ที่หุ้ม	8-16
8.7.6 คุณลักษณะของพีวีซี	8-16
8.8 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	8-17
หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE)	
9.1 ทัวไป	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

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
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	การยึดด้วยน็อต (BOLT & NUT)	10-3
10.4.4	การประกอบในโรงงาน	10-3
10.4.5	การติดตั้ง	10-3
10.4.6	งานทาสี	10-4
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

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
10.8 บานระบาย เครื่องยกบาน และมอเตอร์ไฟฟ้า	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 ประตูน้ำแบบลิ้นยก (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)	10-18
10.9.6 การบรรจุหีบห่อ (Packing)	10-18
10.9.7 หนังสือรับรองและการรับประกัน (Affidavit of Compliance)	10-18
10.10 ประตูระบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve)	10-19
10.10.1 ลักษณะทั่วไป	10-19
10.10.2 การทดสอบ	10-19
10.10.3 การทำเครื่องหมาย	10-19
10.11 ท่อบายพาส ท่อระบาย และอุปกรณ์ (By-Pass Pipe and Drain Pipe)	10-20
10.12 งาน Stainless Steel Liner	10-20
10.13 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	10-20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หมวดที่ 11 งานวางท่อ (Pipe & Laying)	
11.1 ท่อทั่วไป	11-1
11.2 มาตรฐาน (STANDARDS)	11-2
11.3 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)	11-2
11.4 วัสดุ (MATERIALS)	11-2
11.4.1 ท่อทั่วไป (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 ท่อทั่วไป (GENERAL)	11-6
11.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ (SURFACE CLEANING)	11-7
11.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก (INTERNAL COATING)	11-7
11.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ (EXTERNAL COATING)	11-7
11.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมท่อที่โครงการ	11-9
11.6.6 การเคลือบและทาสี EXPANSION JOINT (ถ้ามี)	11-9
11.6.7 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)	11-9
11.6.8 การเคลือบและทาสี AIR VENT PIPE	11-9
11.6.9 หมายเลขของอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MARKING)	11-9
11.7 การขนส่ง (TRANSPORTATION)	11-10
11.8 การจัดทำอุปกรณ์สำหรับท่อขยายตัว (EXPANSION JOINTS) และการติดตั้ง	11-11
11.9 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อ (CONCRETE PIERS)	11-12
11.9.1 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันสูง (PENSTOCK)	11-12
11.9.2 ฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันต่ำ	11-12
11.10 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK)	11-13
11.11 การจัดทำและการติดตั้ง STEEL MANHOLE	11-13
11.12 การขุดดินร่องแนวท่อ ร่องระบายน้ำ และการกลบฝังท่อ	11-13
11.13 การติดตั้ง AIR VENT PIPE	11-14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
11.14 งานติดตั้งท่อเหล็กและ PIPE SUPPORT	11-14
11.14.1 ท่อทั่วไป	11-14
11.14.2 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูง (PENSTOCK)	11-14
11.14.3 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันต่ำ (LOW PRESSURE STEEL PIPE)	11-15
11.15 การซ่อมแซม (REPAIRS)	11-16
11.16 การตรวจสอบและทดสอบ (INSPECTION AND TESTING) อุปกรณ์ท่อเหล็ก	11-16
11.16.1 ท่อทั่วไป (GENERAL)	11-16
11.16.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน	11-17
11.16.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ	11-19
11.16.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ	11-20
11.16.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง	11-21
11.17 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)	11-21
11.18 งานท่อ HDPE (HDPE PIPE)	11-22
11.19 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	11-26
 หมวดที่ 12 งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการและบ้านพัก (BUILDING CONSTRUCTION)	
12.1 การเตรียมสถานที่	12-1
12.2 การขุดหลุมฐานราก	12-1
12.3 งานโครงสร้าง	12-1
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 การก่อคอนกรีตบล็อก	12-7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
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	12-9
12.5 งานพื้นกระเบื้องยาง (VINYL TILES)	12-9
12.6 งานปูกระเบื้องโมเสกและกระเบื้องเคลือบ	12-9
12.7 งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE (พื้นป้องกันกรด)	12-10
12.8 เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	12-10
12.9 การทาสี	12-11
12.10 ระบบท่อสุขาภิบาล (Plumbing Work)	12-12
12.11 ป้ายชื่อโครงการ	12-13
12.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	12-14
หมวดที่ 13 งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)	
13.1 ทัวไป	13-1
13.2 งานปลูกหญ้า (SODDING)	13-1
13.2.1 วัสดุที่ใช้	13-1
13.2.2 วิธีการปลูก	13-1
13.3 งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ	13-2
13.4 งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป	13-2
13.4.1 งานพื้นและผิวพื้น	13-2
13.4.2 งานระบายน้ำ	13-3
13.4.3 งานระบบให้น้ำ	13-4
13.5 งานเข็มเจาะ	13-4
13.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	13-7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	
14.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	14-1
14.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-1
14.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ	14-2
14.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	14-2
14.1.4 ระบบต่อลงดิน	14-2
14.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง	14-2
14.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา	14-4
14.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ	14-4
14.1.8 มาตรฐาน	14-4
14.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี	14-5
14.1.10 คุณภาพของงาน (Workmanship)	14-5
14.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี	14-5
14.1.12 งานฝังภายนอกและอื่นๆ	14-6
14.1.13 การทดสอบ	14-6
14.1.14 อุปกรณ์อะไหล่	14-6
14.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	14-7
14.2.1 ทั่วไป	14-7
14.2.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ	14-7
14.3 ระบบแสงสว่าง	14-8
14.3.1 ขอบเขตของงาน	14-8
14.3.2 มาตรฐาน	14-8
14.3.3 หลักการออกแบบ	14-9
14.3.4 ระบบแสงสว่างภายในและภายนอก	14-9
14.4 สายไฟ และเคเบิล	14-11
14.4.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-11
14.4.2 วัสดุ	14-11
14.4.3 การติดตั้ง	14-11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
14.5 ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)	14-14
14.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-14
14.5.2 วัสดุและมาตรฐาน	14-14
14.5.3 การติดตั้ง	14-15
14.6 ระบบรางเดินสายไฟฟ้า	14-16
14.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-16
14.6.2 วัสดุ	14-16
14.6.3 การติดตั้ง	14-16
14.7 ท่อโลหะ (Non-Metallic Conduit)	14-16
14.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-16
14.7.2 วัสดุ	14-17
14.7.3 การติดตั้ง	14-17
14.8 ระบบสายดิน	14-18
14.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-18
14.8.2 วัสดุ	14-18
14.8.3 การติดตั้ง	14-19
14.8.4 การทดสอบ	14-19
14.9 ระบบป้องกันฟ้าผ่า	14-19
14.9.1 ความต้องการ	14-19
14.9.2 การติดตั้ง	14-20
14.10 ระบบ Surge Arrester Protection	14-20
14.10.1 Lightning Current Arrester Class B	14-20
14.10.2 Overvoltage Arrester Class C	14-21
14.10.3 Overvoltage Arrester Class D	14-22
14.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	14-23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หมวดที่ 15 งานระบบไฟฟ้าแรงสูง

15.1	งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง	15-1
15.1.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	15-1
15.1.2	กฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ	15-2
15.1.3	การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	15-2
15.1.4	ระบบต่อลงดิน	15-2
15.1.5	แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง	15-2
15.1.6	คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา	15-4
15.1.7	การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ	15-4
15.1.8	มาตรฐาน	15-4
15.1.9	การจัดเรียงและรหัสสี	15-5
15.1.10	คุณภาพของงาน (Workmanship)	15-5
15.1.11	การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี	15-5
15.1.12	งานฝังภายนอกและอื่นๆ	15-6
15.1.13	การทดสอบ	15-6
15.1.14	อุปกรณ์อะไหล่	15-6
15.2	ระบบสายส่ง 33 kV	15-7
15.2.1	ทั่วไป	15-7
15.2.2	มาตรฐานและอุปกรณ์ต่าง ๆ	15-7
15.2.3	วิธีการติดตั้ง	15-8
15.3	หม้อแปลงไฟฟ้าและลานไกไฟฟ้า	15-10
15.3.1	ทั่วไป	15-10
15.3.2	ขอบเขต	15-10
15.3.3	ความต้องการทางด้านเทคนิค	15-11
15.3.4	การติดตั้ง	15-12
15.3.5	การทดสอบที่โรงงาน	15-13
15.3.6	การทดสอบที่สถานที่ก่อสร้าง	15-13
15.3.7	หนังสือคู่มือ	15-14

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
15.4 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย	15-14
15.4.1 ทั่วไป	15-14
15.4.2 การติดตั้ง	15-14
15.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน	15-15
15.5.1 ทั่วไป	15-15
15.5.2 ขอบเขต	15-15
15.5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค	15-15
15.5.4 การติดตั้ง	15-16
15.5.5 การทดสอบ	15-17
15.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	15-17

สารบัญตาราง		
ตารางที่		หน้า
6.7-1	อุณหภูมิของแอสฟัลท์ที่ใช้ลาด	6-9
10.9-1	ขนาดมิติหลักของประตูน้ำ	10-16
11.18-1	แสดงรายละเอียดตัวอย่างท่อ HDPE	11-25
14.4-1	จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ	14-13

หมวดที่ 1

ความต้องการขั้นพื้นฐาน

หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน

1.1 บทนำ

ความต้องการขั้นพื้นฐานนี้เป็นความต้องการเบื้องต้นของโครงการ โดยผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขซึ่งกำหนดไว้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมและตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานตามสัญญาสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

ผู้รับจ้างต้องมีความเข้าใจขอบเขตงาน คำนึงเกี่ยวกับงาน และสภาพภูมิประเทศที่จะเข้าไปดำเนินการ โดยยึดถือเอกสารสัญญา แบบก่อสร้างและรายละเอียดด้านวิศวกรรม รวมทั้งต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นเกณฑ์ โดยที่ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ และบุคลากรที่มีความสามารถและความชำนาญงาน เพื่อให้ได้ผลงานตามข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา โดยรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานจากสถาบันที่หน่วยงานราชการยอมรับ หากงานหรือวัสดุรายการใดไม่มีสถาบันมาตรฐานรองรับ ผู้รับจ้างจะต้องมีผลการทดสอบและมีหนังสือรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

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 (กฟผ.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

TIS (มอก.) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเทศไทย

(2) หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ให้เสนอมาตรฐานนั้นต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยแสดงข้อมูลยืนยันว่า มาตรฐานที่เสนอนั้นมีมาตรฐานเทียบเท่ากับมาตรฐานที่กำหนดไว้ในกรณีนี้ ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบหรือผลการทดลองให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมเล่มนี้ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจำนวนอย่างน้อย 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 หรือกำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างว่าให้ได้ขึ้นงานตามบทกำหนดเฉพาะงานหรือตามแบบและมีคุณภาพตามมาตรฐานของสัญญานี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

(3) รายการวัสดุก่อสร้างใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา แต่ผู้รับจ้างต้องนำมาใช้งาน ให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานที่ต้องใช้วัสดุก่อสร้างชนิดนั้นๆ โดยรวมถึงค่าขนส่ง การจัดเก็บการเคลื่อนย้ายวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ด้วย

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

อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

1.4 การสำรวจวางแผนผัง

ผู้ว่าจ้างได้กำหนดหมุดหลักฐาน เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ระดับของงานและโครงสร้างอาคารดังต่อไปนี้

(1) หมุดหลักฐานที่กำหนดแสดงไว้ในแบบคู่สัญญา

(2) ก่อนดำเนินการก่อสร้างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะส่งมอบสมุดหลักฐานให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของค่าพิกัดและค่าระดับที่มอบให้ ยืนยันความถูกต้องต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อนและต้องรับผิดชอบในการดูแลรักษาสมุดหลักฐานข้างต้น ให้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกทำลายตลอดการใช้งาน

(3) ผู้รับจ้างต้องทำการถ่ายค่าระดับ และค่าพิกัดไปยังตำแหน่งต่างๆ ของงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือกำหนดโดยผู้ว่าจ้างรวมทั้งทำการสำรวจค่าระดับ เช่น รูปตัดขวาง รูปตัดตามยาว ระดับอาคารต่างๆ และคำนวณปริมาณงานเบื้องต้นเสนอผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง

ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายระดับ ค่าพิกัด และการสำรวจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติทุกครั้งไป การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นผิดในความเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.5 การสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบสุขาภิบาลที่ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง ในการนี้ผู้รับจ้างต้องจัดหาและบำรุงรักษาด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น อาทิเช่น ระบบน้ำใช้ น้ำดื่ม ระบบระบายน้ำเสียที่ทิ้งขยะ เป็นต้น ซึ่งจะต้องส่งเรื่องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

งานสุขาภิบาลต้องให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติและกฎกระทรวง และสามารถให้บริการพอเพียงแก่บุคคลที่อาศัยและทำงานในโครงการหรือเกี่ยวข้องกับงาน

นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายน้ำเสียที่เกิดจากที่พักอาศัยของผู้รับจ้างหรือผู้ว่าจ้างก่อนระบายทิ้งนอกบริเวณโครงการ ระบบดังกล่าวจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) ผู้รับจ้างต้องมีห้องปฐมพยาบาล เพื่อบริการแก่นักงานหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างไว้ตลอดเวลา โดยจัดให้มี

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

1.6 มาตรการความปลอดภัย

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำมาตรการป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง ตามขอบเขตและรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน “เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์” 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 ทางลำนองที่จุดตัดกัน มีการจราจร	35 Lux
- โรงผสมคอนกรีต	110Lux
- งานเทคอนกรีต	55 Lux
- โรงซ่อมและอาคารอื่นๆ	110Lux
- คลังวัสดุระเบิด, คลังพัสดุ, คลังน้ำมัน	55 Lux

เครื่องจักรเครื่องมือที่กำลังทำงานและเคลื่อนที่ในเวลากลางคืน ต้องมีโคมไฟส่องสว่างเพียงพอ และให้ติดแถบสะท้อนแสง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างเพียงพอ

ในการทำงานกลางคืน ผู้รับจ้างต้องส่งแผนปฏิบัติงาน และแผนการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้า และขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 3 (สาม) วัน ก่อนเริ่มการทำงาน

การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือการได้ส่งแผนดังกล่าวแก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง จะไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการชดใช้ค่าเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.7 การบำรุงรักษาทางสัญจร

เมื่อผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานในสถานที่ ซึ่งติดกับหรือใกล้เขตทางหลวง หรือทางสาธารณะ ซึ่งมีการจราจรอยู่ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการสัญจรในทางสาธารณะนั้นปลอดภัยอยู่เสมอและเกิดสภาพคล่องตัวอยู่ตลอดเวลา ในการที่เกิดการกีดขวางทางผู้รับจ้างต้องจัดให้มี อาทิเช่น ทางเบี่ยง สะพานชั่วคราว ทางเข้าหมู่บ้านหรือบ้านเพื่อให้การสัญจรเป็นไปโดยสะดวก และเป็นที่พึงพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระหว่างดำเนินการก่อสร้างใกล้บริเวณดังกล่าว

1.8 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันและรักษาคุณภาพของวัสดุที่จัดหา เครื่องจักรกลที่นำมาเตรียมติดตั้งทุกรายการให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะท้วงติงผู้รับจ้างในการจัดเก็บรักษาวัสดุและงานที่ได้ทำไปแล้วให้ปฏิบัติถูกต้องเหมาะสมดังนี้ คือ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บรักษาวัสดุให้เสื่อมคุณภาพ และคงมีขนาดกระชับพร้อมใช้งานโดยเก็บไว้ใต้กำบังปกปิด เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและกำกับดูแลความพร้อมใช้งานของวัสดุ วัสดุขณะเก็บไว้หน้างานและขณะติดตั้งประกอบยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(2) การดำเนินการเทคอนกรีตและงานอื่น อาจจะไม่อนุญาตให้เริ่มดำเนินการ หากเกิดภาวะอากาศแปรปรวน นอกจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าสภาวะนั้นยอมให้ดำเนินการได้เป็นกรณีพิเศษ

หากการหยุดชะงักการทำงานมีสาเหตุจากภาวะอากาศหรือสาเหตุอื่น ผู้รับจ้างต้องป้องกันรักษาวัสดุก่อสร้างนั้นไม่ให้เสียหาย โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง และรักษาบริเวณหน้างานให้สะอาดเรียบร้อยตลอดระยะเวลาที่หยุดงาน

หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุหรืองานเกิดความเสียหาย โดยความบกพร่องของผู้รับจ้าง วัสดุหรืองานนั้นจะต้องรื้อย้ายและทำทดแทนขึ้นใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

(3) ผู้รับจ้างต้องเคารพต่อกฎหมาย ประเพณีนิยม กฎ และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานตลอดเวลา เพื่อป้องกันทรัพย์สินบริเวณข้างเคียง และบำรุงรักษาทางผ่านสาธารณะ ราวรั้ว ไฟฟ้าแสงสว่าง และการป้องกันสาธารณูปโภคอื่นตลอดระยะเวลาดำเนินการ

(4) ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างและบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียง มิให้เสื่อมเสียหาย จากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง และป้องกันงานและทรัพย์สินในส่วนของผู้รับจ้างด้วย ถ้าเกิดความเสียหายใดๆ ต้องจัดทำขึ้นใหม่หรือทำให้ดีดังเดิม โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.9 การทดสอบวัสดุ

1.9.1 การทดสอบที่โรงงาน

วัสดุที่นำมาถือเป็นรูปงานทุกชนิดต้องผ่านการทดสอบที่โรงงานผลิต หรือทดสอบที่หน้างาน เพื่อพิสูจน์ว่ามีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด ถ้าวัสดุที่ทดสอบ ณ โรงงาน ผลการทดสอบต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการขนส่งมาหน้างาน ค่าทดสอบทั้งปวงเป็นของผู้รับจ้าง

1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเผื่อเวลาไว้ล่วงหน้าในการทดสอบวัสดุ เพื่อป้องกันความล่าช้าของงาน ผู้รับจ้างจะไม่ยกเป็นข้ออ้างเรียกร้องเอาผลประโยชน์ใดๆ จากผู้ว่าจ้าง หากงานต้องล่าช้าไป เนื่องจากการเสียเวลาไปในการทดสอบวัสดุนั้นๆ

1.10 งานชั่วคราว

1.10.1 การเตรียมพื้นที่ (Site Preparation)

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

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเลือกบริเวณและยินยอมให้ใช้ที่ดินภายในบริเวณงานให้เป็นพื้นที่ชั่วคราวของผู้รับจ้าง เพื่อจัดสร้างโรงงาน คลังพัสดุ อาคาร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ซึ่งผู้รับจ้างได้เสนอไว้ ถ้าผู้รับจ้างจะต้องใช้ที่ดินเพิ่มเติมจากที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจัดเตรียมไว้ให้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเองด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง และโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจ่ายค่าทดแทนบรรดาบ้านเรือน กำแพง รั้ว ต้นไม้ พืชผลอื่นๆ หรือสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ที่มีอยู่แล้วภายนอกบริเวณงาน ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องปรับพื้นที่ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดหรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) บรรดาสิ่งตกค้างจากการปรับพื้นที่ในบริเวณงานมอบหมายให้และใช้ประโยชน์ได้ ยังคงเป็นสมบัติของผู้ว่าจ้างในกรณีที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการให้เก็บรวบรวมไว้ ผู้รับจ้างจะต้องนำไปรวบรวมไว้ที่บริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ห้ามใช้วิธีเผาทำลายต้นไม้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำลายใดๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ แม้ว่าจะได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วก็ตาม

(3) หลังจากเสร็จงานก่อสร้างตามสัญญาและก่อนที่ผู้ว่าจ้างจะออกหนังสือรับงานขั้นสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวจะต้องเก็บเศษสิ่งของและขยะมูลฝอยออกไปจนหมดสิ้น เศษสิ่งของและขยะจะต้องนำไปทิ้งในสถานที่ ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือให้มีจำนวนเพียงพอ สำหรับงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับงานที่ทำการก่อสร้างให้ได้งานที่มีคุณภาพ และเสร็จทันตามกำหนดเวลาตามสัญญา

(2) ไม่ว่าเวลาใดๆก็ตาม หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าเครื่องจักรเครื่องมือเหล่านั้นขาดประสิทธิภาพ ไม่เหมาะสมหรือไม่พอเพียงที่จะทำงานให้มีคุณภาพ หรือไม่สามารถทำงานให้ก้าวหน้าในอัตราที่น่าพอใจ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งการให้ผู้รับจ้างเพิ่มประสิทธิภาพ เปลี่ยนชนิด หรือเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเครื่องมือ ซึ่งผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามโดยไม่บิดพลิ้ว ผู้รับจ้างไม่มีสิทธิเรียกร้องค่าจ้างเพิ่มหรือเรียกร้องอื่นๆ จากการกระทำตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างดังกล่าว

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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำบัญชีแสดงคุณภาพ จำนวน ราคา และรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องจักร เครื่องมือที่จะใช้ในงานภายใต้สัญญานี้ทุกรายการ จะต้องแจ้งลักษณะของทุกรายการให้ถูกต้องชัดเจน เพียงพอที่จะตัดสินได้ว่าขนาดชนิด ความคงทน การใช้งาน ถูกต้องตรงตามข้อกำหนดนี้ บัญชีดังกล่าว ให้มอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นหลักฐาน

1.10.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างที่ทำการ ที่พักพนักงาน ที่พักคนงาน คลังพัสดุ ฯลฯ ในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนลงมือก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีและให้การดูแลรักษาอาคารชั่วคราว เช่น ที่ทำการโรงงานให้มีรั้วกั้น บริเวณกองวัสดุ และบริเวณขนถ่ายตามความจำเป็นเพื่อการดำเนินการตามสัญญา

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

(3) บรรดาอาคารต่างๆ จะต้องให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของทางราชการเข้าตรวจได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวในการทำความสะอาดสถานที่ การฆ่าเชื้อโรค และการดูแลรักษาโดยทั่วไปเกี่ยวกับการสาธารณสุขและอนามัยขั้นมูลฐานของตัวอาคาร

1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง

ผู้รับจ้างต้องทำการก่อสร้าง และดูแลรักษาถนนชั่วคราว ทั้งภายในและภายนอกบริเวณงาน ให้สามารถเข้าได้ถึงบริเวณทั้งขยะมูลฝอย โรงงาน บ้านพัก โรงเรียน และงานชั่วคราวอื่นๆ ถนนที่จะต้องสร้างขึ้นนี้ ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแบบและได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การดูแลรักษาถนนชั่วคราว ประกอบด้วย การกำจัดฝุ่นละอองด้วยการราดน้ำถนนในฤดูแล้ง การกำจัดโคลนตมในฤดูฝน บำรุงรักษา ซ่อมแซมป้าย เครื่องหมายจราจร และการปรับผิวจราจร ให้ยานพาหนะสัญจรได้สะดวก

1.11 สำนักงานสนาม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดสร้างที่ทำการสำนักงานสนามสำหรับผู้ว่าจ้างและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวก การดูแลรักษาให้อยู่ในความสะดวก ตลอดระยะเวลาของการก่อสร้าง ในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบโดยผู้รับจ้างและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ ก่อนลงมือก่อสร้างและก่อสร้างแล้วเสร็จพร้อมเข้าทำงานภายใน 90 วัน หลังจากได้รับคำสั่งให้เริ่มงานก่อสร้าง โดยสำนักงานสนามสำหรับผู้ว่าจ้างและของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 120 ตร.ม.

1.12 งานจัดหาหน้า

เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาไม้สำหรับพนักงาน/ลูกจ้าง หรือผู้รับจ้างช่วง รวมทั้งน้ำเพื่อใช้ในการก่อสร้าง และเพื่ออุปโภคบริโภคอื่นๆ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง โดยอาจเดินระบบท่อน้ำและจุดต่อต่างๆ เป็นการชั่วคราวได้ แต่ระบบท่อน้ำและจุดต่อชั่วคราวเหล่านั้นต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และก่อนที่จะส่งมอบงานครั้งสุดท้ายต้องจัดการรื้อถอนและกลับเกลี่ยพื้นที่ให้เรียบร้อยเป็นที่น่าพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไว้แต่จะขอให้คงไว้ตามเดิม ผู้รับจ้างจะต้องยื่นขออนุมัติแบบแปลนระบบการจ่ายน้ำภายในบริเวณงานภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ

1.13 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง

ระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับงานก่อสร้างฯ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและดำเนินการด้วยค่าใช้จ่ายของตนเอง การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าชั่วคราวใดๆ จะต้องยื่นขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างไฟฟ้าฝีมือดีมาติดตั้ง ต่อเชื่อม และบำรุงรักษางานสายไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าชั่วคราวให้เป็นที่น่าพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง 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
ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารด้วยวิทยุการสมัย์ใหม่สำหรับผู้ควบคุมงาน ในสนามที่มีคุณภาพและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอสำหรับการติดต่อสื่อสารในการก่อสร้าง และเชื่อมต่อกับ สถานีหลักที่มีอยู่ของผู้ว่าจ้าง
- (2) การติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานภายนอก
ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมแผนการดำเนินงานวัตถุประสงค์ และรายชื่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดทำเป็นหนังสือถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.16 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม

- (1) กำหนดการทำงานของโครงการและรายงาน
 - (ก) ผู้รับจ้างต้องเสนอ กำหนดการทำงานของโครงการต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 15 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยเสนอเอกสารต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมสำเนา 3 ชุด กำหนดการทำงาน จะแสดงขั้นตอนการทำงานตามเวลา ชนิดของงานถาวร หรืองานชั่วคราวที่ต้องสอดคล้องกับกำหนดเวลา ตามหนังสือแจ้งเข้าทำงาน
 - (ข) ผู้รับจ้างต้องวางแผนการทำงานตาม Microsoft Project หรือ CPM Chart หรือ การวางแผนทำงานชนิดอื่นๆ ที่คล้ายกันและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง แผนการทำงานที่กล่าวข้างต้น แผนการทำงานตามรายการย่อยๆ ให้เสนอเป็นเอกสารเพิ่มเติมประกอบ

(ค) ผู้รับจ้างต้องระบุและเผื่อเวลาการทำงาน เวลาที่เผื่อไว้ต้องสมเหตุสมผลตามหลักการกำหนดการทำงานต้องทำรายละเอียดเป็นรายสัปดาห์และรายเดือน เพื่อให้สามารถติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงาน ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

(ง) กำหนดการทำงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่จำกัด หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยไม่ยอมให้มีการเบิกจ่ายเงินเพิ่มเติม ผลจากการเปลี่ยนแปลงกำหนดการทำงาน ผู้รับจ้างต้องคำนึงไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกำหนดการทำงานนั้นเพียงพอให้เร่งทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

(จ) ทุกสิ้นเดือน ผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบ ผลงานที่แท้จริงกับรายละเอียดที่กำหนดในกำหนดการทำงานของโครงการ ผลการปรับแก้ต้องเสนอในรายงานประจำเดือน กรณีที่งานล่าช้า ผู้รับจ้างต้องทบทวนปรับเวลางานก่อสร้างพร้อมชี้แจงรายละเอียดที่ทำให้งานล่าช้า

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องปรับตารางโครงการให้เป็นปัจจุบันและส่งมอบให้คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่เกินวันที่ 5 ของเดือนถัดไป โดยอยู่บนพื้นฐานความก้าวหน้าของงานทุกวันที่ 25 ของเดือนก่อน การปรับตารางโครงการจะต้องส่งมอบให้พิจารณาอนุมัติก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการพิจารณาแก้ไขใหม่

(ช) ผู้รับจ้างต้องปรับแก้กำหนดงานของโครงการให้เป็นปัจจุบัน และเสนอต่อคุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายในทุกวันที่ 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 ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น
 - 7) บันทึกการโต้ตอบหนังสือ การสั่งการของคุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
 - 8) อุบัติเหตุ และเหตุสุดวิสัย
 - 9) เหตุการณ์ที่สำคัญ เช่น การต่อสู้ การหยุดงาน เป็นต้น
- (ซ) รายงานประจำวัน และรายงานประจำเดือน เป็นงานที่ต้องทำตามแบบฟอร์มที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ รายงานประจำวันต้องเสนอต่อคุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายในเวลา 9.00 น. ทุกวันหรือวันแรกของสัปดาห์ กรณีเป็นรายงานประจำสัปดาห์
- (ฌ) ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานเพิ่มเติม ซึ่งเป็นรายงานบันทึกภาพการทำงานเป็นจำนวน 3 ชุด และแผ่น DVD บันทึกการทำงาน จำนวน 1 ชุด

(2) การประชุมโครงการ

(ก) การประชุมโครงการ ระหว่างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้แทนผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องจัดขึ้นทุกสัปดาห์ 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 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อดำเนินงานก่อสร้าง คือ

- งานสำรวจวางแผนผัง
- งานสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ
- งานมาตรการความปลอดภัย
- งานบำรุงรักษาทางสัญจร
- งานเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน
- งานจัดหาผู้ช่วยงานฝ่ายผู้ว่าจ้าง
- งานทดสอบวัสดุ
- งานชั่วคราว ได้แก่ งานเตรียมพื้นที่ งานขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือ งานก่อสร้าง แค้มป์ ที่ทำการ คลังวัสดุโรงงานที่พัก งานถนน ทางลัดและทางเบี่ยง

- สำนักงานสนาม
- งานจัดหาหน้า
- งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง
- งานถ่ายทำและบันทึกภาพ
- งานประสานงานและติดต่อสื่อสาร

งานดังกล่าวข้างต้นนี้จะไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากให้ แต่ให้ผู้รับจ้างคิดรวมไว้ใน “ค่าดำเนินการ” ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา

หมวดที่ 2

งานถางป่า ขุดตอ และงานเปิดหน้าดิน
(SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)

หมวดที่ 2

งานถางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)

2.1 ทัวไป

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

2.2 งานถางป่า ขุดต่อ (Site Clearing and Grubbing)

ผู้รับจ้างจะต้องตัดโค่นต้นไม้ พุ่มไม้ ขุดถอนตอไม้ รวมทั้งรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอื่นๆ ที่เป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้าง ภายในขอบเขตพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งตัวอาคาร หรือโครงสร้างตามแบบแล้วนำไปทิ้งหรือทำลายตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

ผู้รับจ้างจะต้องโค่นหรือตัดถอนต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงตัวอาคารหรือโครงสร้าง และอยู่ในระยะที่อาจโค่นล้มลง ทำความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างได้ ตามคำสั่งหรือความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ห้ามผู้รับจ้างทำการตัดโค่นต้นไม้ที่ระบุหรือแสดงเครื่องหมายให้ตัดโค่น 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) งานวางป่า ขุดต่อ ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงกันไว้ในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานวางป่า ขุดต่อ สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อยืมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

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

หมวดที่ 3

งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ
(COFFER DAM AND DEWATERING)

หมวดที่ 3 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)

3.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ผู้รับจ้างจะต้องสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ เพื่อก่อสร้างอาคารถาวร เช่น อาคารฝายทดน้ำ เนื่องจากอาคารก่อสร้างขวางลำน้ำ ทำหน้าที่กั้นระดับน้ำให้ไหลเข้าท่อชักน้ำ และมีอาคารระบายทรายและท่อระบายน้ำลงลำน้ำเดิมตลอดเวลา ซึ่งขณะก่อสร้างจะต้องกั้นน้ำเพื่อทำบ่อก่อสร้าง และสูบน้ำให้แห้งก่อนจึงจะทำการก่อสร้างได้ในช่วงฤดูแล้ง งานอาคารดังกล่าวข้างต้นเป็นงานอาคารที่ก่อสร้างในลำน้ำ ทำให้ในการก่อสร้างอาคารต้องมีแผนงานผันน้ำเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับผู้ใช้ลำน้ำด้านท้าย แนวทางการผันน้ำสามารถกระทำได้โดยเริ่มก่อสร้างอาคารฝายในช่วงที่เป็นช่องระบายทรายและระบายน้ำลงลำน้ำเดิม จะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จโดยเร็วภายในแล้งเดียว เพื่อใช้เป็นอาคารผันน้ำและระบายน้ำในช่วงน้ำหลากในปีต่อไป แนวทางการผันน้ำข้างต้นเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้

3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)

ในการก่อสร้างอาคารระบายท้ายน้ำ อาจจะต้องก่อสร้างอยู่ในร่องน้ำเดิมที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวปิดกั้น เพื่อผันน้ำให้ออกจากบ่อก่อสร้าง แล้วทำการสูบน้ำในบ่อก่อสร้างให้แห้ง จึงจะทำการก่อสร้างได้ ก่อนที่จะทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวและสูบน้ำออกจากบ่อก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำ ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อนจึงจะทำการก่อสร้างได้ การที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบแล้วนั้น ให้ถือว่าเป็นคำแนะนำเท่านั้น ถ้าเกิดความเสียหายขึ้น อันเนื่องมาจากทำนบชั่วคราวไม่สามารถป้องกันน้ำได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างไม่มีสิทธิ์ที่จะเรียกร้องค่าเสียหายประการใดได้ เมื่อทำการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการรื้อถอนทำนบดินชั่วคราวให้หมด และนำวัสดุขนย้ายไปที่ ณ ตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้

3.3 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานก่อสร้างทำนบชั่วคราวให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบ งานก่อสร้างและซ่อมแซมทำนบชั่วคราวระหว่างใช้งาน และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% ของงานทำนบดินชั่วคราวเมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างทำนบชั่วคราวแล้วเสร็จ และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และจะจ่ายให้ 10% ของงานดังกล่าวเป็นค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% ของงานจะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารระบายท้ายน้ำที่เกี่ยวข้อง

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

หมวดที่ 4

งานขุดดินและขุด-ระเบิดหิน (EXCAVATION)

หมวดที่ 4 งานขุดดินและขุด-ระเบิดหิน (EXCAVATION)

4.1 ทัวไป

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

4.2 วิธีการขุด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

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

(3) ในกรณีที่วัสดุอยู่นอกขอบเขตแนวการขุดที่กำหนดในแบบ เช่น หินหลวม หินแยก หรือวัสดุอื่นที่หลวม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหลได้ ผู้รับจ้างต้องทำการขุดออก ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้าง การขุดในกรณีนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้พิจารณากำหนดในสนาม

(4) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากอาคารโครงสร้าง ถ้าในแบบก่อสร้างไม่ได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดเพื่อออกไปจากแนวอาคารที่กำหนดอย่างน้อยข้างละ 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น

(5) ในกรณีที่พื้นหินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนใดของหินไหลเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่ที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม

(6) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการขุดของผู้รับจ้างและความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

(7) พื้นด้านล่างและด้านลาดของการขุดส่วนที่ติดกับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้างานขุดจะต้องเตรียมการปรับแต่งให้เรียบและทำการรองพื้นด้วยคอนกรีตหยาบและ Shotcrete 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 ($N > 30$) ขึ้นไป จนถึงความแข็งของชั้นหินแข็ง หินผุดังกล่าวจะทำการขุดขนย้ายด้วยเครื่องจักรที่เหมาะสมโดยถือเป็นงานดินขุดยาก

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

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

(3) หินก้อน (BOULDER) หมายถึง หินลอยเป็นก้อน ซึ่งมีขนาดโตตั้งแต่ 1.00 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป ในกรณีหินชั้น หรือหินก้อน ซึ่งไม่สามารถทำให้สลายตัว หรือเคลื่อนย้ายด้วยวิธีการดังกล่าวได้ ให้ทำการขุดโดยใช้วัตถุระเบิดและจัดเป็นงานขุดระเบิดหิน

4.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน

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

4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในงานถมบ่ออัดแน่น

4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน

หมายถึง การขุด-ระเบิด ขนย้ายหินจากแหล่งหิน เพื่อใช้ในการงานหินทิ้ง หินเรียง และอื่นๆ

4.4 การระเบิดหิน

การขุดระเบิดหิน เป็นงานขุดด้วยการระเบิด ซึ่งหมายถึง งานขุดหินชั้น หินพืดหรือหินก้อนที่ไม่สามารถทำให้แตกย่อยเป็นส่วนย่อยได้โดยใช้เครื่องจักร Tractor Mounted Hydraulic Ripper หรือเครื่องจักรกลที่มีกำลังระหว่าง 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 การระเบิดหินจะกระทำต่อเมื่อผู้รับจ้างได้มีการเตรียมการป้องกันอันตราย และความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นต่อบุคคล ทรัพย์สินหรืองานในบริเวณใกล้เคียงที่สร้างเสร็จแล้วหรือที่กำลังก่อสร้าง หรือบริเวณฐานรากเขื่อนที่ปรับปรุงแล้ว หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายหรืออันตรายดังกล่าว

- ก่อนทำการระเบิด ต้องมีสัญญาณเตือนให้ได้ยินทั่วไปและเมื่อปลอดภัยแล้วให้แจ้งสัญญาณปลอดภัยอีกครั้งหนึ่ง

- การบรรจุดินระเบิด ห้ามกระทำในระหว่างเวลาฟ้าคะนองหรือขณะที่มีพายุแม่เหล็ก

- หลังระเบิดสิ้นสุดลงเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจตราโดยละเอียดว่าดินระเบิดได้ระเบิดไปหมดทุกหลุมหรือไม่ ถ้าพบว่ายังระเบิดไม่หมดทุกหลุมให้ทำการระเบิดซ้ำ หรือทำการเป่าออกจากหลุมด้วยลมหรือน้ำก่อนจึงให้สัญญาณปลอดภัยได้

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 ไหล่เขาและลาดหินตามแนวนอนที่จะก่อสร้าง ให้ได้ตามรูปร่าง ขนาด ระดับ ตามที่แสดงไว้ในแบบและขุดระเบิดหินในบริเวณแหล่งหิน (Quarry) หินที่ขุดระเบิดและนำมาใช้งานต้องมีคุณภาพ คุณสมบัติ และขนาดตามที่กำหนดในรายการรายละเอียดทางวิศวกรรมและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะนำไปใช้
- (2) วิธีการระเบิดทุกประเภท ขนาดหลุม ความลึกของหลุมและเชื้อประทุที่ฝังในหลุมต้องเหมาะสมกับการทำงานเพื่อให้ได้ผลหลังจากการระเบิดเกิดเป็นรอยแตก เป็นตะเข็บหรือทำให้หินแตกออกตามขอบเขตและระดับตามที่ต้องการ ความลึกของหลุมฝังเชื้อวัตถุระเบิดและจำนวนหลุมสามารถออกแบบให้ปรับเปลี่ยนรูปแบบ ในกรณีที่หลังการระเบิดพบว่าผลที่เกิดขึ้น ทำให้หินเสียหายมาก ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้หยุดทำงานระเบิด หรือให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการระเบิดในรูปแบบอื่นที่เหมาะสม
- (3) การขุดระเบิดหินลาดด้านข้าง ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังในการขุดระเบิดให้ได้รูปร่างตามที่ต้องการแสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แบบไม่ได้กำหนดความชันของลาดให้ใช้ลาด 2:1 (ตั้ง:ราบ) หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ และหลังจากทำการระเบิดหินแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่ผิวหินให้เรียบร้อยละของหินที่ยื่นออกมาจากแนวที่กำหนดไว้ในแบบ ยอมให้มีส่วนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 ซม.
- (4) ในกรณีที่ผู้รับจ้างขุดระเบิดหินผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดไว้ในแบบ อันเกิดความเสียหายของลาดชัน หรือเกิดการพังทลายเพราะความบกพร่องของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขซ่อมแซมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างโดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขซ่อมแซมเป็นของผู้รับจ้าง
- (5) ในระหว่างดำเนินการถ้าพบว่าสภาพลาดของหินไม่ดี ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้พิจารณาเห็นว่าในระยะเวลาต่อไปอาจพังทลายลงมาได้ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งแก้ไขความเอียงลาดได้ โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่บิดพลิ้ว ส่วนปริมาณและราคางานที่เกินจากแบบ ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินค่างาน

ในส่วนดังกล่าวให้แก่ผู้รับจ้างตามปริมาณงานที่ทำจริง และใช้อัตราราคาต่อหน่วยตามใบแจ้งปริมาณงานและราคา

(6) เมื่อทำการขุดระเบิดหินได้รูปร่าง ขนาด ระดับตามที่แสดงไว้ในแบบแล้วพบว่ามียอยร้าว รอยแยก หรือเป็นโพรง ผู้รับจ้างจะต้องทำการอุดรอยเหล่านี้ด้วย Mortar หรือคอนกรีตล้นให้เรียบร้อย

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

(8) วัสดุที่ได้จากการขุดระเบิดนี้ จะต้องขนย้ายไปกองรวมในบริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด แล้วทำการดัน กลี๋ย ตกแต่งให้เรียบร้อยตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

4.4.4 การระเบิดย่อยก่อนทำงานระเบิด

(1) บริเวณที่จะทำงานระเบิดเพื่อให้ได้รูป ผิวดิน แนว และระดับดังที่แสดงในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองระเบิดย่อยเพื่อดูแนวการแตกของหิน ก่อนทำการขุดด้วยการระเบิด เพื่อป้องกันความเสียหายของหินด้านล่างที่ต่ำกว่าระดับที่ทำการระเบิด

(2) ก่อนเริ่มงานอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดวิธีการและขั้นตอนการทำงานขุดด้วยวิธีการระเบิด ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ รวมถึงขั้นตอนการทดลองระเบิดย่อย ระยะห่างและขนาดหลุมฝังวัตถุระเบิดเพื่อทำงาน การทดลองระเบิดย่อยจะเปลี่ยนแปลงวิธีการตามความแข็งของหินชนิดและปริมาณการระเบิด ลำดับขั้นตอน และรูปแบบการหน่วง

4.4.5 การวัดความสั่นสะเทือน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องวัดความสั่นสะเทือนเพื่อติดตั้งในบริเวณที่จะทำการระเบิดและอยู่ใกล้กับสถานที่ทำงานคอนกรีต โดยเสนอชนิด ขนาด และบริเวณติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ เพื่อป้องกันมิให้งานคอนกรีตเกิดความเสียหาย ค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งเครื่องวัดความสั่นสะเทือนผู้ว่าจ้างจะไม่แยกจ่ายให้ต่างหาก แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในงานขุดระเบิดหินบริเวณฐานรากอาคาร หรืองานขุดระเบิดของงานก่อสร้างถนน

(2) คุณสมบัติของเครื่องวัด สามารถตรวจวัดความสั่นสะเทือนจากการระเบิด สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดในรูปของความถี่แสดงผลเป็นแบบตัวเลขดิจิทัล, 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 (ถ้ามี)

ผู้รับจ้างต้องทำการรื้อย้ายอาคารเดิม (ถ้ามี) ตามที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยกรรื้อย้ายอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตตาด บานหรือประตูระบายน้ำ และวัสดุป้องกันการกัดเซาะ วัสดุที่ได้จากการขุดรื้อ ที่ผู้ว่าจ้างต้องการให้เก็บรักษาไว้ ผู้รับจ้างต้องนำไปเก็บไว้ยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ส่วนวัสดุที่ได้จากการขุด รื้อ และทำลาย ต้องนำไปทิ้งยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเช่นกัน และให้ผู้รับจ้างปรับคืนสภาพเดิมหรือถมดินกลับเพื่อเตรียมงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องในลำดับต่อไป

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

สำหรับงานขุดดินจากบ่อยืมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบ่ออัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

(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

สำหรับงานขุดหินจากแหล่งหินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานหินทั้ง หินเรียง หินเรียงยาแนวและหินก่อกำแพงที่เกี่ยวข้อง รวมถึงงานปู Gabion

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

(5) งานดินขุดด้วยแรงคนให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุดดิน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(6) งานขุดรื้อย้ายอาคารเดิม(ถ้ามี) ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุดรื้อถอน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

หมวดที่ 5

งานถมบดอัด (FILL AND BACKILL)

หมวดที่ 5 งานถมบดอัด (FILL AND BACKILL)

5.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณอาคาร ฐานราก ถนน และบริเวณรอบท่อ ทรางถมรองใต้ท่อ เป็นต้น เพื่อให้ได้แนว ระดับ และขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ

5.2 คำจำกัดความ

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

(2) งานปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ (FOUNDATION SURFACES) หมายถึง การปรับปรุงผิวดินที่จะถมขึ้นไป หรือปรับปรุงผิวดินที่รองรับอาคารให้สามารถรับน้ำหนักได้

(3) งานดินถม (EMBANKMENT) หมายถึง ดินที่ใช้ถมเป็นถนน คันดิน โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อถมดินที่กำหนดไว้ในแบบ

(4) งานดินถมปรับระดับ หมายถึง ดินที่ใช้ถมปรับระดับบริเวณอาคารเป็นพื้นผิวราบ โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อถมดินที่กำหนดไว้ในแบบ หรือใช้หน้าดินจากงานขุดเปิดหน้าดินมาถมปรับระดับบริเวณพื้นที่งานจัดภูมิทัศน์

5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม (SOURCES OF FILL MATERIAL)

ดินที่จะนำมาใช้ถมถนน คันดิน ถมรอบบริเวณอาคาร และดินของงานถมกลับ จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้าง จากบ่อถมดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

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

5.5 การบดอัดดิน (COMPACTION)

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นชั้นต่อไป จะต้องดำเนินการดังนี้

(1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำการให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำแล้วทำการบดอัด

(2) ความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้

(ก) เมื่อใช้ลูกกลิ้งตีนแกะ ดินแต่ละชั้นต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของตีนแกะ หรือหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร แล้วแต่อย่างไหนจะน้อยกว่ากัน

(ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร

(ค) การใช้เครื่องจักรอื่นๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดินแต่ละชั้น เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(3) การบดในชั้นหนึ่งๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด

(4) การบดอัดแน่นโดยรอบอาคาร การถม และบดอัดจะต้องทำให้รอบตัวอาคารให้ได้ความสูงเท่ากันทุกครั้ง และจะต้องให้ความระมัดระวังทุกประการ เพื่อป้องกันการเสียหาย หรือเกิดการเคลื่อนย้ายของตัวอาคาร

5.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)

ความชื้นที่มีอยู่ในดินก่อนหรือระหว่างบดอัดดินแต่ละชั้น จะต้องมีความชื้นไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จากจุด OPTIMUM MOISTURE CONTENT ถ้ามากหรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดนี้ จะไม่ยอมให้บดอัด 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) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง 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 วัสดุที่เจือปนจะมีขนาดไม่เกิน 10 มม. และจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและประเภทของงาน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้บดอัดทราย ความหนาของชั้นทรายที่บดอัด และความชื้นจะต้องสัมพันธ์กันเพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งาน การถมบดอัดทรายเป็นชั้นๆ ให้สูงเสมอกันขึ้นไป จนถึงระดับที่กำหนดไว้

5.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

(2) การวัดงานถมทรายบดอัดแน่น(ข้างอาคาร) ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ย และบดอัดแน่นด้วยเครื่องมือเบา รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(3) การวัดงานถมวัสดุกลับบดอัดแน่นด้วยแรงคน ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยแรงคน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

หมวดที่ 6

งานถนน (ROAD WORKS)

หมวดที่ 6 งานถนน (ROAD WORKS)

6.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

(1) ถนนเข้าที่ตั้งฝาย (Access Road to Weir)

เป็นเส้นทางเข้าไปที่ตั้งฝาย ผิวจราจรเป็นชนิด คอนกรีตเสริมเหล็ก ความกว้าง 3.5 ม. พร้อมรางระบายน้ำด้านข้างตามความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ความยาวประมาณ 1,025 เมตร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

(2) ถนนบำรุงรักษา (O&M Road)

ถนนบำรุงรักษา เป็นถนนที่วางตามแนวของท่อชักน้ำ (Headrace) ไปยังที่ตั้งถังลดแรงดัน (Surge Tank) ผิวจราจรเป็นชนิด คอนกรีตเสริมเหล็ก ความกว้าง 3.5 ม. พร้อมรางระบายน้ำด้านข้างตามความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ความยาวประมาณ 688 เมตร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

(3) ถนนเข้าที่ตั้งโรงไฟฟ้า (Access Road to Powerhouse)

เป็นเส้นทางเข้าไปที่ตั้งโรงไฟฟ้า แยกจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4207 ผิวจราจรเป็นชนิด Asphaltic Concrete ความกว้าง 5.0 ม. ความยาวประมาณ 790 เมตร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

6.1.1 การทำสำรวจ

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

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการข้อมูลสำรวจ แผนที่สำรวจภูมิประเทศ และรายการคำนวณออกแบบ ส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการก่อสร้าง

6.1.2 แบบก่อสร้าง

ภายใน 60 วัน นับแต่วันที่สั่งให้เริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบก่อสร้างเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาและอนุมัติ หลังจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้อนุมัติแบบแล้ว ให้เริ่มทำการก่อสร้างได้ทันที แบบที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับการลงนามอนุมัติในแบบแล้วจะถือเป็นแบบก่อสร้าง และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

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

6.1.4 การออกแบบอาคารประกอบถนน

- (1) รางระบายน้ำข้างถนน (Side Ditch)
ให้มีแนวรางระบายน้ำข้างถนนทั้งสองฝั่ง โดยกำหนดให้ก่อสร้างตามรูปแบบในสัญญา
- (2) สะพานรยยนต์
 - (ก) ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบสะพานรยยนต์ ในบริเวณที่คันทางติดกับทางน้ำธรรมชาติ หรือในพื้นที่ต่ำ โดยแสดงแบบรายละเอียดตามที่ระบุในสัญญา
 - (ข) บริเวณลาดตลิ่งได้สะพาน ท้องน้ำได้สะพาน หากจำเป็นให้มีการออกแบบป้องกันการกัดเซาะลาดตลิ่งหรือท้องน้ำบริเวณสะพานด้วย
 - (ค) ขนาดสะพานรยยนต์ที่ออกแบบจะต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดในแบบตามที่ระบุในสัญญา

6.2 งานถมพื้นที่และขุดต่อ

ในกรณีที่ถนนใหม่ ไม่ทับถนนเดิมที่มีอยู่เดิม พื้นที่ที่ก่อสร้างคันทางขึ้นมามีต้องวางวัชพืช เช่น หญ้า ออกให้หมด เมื่อได้ทำการถมวัชพืชออกทั้งหมดตลอดความกว้างของคันทางแล้ว จึงทำการบดอัดดินเดิมในส่วนที่ลึกจากระดับที่ได้วางวัชพืชออกไปอย่างน้อย 15 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบให้มีความแน่นอย่างน้อย 95% ของความแน่นสูงสุด ซึ่งได้จากการทดสอบโดยวิธีการทดสอบ AASHTO T99 และจะต้องปรับความชื้นของดินให้ใกล้เคียงกับความชื้นของดินที่ให้มีความแน่นสูงสุด (OPTIMUM MOISTURE CONTENT)

ในกรณีที่ถนนที่จะก่อสร้างใหม่ทับถนนเดิมที่มีอยู่ก่อน ถ้าคันทางของถนนที่มีอยู่ก่อนแคบไม่พอเพียงกับความกว้างของคันทางของถนนที่จะก่อสร้างใหม่ จะต้องทำการ BENCHING ถนนเดิมตามที่

แสดงในรูปตัดถนนในรูปแบบก่อสร้าง และถ้าระดับก่อสร้าง (CONSTRUCTION PROFILE GRADE) ของถนนที่ก่อสร้างใหม่ สูงกว่าหลังถนนเดิมน้อยกว่า 1 เมตร จะต้องคราดผิวถนนเดิมขึ้นมา และบดอัดใหม่ลึกอย่างน้อย 15 เซนติเมตร ให้ความแน่นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ข้างต้น รวมทั้งต้องปรับความชื้นของวัสดุนั้นด้วย

ในบริเวณใดของตัวคันทางที่ระดับจาก CONSTRUCTION PROFILE GRADE ถึงดินเดิมน้อยกว่า 1 เมตร และบริเวณนั้นมีต่อไปจะต้องขุดต่อไปนั้นออก

วัสดุที่ขุดออกจากการงานทางพื้นที่ให้เก็บออกให้หมดและนำไปทิ้งภายนอกโครงการก่อสร้างในแหล่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

6.3 งานดินตัด (EXCAVATION) และงานขุดระเบิดหิน

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

ในกรณีที่ต้องขุดจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ปรากฏว่าดินที่ระดับเป็นดินที่ไม่เหมาะสม (UNSUITABLE SOIL) เช่น เป็นดินที่มีอินทรีย์สารมาก ดินโคลน ให้ขุดดินที่ไม่เหมาะสมนั้นออกให้หมดและให้ถมกลับ โดยใช้วัสดุที่ได้พิจารณาแล้วว่า เหมาะสมที่จะใช้เป็นดินถมคันทาง การถมกลับนี้ จะต้องปูและบดอัดเป็นชั้นๆ ขึ้นมาชั้นหนึ่งๆ เมื่อบดอัดแล้วต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร

6.4 งานดินถม (EMBANKMENT)

วัสดุที่นำมาทำคันทางอาจนำมาจากวัสดุที่มาจากงานดินตัด หรือจากบ่อยืมดิน ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้ถมเป็นคันทาง ดินที่ขุดจากบ่อยืมดินอาจทำการปรับความชื้นให้ใกล้เคียงกับความชื้นที่ต้องการในบ่อ ก่อนนำมาลงบนถนน หรืออาจจะมาปรับความชื้นขณะปูบนถนนก็ได้

การถมดินคันทางให้กระทำโดยการปูให้ได้ความหนาสม่ำเสมอ ตามความกว้างของคันทางและบดอัดขึ้นเป็นชั้นๆ โดยความหนาหลังจากบดอัดแล้ว ต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร ในขณะที่ปูให้ทำการเก็บรากไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า ที่ติดมากับวัสดุนั้นออกให้หมด ความกว้างของแต่ละชั้นที่ปูจะต้องเพียงพอสำหรับชั้นนั้นๆ

แต่ละชั้นที่บดอัดแล้วให้ทำการเลี้ยงน้ำผิวหน้าให้ชุ่มอยู่เสมอ เพื่อมิให้เกิดรอยแตกจากการหดตัว (SHRINKAGE CRACK) สำหรับดินที่มีความเหนียว (COHESIVE SOIL) หรือแห้งปนสำหรับดินทราย เมื่อใดก็ตามที่ดินในแต่ละชั้นได้บดอัดแล้วแตกเป็นหวัระแหง ให้ทำการคราดขึ้นมา ปรับความชื้นและบดอัดใหม่ก่อนลง แต่ละชั้นบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้รดน้ำบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้ชุ่ม เพื่อให้แต่ละชั้นเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับดินที่มี PI สูงพอสมควร สำหรับดินที่มี PI ปานกลางถึงต่ำ อาจต้องการคราดผิวหน้าของชั้นที่ทำเสร็จ และรดน้ำให้ชุ่มก่อนลงชั้นต่อไป

ในขณะที่ปูดินแต่ละชั้นจะต้องตีดินให้แตก่วน 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 หรือในกรณีที่ เป็น 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

(ข) มีมวลคละผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

หมายเหตุ หากสัดส่วนคละของวัสดุไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้การเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

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

ขนาดของตะแกรง มาตรฐาน	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 และให้ความหนาแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density
- (5) บริเวณใดหรือช่วงใดวัสดุรองพื้นทางที่เกลี่ยแผ่บดอัดมีมลหยาบ และมวลละเอียดแยกตัวจากกัน (Segregation) ให้แก้ไขโดยขุดคราด (Scarify) ออก แล้วทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน หรือรื้อออกแล้วใส่วัสดุรองพื้นทางที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอแทน
- (6) ในกรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิด มาผสมเป็นวัสดุรองพื้นทางบนที่ก่อสร้างวัสดุแต่ละชนิดนั้น จะต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอ และต้องได้รับการตรวจสอบถูกต้องตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทางเสียก่อน จึงจะทำการเกลี่ยแผ่บดอัดได้
- (7) เมื่อทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ มีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง
- (8) การก่อสร้างชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรัง เมื่อทำการก่อสร้างชั้นคันทางหรือชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้วหากผิวดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางแห้งให้รดน้ำจนมีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นที่ให้ความหนาแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) เพื่อป้องกันไม่ให้ดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางดูดน้ำจากชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรังที่จะทำการบดอัดในชั้นต่อไป หลังจากนั้นให้นำวัสดุคัดเลือกที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยบนผิวทางทีละชั้น ความหนาหลังบดอัดต้องไม่มากกว่า 15 ซม. หรือตามที่กำหนดในแบบ ขึ้นรูปให้ได้ความลาดผิวทางตามแบบ ราดน้ำ และบดอัดให้ได้ความหนาแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density
- (9) วัสดุที่เหลือจากการก่อสร้างชั้นทางให้เก็บออกให้หมด ห้ามเกลี่ยละลาดคันทาง (Side Slope) โดยเด็ดขาด

6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

ระดับหลังชั้นทางทุกชั้นที่บดอัดแน่นแล้วทุกจุด เมื่อวัดด้วยบรรทัดข้างตรง (Straight Edge) ยาว 3.0 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 (หินโม) หรือกรวดคลุก (กรวดโม) ซึ่งมีขนาดคละกันสม่ำเสมอ จากใหญ่ไปหาเล็กนำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้น Soil Aggregate

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานวัสดุพื้นทาง ดังนี้

- (ก) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ
- (ข) มีอัตราส่วนมวลคละสม่ำเสมอประกอบด้วยส่วนหยาบและส่วนละเอียด
- (ค) ส่วนหยาบต้องเป็นหินโมหรือกรวดโม
- (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 มาตรฐาน	น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ			
	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) ผสมคลุกเคล้าโดยให้ความชื้นสม่ำเสมอและใกล้เคียงกับ Optimum Moisture Content จึงเกลี่ยแผ่แล้วบดอัดทันทีด้วยรถบดล้อยาง หรือเครื่องจักรกลบดอัดที่เหมาะสมให้ความชื้นสม่ำเสมอไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density
- (4) ในระหว่างการบดอัดให้มีการเกลี่ยแต่งเพื่อช่วยให้ผิวหน้าเรียบปราศจากหลุมบ่อ และวัสดุหลวมๆ และเพื่อให้ผิวหน้าราบเรียบสม่ำเสมอ ให้บดอัดตกแต่งชั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็ก
- (5) บริเวณใดหรือช่วงใดพบว่าวัสดุพื้นทางเกิดการแยกตัว (Segregation) จากการเกลี่ยแผ่บดอัด จะต้องขุดคุ้ย (Scarify) ออกและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันใหม่ หากมีความชื้นลดลงให้พ่นน้ำเพิ่มเติม หากวัสดุพื้นทางที่ขุดคุ้ยทำการผสมคลุกเคล้าใหม่นั้นตรวจพบว่าคุณสมบัติไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดจะต้องขนวัสดุนั้นออกและนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ถูกต้องมาใส่แทน
- (6) ในระหว่างก่อสร้างหากมีน้ำซังหรือเกิดมีฝนตกหรือมีน้ำในพื้นทางมากกว่าปริมาณที่กำหนดเพื่อการบดอัด จนเป็นเหตุให้ชั้นรองพื้นทางเสียหายต้องรื้อพื้นทางออกและทำการตกแต่งบดอัดชั้นรองพื้นทางใหม่ให้ถูกต้อง
- (7) เมื่อทำการก่อสร้างพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการเรียบสม่ำเสมอมีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้างและจะต้องเลี้ยงน้ำให้ชั้นพอสมควรอยู่ตลอดเวลา ไม่ให้เกิดฝุ่นหรือกลิ่นจนผิดหน้าร้อน โดยจะต้องทำการเลี้ยงน้ำจนกว่าจะได้ทำการ Prime Coat

6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

เมื่อวัดสอบด้วยไม้บรรทัดข้างตรง (Straight Edge) ยาว 3.0 เมตร กับผิวหน้าของพื้นทางในทิศทางขนานกับแนวศูนย์กลางทาง ระดับต่างกันต้องไม่เกิน 1.25 เซนติเมตร หากเกินกว่าที่กำหนดนี้ต้องปรับระดับโดยวิธีเสริมพื้นทางที่ต่ำและปาดพื้นทางที่สูงออก บดอัดให้แน่นแล้วเกลี่ยแต่งจนได้ระดับที่กำหนด

6.7 งานลาดแอสฟัลท์ (Prime Coat)

6.7.1 การลาดแอสฟัลท์ Prime Coat

Prime Coat คือ การลาดแอสฟัลท์ชนิดเหลวลงบนพื้นทางที่เตรียมไว้ และได้ตกแต่งปรับปรุงถูกต้องตามแบบแล้ว เพื่อเป็นตัวยึดเหนี่ยว ให้พื้นทางเชื่อมต่อกับผิวทางที่สร้างไว้ข้างบน และเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นผ่านลงไปใต้พื้นทาง แอสฟัลท์เหลวที่จะต้องเป็นประเภทและเกรด (Grade) ดังต่อไปนี้ อย่างใดอย่างหนึ่ง 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 ดังกล่าวแล้ว ให้เป็นไปตามตารางที่ 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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ถังตมยาง รถพ่นยางเพื่อใช้ในการพ่นยาง รถยนต์ไถกวาด และเครื่องเป่าลม เพื่อทำความสะอาดพื้นที่ก่อสร้างไว้แล้ว โดยอุปกรณ์เครื่องจักรเครื่องมือพ่นยางจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

รถพ่นยาง (Asphalt Distributor) จะต้องมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

- ถังยางของรถพ่นยางที่อยู่บนรถพ่น จะต้องมีการให้ความร้อนได้ มีเหล็กวัดแบ่งขีดวัดปริมาตรของยางที่อยู่ในถังได้
- มีเครื่องวัดความเร็วของรถ (Tachometer)
- มีเครื่องวัดอัตราการไหลของยางผ่านหัวฉีด (Nozzle)
- มีเครื่องวัดความดันในถัง
- มีเครื่องปัมน้ำยาง

- มี Spray Bar ซึ่งสามารถปรับได้ทั้งในแนวนอนและแนวตั้งสามารถพ่นได้ความกว้างไม่น้อยกว่า 5.00 ม.
- มี Hand Spray เพื่อสามารถพ่นในบริเวณที่ Spray Bar ของรถ เข้าไปไม่ถึง เช่น ช่องแคบ ซอก หรือมุม

6.7.2 วิธีการพ่นยาง Prime Coat

(1) การพ่นยางกระทำการพ่นบนพื้นทางที่ทำความสะอาดด้วย ไม้กวาดและ เป่าฝุ่นที่เกาะบนพื้น ออกไปจนสะอาดแล้ว จนหินพื้นทางโผล่ขึ้นมาเล็กน้อย มีความชื้นบนพื้นทางและอุณหภูมิของอากาศ สูงกว่า 15°C ไม่มีสภาพหมอกหรือครีမ်ฟ้าครีမ်ฝน

(2) อัตราการพ่นควรอยู่ระหว่าง 0.80-1.40 ลิตรต่อตารางเมตร ที่อุณหภูมิระหว่าง 57-71°C อัตราการพ่นขึ้นอยู่กับลักษณะผิว ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทดลองพ่นหาอัตราที่เหมาะสมก่อนดำเนินการ และจะต้องไม่พ่นเกินอัตราจนยางที่พ่นเกิดการไหลลงลาดคันทาง

(3) เมื่อพ่นยางแล้วเสร็จ ให้ปิดกั้นบริเวณที่พ่นยางไปแล้ว และทิ้งไว้ให้ยางซึมลงผิวทางเป็นเวลา อย่างน้อย 24 ชั่วโมง สำหรับสภาวะอากาศที่ดี หรือ 48 ชั่วโมง สำหรับสภาพอากาศที่เลวหลังจากนั้นให้ ทราฟแ่งสาดลงบนผิวที่พ่นยาง Prime Coat เพื่อช่วยยางที่เยิ้มบนพื้นทาง และยอมให้มีการจราจรได้

(4) บริเวณใดที่ผิว Prime Coat เสียหาย หรือหลุดร่อนจนเป็นหลุม ให้ทำความสะอาดและ อุดด้วยวัสดุ Cold Mix หรืออุดด้วยหินคลุก (Aggregate Base) แล้วพ่นทับด้วยยาง Prime Coat อีกครั้ง

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

ค่าซ่อมแซมบริเวณชำรุดใดๆ จะไม่มีการจ่ายเงินให้ ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในการ ดูแลรักษาทั้งสิ้น

6.8 ผิวทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

6.8.1 รายละเอียด

ผิวทางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทาง ปรับระดับ รองผิวทาง ผิวทางหรือไหล่ทางด้วยวัสดุผสมที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับบนชั้นทางใดๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ให้ได้แนว และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ และตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

6.8.2 ส่วนประกอบของส่วนผสม

การกำหนดส่วนผสมของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตจะดำเนินการโดยผู้รับจ้างและต้องสอดคล้องกับผลการทดสอบซึ่งได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ส่วนผสมนี้ประกอบด้วย วัสดุมวลรวม สารผสมเพิ่ม (ปูนขาว 1-2% หรือซีเมนต์ 2-4%) และแอสฟัลต์ติกซีเมนต์ วัสดุมวลรวม จะต้องมีความละเอียดตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้ นอกเหนือจากที่ระบุไว้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

Mix Classification		1	2	3	4
สำหรับชั้นทาง		Bender Course	Wearing Course	Wearing Course	Wearing Course
ความหนา (ซม.)	Max.	7.5	6	4.5	6
	Min.	3.5	3	2.5	3
ปริมาณผ่านตะแกรง % โดยมวล ขนาดตะแกรง	1"	100	-	-	-
	3/4"	90-100	100	100	100
	1/2"	-	-	-	-
	3/8"	55-82	60-83	75-95	70-90
	เบอร์ 4	35-57	40-65	53-72	50-70
	เบอร์ 8	23-40	30-50	35-53	35-50
	เบอร์ 16	15-33	20-40	24-43	-
	เบอร์ 30	10-26	15-35	19-35	18-29
	เบอร์ 50	6-20	10-25	14-27	13-23
	เบอร์ 100	3-13	7-17	9-18	8-16
	เบอร์ 200	1-7	4-9	5-10	4-10
ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ % โดยมวลของมวลรวม		3.5-5.5	4.0-6.6	4.0-7.0	3.5-7.0

6.8.3 วัสดุ

(1) มวลหยาบ

มวลหยาบ เป็นหินย่อยหรือกรวดย่อยที่มีส่วนข้างตะแกรงขนาด 4.75 มม. (No.4) มีคุณภาพตามที่กำหนดตามมาตรฐาน AASHTO M80 มวลหยาบควรเลือกใช้เพียงชนิดเดียว เว้นแต่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง กรวดย่อยที่ใช้จะต้องสอดคล้องกับหัวข้อ 2.1 ของ AASHTO M147-65 และมีส่วนข้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. ไม่น้อยกว่า 75% โดยน้ำหนัก ค่าความสึกหรอไม่เกิน 40% ตามมาตรฐาน AASHTO T96

(2) มวลละเอียด

มวลละเอียดเป็นมวลที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (No.4) ประกอบด้วย ทรายหินฝุ่นปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุไม่พึงประสงค์ปะปน และมีคุณภาพตามมาตรฐาน AASHTO M29 (ASTM D1073) มีค่า Sand Equivalent ตามผลการทดสอบตามมาตรฐาน AASHTO T176-73 ไม่น้อยกว่า 50%

(3) สารผสมเพิ่ม (Filler)

สารที่นำมาผสมเพิ่มสำหรับแอสฟัลต์ติกคอนกรีตให้เป็นไปตามมาตรฐาน AASHTO M17 สารผสมเพิ่มนี้จะไม่มีการวัดปริมาณและคิดค่าใช้จ่ายแยกต่างหาก แต่ให้คิดรวมไว้ในงานแอสฟัลต์ติกคอนกรีตการใช้ปูนขาว (Hydrated Lime) ผสม ส่วนคละของปูนขาวจะต้องข้างตะแกรงเบอร์ 20 ไม่เกิน 15% โดยน้ำหนัก สำหรับซีเมนต์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 15

(4) วัสดุแอสฟัลต์ติก

ปิโตรนัสสำหรับแอสฟัลต์ติกคอนกรีตให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70 ตามมาตรฐาน มอก. 851

(5) การเติมแอสฟัลต์ติก

การเติมแอสฟัลต์จะกระทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

6.8.4 วิธีการก่อสร้าง

(1) ส่วนผสมที่ถูกบดทับสามารถรับแรงกดเนื่องจากน้ำหนักของรถบดโดยไม่เกิดการแยกตัวของวัสดุ มีความแน่นภายหลังการบดอัดไม่น้อยกว่า 98% โดยวิธีทดสอบ Marshall จากตัวอย่างที่เก็บมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม

(2) ความหนาเฉลี่ยจากการบดอัดในแต่ละวันจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบและความหนาต่ำสุดในบริเวณจุดใดๆ ไม่เกิน 5 มม.

(3) ผู้รับจ้างจะต้องเก็บตัวอย่างหลังจากที่ทำการบดทับและก่อนเปิดผิวจราจรจากผิวงานที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเพื่อทำการทดสอบ ขนาดของตัวอย่างมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 25 ตร.ซม. เว้นแต่การทดสอบความแน่นในสนามให้เก็บเจาะตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ตร.ซม. ตัวอย่างที่ได้นี้จะต้องมีส่วนผสมเต็มตลอดความหนาของตัวอย่าง และนำมาจากบริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ตัวอย่างทดสอบความแน่นควรทดสอบ 1 ตัวอย่างต่อวัน หรือพิจารณาจากกำลังการผลิตเกิน 100 เมตรกตันต่อวัน ให้กำหนดจำนวนตัวอย่างทดสอบ 1 ตัวอย่างต่อ 100 เมตรกตัน ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์และการทดสอบอื่นๆ ต้องนำมาจากบริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด และทำการทดสอบทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนส่วนผสมใหม่

(4) บริเวณผิวงานที่บดทับเสร็จแล้วจะต้องถูกทดสอบความเรียบ โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะใช้ไม้บรรทัดยาว 3.5 เมตร วัดความเรียบ โดยวางทาบบนผิวทางในแนวตั้งฉากและแนวขนานกับเส้น

กึ่งกลางถนน กำหนดให้มีความแตกต่างของผิวทางที่ทาบบนผิวที่บ่มด้วยวัสดุความเรียบได้ไม่เกิน 3 มม. หากความแตกต่างเกินจากที่กำหนด ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งให้รถถอนและทำการบดทับใหม่ในบริเวณดังกล่าวด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

(5) รอยต่อของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตสำหรับ Wearing Course ให้ใช้ Sawn Joints

6.8.5 การควบคุมและทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาห้องทดสอบและอุปกรณ์สำหรับการทดสอบในแต่ละรายการดังนี้

- (1) การหาขนาดผลของ Aggregate และ Filler
- (2) การหา Flakiness และ Elongation Index ของ Coarse Aggregates
- (3) การทำ Sand Equivalent สำหรับ Aggregates
- (4) การหา Bulk Specific Gravity ของวัสดุผสมรวม
- (5) การหาความแน่นของวัสดุผสมรวม
- (6) การหาความแน่นของวัสดุผสมรวม โดยวิธี Marshall
- (7) การหา Stability และ Flow โดยวิธี Marshall
- (8) การหา Strength Index
- (9) การหาความแน่นจากการบดทับ Surface Course
- (10) การหาความชื้นของแอสฟัลต์

ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเจ้าหน้าที่ประจำห้องทดสอบเพื่อดำเนินการตามรายการทดสอบที่กำหนด ผลการทดสอบและบันทึกการทดสอบต้องปฏิบัติในแต่ละวันตามผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นจริงในสนามในแต่ละวันตามรายการดังนี้

- (1) อุณหภูมิของส่วนผสมจากตัวอย่างที่ Plant และที่หน้างาน
- (2) ความแน่นจากการทดสอบ (ตามวิธี Marshall)
- (3) ความแน่นจากการบดทับและเปอร์เซ็นต์การบดทับ Surface Course
- (4) ค่า Stability และ Flow และ Strength Index
- (5) ขนาดผลของวัสดุผสมรวมและปริมาณแอสฟัลต์
- (6) ปริมาณอากาศในส่วนผสม

6.8.6 การป้องกันผิวงาน

เมื่อก่อสร้างผิวงานแอสฟัลต์คอนกรีตเสร็จจะต้องคอยป้องกันและควบคุมการจราจรไม่ให้ผ่านผิวงานจนกว่าผิวงานจะเย็นตัวลงมากพอหรืออย่างน้อยทิ้งไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง หลังจากบดทับเสร็จเรียบร้อยแล้ว เว้นแต่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

6.9 มาตรฐานวิธีการทดสอบ

ได้รวบรวมมาตรฐานวิธีการทดสอบที่ได้กล่าวถึงในข้อกำหนดสำหรับวัสดุสร้างทาง และวิธีการก่อสร้างมาไว้ในที่เดียวกันดังนี้

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

6.10 งานก่อสร้างสะพาน

(1)ทั่วไป

งานในหมวดนี้เป็นงานก่อสร้างสะพาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานก่อสร้างถนนเข้าบริเวณโครงการก่อสร้าง ซึ่งได้กำหนดสถานที่ที่จะทำการก่อสร้างไว้ในแบบก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างสะพานให้ได้แนว ระดับ และตำแหน่งของสะพานให้ถูกต้อง ตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

(2) ขอบเขตของงานก่อสร้างสะพาน

การก่อสร้างสะพานจะประกอบด้วย งานต่างๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินทำฐานตอม่อสะพาน
- งานฐานรากสะพานชนิดฐานแผ่
- งานทำสะพานเบี่ยง กรณีที่จำเป็นหรือสะพานนั้นอยู่ในแนวถนนเดิม ซึ่งมีความจำเป็น

จะต้องให้มีการจราจรได้ตลอดเวลา

- งานผันน้ำสำหรับก่อสร้างฐานตอม่อสะพาน
- งานก่อสร้างตัวสะพาน ราวกันตก และงานอื่นๆ ที่แสดงในแบบรูปของงานก่อสร้าง

สะพาน

- งานอื่นๆ ที่จำเป็นจะต้องทำ เพื่อให้งานก่อสร้างแล้วเสร็จสมบูรณ์ ตามแบบรูปหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานก่อสร้างสั่งการ

6.10.1 การทำฐานราก

(1) ฐานรากแผ่

ในกรณีที่แบบกำหนดเป็นฐานรากแผ่ ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างฐานรากให้ลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และพื้นดินใต้ฐานรากจะต้องต้านทานน้ำหนักกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และจะต้องให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบเป็นหนังสือเสียก่อน ผู้รับจ้างจึงจะเริ่มทำการก่อสร้างฐานรากต่อไปได้

ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจะขุดดินถึงระดับที่กำหนดไว้ จะเนื่องด้วยเหตุประการใดก็ตาม (เว้นแต่เนื่องจากพบหินฟิต ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ ข) ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองบรรทุก

น้ำหนักกดบนพื้นดินที่จะฝังฐานรากนั้นๆ โดยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้นและให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้ คือ แรงต้านทานน้ำหนักกดของพื้นฐานราก (Bearing Capacity of Soil) ที่คณะกรรมการตรวจการจ้างยอมรับว่าเป็นแรงกดที่ปลอดภัย (Accepted Load) จะต้องไม่เกิน 1 ใน 2 ของแรงต้านทานน้ำหนักกดบนพื้นดินที่คำนวณได้จากการทดลองในข้อที่กล่าวต่อไปนี้

(ก) การทดลองนี้ต้องทำสำหรับพื้นฐานรากทุกๆ บ่อที่มีปัญหาดังกล่าวข้างต้น และในการทดลองคราวหนึ่งๆ ต้องให้มีเนื้อที่พื้นดินที่ถูกกดโดยน้ำหนักบรรทุกไม่น้อยกว่า 0.25 ตารางเมตร

(ข) ให้ใช้จำนวนน้ำหนักบรรทุกซึ่งมีแรงกดบนพื้นดินเท่ากับแรงกดบนพื้นดินอันแท้จริง (Maximum Pressure of Soil) ตามผลการคำนวณออกแบบสะพานที่ได้กำหนดไว้ในแบบและให้บรรทุกอยู่เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยไม่มีการเคลื่อนไหวอย่างใดเลย และให้วัดการทรุดตัว (Settlement) ทุกๆ ระยะ 12 ชั่วโมง

(ค) เมื่อได้บรรทุกน้ำหนักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วมีอาการทรุดไม่เร็วเกินสมควรหรือสิ้นสุดภายในเวลา 48 ชั่วโมง หรือมีการทรุดทั้งหมด (Total Settlement) ไม่เกิน 2 ซม. ก็ให้เพิ่มน้ำหนักอีกร้อยละ 50 ของน้ำหนักบรรทุกในข้อ (ค) และรักษาไว้ให้ถูกความเคลื่อนไหวก็ให้เพิ่มน้ำหนักอีกร้อยละ 50 ของน้ำหนักบรรทุกในข้อ (ค) และรักษาไว้ให้ถูกความเคลื่อนไหวติดต่อกันเป็นเวลา 4 วัน ในระหว่างนี้ให้วัดการทรุดทุกๆ 12 ชั่วโมงด้วย

(ง) ถ้าการทรุดทั้งหมดตั้งแต่เริ่มทดลองรวมแล้วไม่เกิน 2 ซม. ก็ให้เพิ่มน้ำหนักอีกร้อยละ 50 ของน้ำหนักบรรทุกในข้อ (ค) และรักษาไว้เป็นเวลาติดต่อกันอีก 6 วัน โดยวัดการทรุดทุกๆ 12 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน

(จ) เมื่อได้บรรทุกน้ำหนักตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ (ค) ข้อ (ง) และข้อ (จ) แล้ว การทรุดตัวทั้งหมดไม่เกิน 2 ซม. และอาการทรุดไม่เร็วเกินสมควรจนสิ้นสุดลงโดยไม่มีการทรุดต่อไป เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน ก็ให้ถือว่าผลงานของการทดลองนี้พอกับความต้องการ คือ พื้นดินมีแรงต้านทานได้ 2 เท่า ของแรงกดลงบนพื้นดินที่คำนวณไว้ใน การออกแบบหรือที่ได้กำหนดไว้ในแบบแล้ว

(ฉ) ถ้าในระยะเวลาทดลองระยะใดระยะหนึ่ง ปรากฏว่าการทรุดทั้งหมดเกินกว่า 2 ซม. หรืออาการทรุดเร็วเกินสมควร หรือไม่สิ้นสุดลงภายในเวลาอันสมควรแล้ว คณะกรรมการตรวจการจ้างมีสิทธิสั่งเลิกการทดลองครั้งนี้ และให้เริ่มทำการทดลองใหม่โดยใช้น้ำหนักบรรทุกต่ำลง หรือตัดสินถือว่าน้ำหนักที่บรรทุกไว้ขณะนั้นนั้นเป็นน้ำหนักที่ใช้คำนวณแรงต้านทานของพื้นดินเพื่อเทียบส่วนในการคำนวณเพิ่มฐานรากต่อไปก็ได้

(ช) ในกรณีที่ขุดดินสำหรับฐานรากเผือกไม่ถึงระดับที่กำหนดไว้ในแบบ เพราะติดชั้นหินพิศเสียก่อน จะต้องฝังฐานรากอยู่ในหินพิศลึกไม่น้อยกว่า 50 ซม. (วัดส่วนที่ตื้นที่สุด) และเพื่อให้ทราบแน่นอนว่าเป็นชั้นหินพิศจริงสามารถรับน้ำหนักกดได้ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบชั้นหินพิศนี้โดยเจาะรูขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ซม. และลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร ฐานรากหนึ่งๆ ไม่น้อยกว่า 2 รู ตามตำแหน่งที่นายช่างควบคุมงานเจาะได้กำหนดให้

(2) ฐานรากเสาตอก (ถ้ามี)

ในกรณีที่แบบกำหนดเป็นฐานรากเสาตอก ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณน้ำหนักที่เสาต้นหนึ่งๆ จะรับได้โดยคำนวณจากการทดลองบรรทุกน้ำหนักหรือคำนวณจากผลของการตอกเสาทุกๆ ต้น ตามวิธีหรือสูตรที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้ และผู้รับจ้างต้องเสนอบัญชีรายละเอียดแสดงการตอกเสาเข็มตามแบบของผู้ว่าจ้าง มอบให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อทำการตรวจสอบ เมื่อได้ตรวจสอบถูกต้องแล้ว จึงจะทำ

การก่อสร้างต่อไปได้ การตอกเสาเข็มต่อม่อสะพานนี้จะต้องใช้เครื่องคว้านยนต์และลูกต้อนน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 50 % ของน้ำหนักเสาเข็มและลูกต้อนตอกหนักไม่น้อยกว่า 3 ตัน

การตอกเสาต้นหนึ่งๆ ต้องตอกรวดเดียวให้เสร็จ หากมีอุปสรรคเกิดขึ้นต้องเสียเวลาหยุดพัก ต้องพยายามแก้ไขให้เร็วที่สุด และต้องตอกเสาต่อไปตามคำวินิจฉัยของคณะกรรมการตรวจการจ้าง อนึ่ง น้ำหนักตบเสาต้นหนึ่งๆ จะต้องไม่เกินกว่า 1 ใน 3 ของน้ำหนักที่คำนวณได้จากผลของการบรรทุกทุกเสา ต้นที่รับน้ำหนักได้น้อยที่สุด เมื่อน้ำหนักที่บรรทุกนั้นไม่กระทำให้เสาต้นนั้นทรุดเลยภายใน 24 ชั่วโมง และการทรุดทั้งหมด (Total Settlement) ถ้ามีก่อนนั้นต้องไม่เกิน 0.25 ซม. ต่อเมตรต้น ของจำนวนน้ำหนักที่บรรทุก

การตอกเสา ถ้าปรากฏว่าเสาแตกร้าวเนื่องจากประการใดๆ ก็ตาม ซึ่งรอยแตกมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ที่ระยะห่าง 5 เมตร หรือวัดได้กว้างเกินกว่า 0.25 ซม. ในขณะที่ย่อยแตกร้าวกว้างที่สุด ผู้รับจ้างต้องไม่นำเสานั้นไปใช้ตอกเป็นเข็มฐานรากสะพานเป็นอันขาดจนกว่าจะซ่อม โดยสกัดรอยแตกร้าวออกกว้างไม่น้อยกว่า 5 ซม. ตลอดและหล่อคอนกรีตใหม่ ซึ่งเมื่อแห้งแล้วจะต้องไม่มีรอยแตกร้าวใดๆ เหลืออยู่ หรือให้สกัดคอนกรีตทั้งต้นแล้วหล่อใหม่ ซึ่งคณะกรรมการตรวจการจ้างจะได้ตรวจและสั่งให้กระทำการต่อไป ถ้าผู้รับจ้างได้ใช้เสาต้นที่แตกร้าวไปตอกก่อนได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง ผู้รับจ้างต้องถอนเสาขึ้นทั้งเสียหรือตอกเสาอื่นแทนให้รับน้ำหนักได้เท่าเทียมหรือมากกว่าเสาที่แตกนั้นทันที โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มขึ้นแต่ประการใด

6.10.2 การขุดบ่อฐานราก

การขุดบ่อฐานรากสะพานต้องขุดให้ได้ขนาดและระดับตามแบบ ผู้รับจ้างต้องทำการป้องกันไม่ให้ดินพังทลาย ดินที่ขุดขึ้นต้องนำไปกองไว้ให้เรียบร้อยตามคำแนะนำของคณะกรรมการตรวจการจ้าง ผู้รับจ้างต้องกลบบ่อดินให้คงสภาพเดิม ส่วนดินที่เหลือต้องทำการเกลี่ยให้เรียบร้อย แต่ก่อนที่ผู้รับจ้างจะกลบบ่อดินต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างทราบ เพื่อจะได้ตรวจสอบฐานรากที่ได้ทำการหล่อแล้วและสั่งอนุญาตโดยหนังสือแล้วจึงทำการกลบได้ ในการกลบบ่อดินนี้ต้องถมดินเป็นชั้นๆ หนาไม่เกินชั้นละ 20 ซม. และกระทุ้งให้แน่นทุกๆ ชั้น

6.10.3 แบบหล่อคอนกรีตและนั่งร้าน

(1) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบนั่งร้านและแบบหล่อคอนกรีต โดยรับผิดชอบทุกกรณีหากมีการเสียหายเกิดขึ้นก่อนที่จะทำการก่อสร้างนั่งร้านคณะกรรมการตรวจการจ้างอาจจะขอให้ผู้รับจ้างส่งรายการคำนวณและแบบนั่งร้านที่จะใช้ในการก่อสร้างงานนั้นๆ ให้พิจารณาตรวจสอบเสียก่อน ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจการจ้างได้พิจารณาเห็นสมควรให้แก้ไขส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเปลี่ยนแปลงตามคำสั่งทุกประการ แต่คำสั่งให้แก้ไขแบบนั่งร้านของคณะกรรมการตรวจการจ้าง มิได้เป็นเหตุให้ผู้รับจ้างหมดความรับผิดชอบในเมื่อเกิดการเสียหายขึ้นแม้แต่ประการใดทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบและก่อสร้างนั่งร้านให้มั่นคงและแข็งแรง สามารถที่จะรับน้ำหนักต่างๆ ได้โดยปลอดภัยและการทรุดตัวของนั่งร้านจะต้องมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังในการก่อสร้างฐานรากของนั่งร้านเป็นพิเศษ

(2) ระดับของแบบเทคอนกรีตที่จะสร้างนั้น จะต้องเป็นระดับที่แสดงไว้ในแบบบวกระยะแน่นอนตัว ซึ่งเกิดจากน้ำหนักของตัวสะพาน (Dead Load Deflection) ซึ่งจะได้กำหนดให้หรือระบุไว้ในแบบ พร้อมทั้งบวกระยะที่เกิดจากการทรุดตัว (Settlement) ของนั่งร้าน (ถ้ามี)

(3) ห้ามวางน้ำหนักบรรทุกใดๆ บนตัวสะพาน เช่น เครื่องมือเครื่องใช้หรือวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น จนกว่าคอนกรีตที่หล่อจะมีอายุได้ไม่น้อยกว่า 28 วัน เพราะอาจจะเป็นอันตราย แก่คอนกรีตหรือทำลาย การยึดเหนี่ยว (Bond) ระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริมได้ แม้ว่าจะมีนั่งร้านรองรับอยู่ก็ตาม

6.10.4 สะพานเบี่ยง

ในกรณีที่จะต้องสร้างสะพานเบี่ยง ผู้รับจ้างต้องออกแบบและจัดสร้างสะพานเบี่ยงด้วยทุนทรัพย์ ของผู้รับจ้างตลอดจนต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นจากสะพานเบี่ยงเหล่านั้นทั้งหมดแต่ผู้เดียว

การคำนวณออกแบบสะพานเบี่ยง ผู้รับจ้างต้องออกแบบให้รับน้ำหนักของรถบรรทุกทุกขนาด ไม่น้อยกว่า 10 ตัน หรือตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ตามความจำเป็น

ในกรณีที่จำเป็น ผู้ว่าจ้างจะทำการตรวจแบบและรายการคำนวณของสะพานเบี่ยงที่ผู้รับจ้างทำขึ้น ก่อนที่จะทำการก่อสร้างสะพานเบี่ยง หากเห็นสมควรให้แก้ไขส่วนหนึ่งส่วนใดหรือทั้งหมดของแบบสะพาน เบี่ยงแล้ว ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำสั่งทุกประการ แต่คำสั่งให้แก้ไขแบบสะพานเบี่ยงของผู้ว่าจ้างมิได้ทำให้ ความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นจากสะพานเบี่ยงนั้นน้อยลงไปแต่อย่างใด

6.10.5 การแต่งผิวคอนกรีตและผิวพื้นสะพาน

(1) เมื่อถอดแบบหล่อออกแล้วแต่งผิวคอนกรีตที่ขรุขระแล้วเป็นรูด้วยซีเมนต์ผสมทราย ส่วนผสม 1:1 อัดและถูเพื่อให้ผิวคอนกรีตเรียบ

(2) ในขณะที่เทคอนกรีตพื้นสะพานและคอนกรีตยังไม่แข็งตัว ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและใช้บรรทัด (Straightedge) ขนาดยาว 3 เมตร ซึ่งมีมือถือยาวมากกว่าความกว้างครึ่งหนึ่งของพื้นสะพานอีก 1 เมตร ตรวจสอบผิวพื้นสะพาน บรรทัดที่ใช้ควรใช้ฉากอลูมิเนียม

(3) ผิวพื้นสะพานเมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวแล้วจะต้องใช้ไม้กวาด (Broom) ที่คณะกรรมการตรวจ การจ้างได้อนุมัติให้ใช้แล้ว การกวาดผิวคอนกรีตพื้นสะพานให้กวาดตามขวางจากขอบด้านหนึ่งไปยังอีก ขอบหนึ่ง และให้ตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางสะพาน การกวาดแต่ละครั้งให้กวาดคลุมทับส่วนหนึ่งของครึ่งก่อนด้วย และต้องระมัดระวังมิให้เนื้อคอนกรีตลึกลงเกินกว่า ¼ ซม. เพราะต้องการเพียงแต่ให้ผิวเนื้อหยาบ เท่านั้นผิวพื้น และสะพานเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องไม่มีรูโปรงหรือโพรงขรุขระเป็นหลุมหรือเป็นก้อนเล็กๆหรือพวก กรวด หิน โผล่อยู่ติดผิว

6.11 งาน Drain Culvert

6.11.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำทางระบายน้ำในกรณีที่ดินตัดผ่านทางน้ำเดิม โดยมีขนาดที่เหมาะสมกับทางน้ำเดิม สามารถก่อสร้างเป็นงานท่อลอดถนนหรือท่อเหลี่ยม ให้ทางน้ำเดิมลอดผ่านถนนได้ ตามตำแหน่ง แนวระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ พร้อมทั้งสามารถรองรับน้ำผิวดินที่ระบายจาก Side Ditch และ น้ำใต้ผิวดินผ่าน Perforate Pipe ลงบ่อพัก

การก่อสร้างท่อลอดถนนจะประกอบด้วย งานต่างๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินหรือหินเพื่อก่อสร้างบ่อพัก วางท่อ หรืออาคารระบายน้ำ
- งานก่อสร้างบ่อพักหรืออาคารระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก
- งานวางท่อหรือท่อเหลี่ยม และรองพื้นรับท่อหรือท่อเหลี่ยม
- งานถมดินรอบอาคารและหลังท่อหรือท่อเหลี่ยม ถึงระดับบ่อก่อสร้าง
- งานปูหินเรียงยาแนว
- งานติดตั้งท่อรับน้ำใต้ดิน และงานอื่นๆ ที่แสดงในแบบรูปของงาน Drain Culvert

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างงาน Drain Culvert ตามวิธีการที่กำหนดในรายละเอียดด้านวิศวกรรมกรณีที่เป็นถนนเดิม ผู้รับจ้างต้องจัดทำทางเบี่ยงชั่วคราวเพื่อการสัญจรไว้เป็นส่วนหนึ่งของงาน Drain Culvert

6.11.2 วัสดุ

- (1) คอนกรีตและเหล็กเสริม

งานคอนกรีตและเหล็กเสริม ให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 175 กก.ต่อตารางเซนติเมตรหรือตามที่กำหนดในแบบ

- (2) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ให้ผู้รับจ้างจัดหาท่อตามมาตรฐาน มอก.128 ชั้น 3 เพื่อวางท่อและติดตั้งท่อตามวิธีการที่กำหนด

- (3) หินเรียงยาแนว

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุตามที่กำหนดในหมวดที่ 8 หรือตามที่กำหนดในแบบ

- (4) วัสดุประกอบอื่นๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงาน Drain Culvert ตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรม

6.12 งาน Pipe Support

6.12.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องงาน Pipe Support ในกรณีแนวท่อ Headrace ตัดผ่านพื้นที่ต่ำสมควรทำเป็น Support ให้ท่อข้ามผ่านไป โดยมีจำนวน Pipe Support ที่เหมาะสมกับขนาดความกว้างของพื้นที่ต่ำตามตำแหน่ง แนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การก่อสร้างท่อลอดถนนจะประกอบด้วย งานต่างๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินหรือหินเพื่อก่อสร้างฐานรากของ Pipe Support
- งานก่อสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็กรับท่อ
- งานติดตั้ง Pipe Support รัดท่อ
- งานถมดินรอบอาคารและหลังท่อหรือท่อเหลี่ยม ถึงระดับบ่อก่อสร้าง
- งานปูหินเรียงยาแนว

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างงาน Pipe Support ตามวิธีการที่กำหนดในรายละเอียดด้านวิศวกรรมกรณีที่เป็นถนนเดิม ผู้รับจ้างต้องจัดทำทางเบี่ยงชั่วคราวเพื่อการสัญจรไว้เป็นส่วนหนึ่งของงาน Pipe Support

6.12.2 วัสดุ

- (1) คอนกรีตและเหล็กเสริม

งานคอนกรีตและเหล็กเสริม ให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 210 กก.ต่อตารางเซนติเมตรหรือตามที่กำหนดในแบบ

- (2) เหล็กรัดท่อ Pipe Support

- (3) ดินถมบดอัดแน่น ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุตามที่กำหนดในหมวดที่ 5 หรือตามที่กำหนดในแบบ

- (4) หินทิ้ง ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุตามที่กำหนดในหมวดที่ 8 หรือตามที่กำหนดในแบบ

- (5) งาน Geotextile ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุตามที่กำหนดในหมวดที่ 8 หรือตามที่กำหนดในแบบ

- (6) วัสดุประกอบอื่นๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงาน Pipe Support ตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรม

6.13 หลักกันโค้งและหลักกันตก (Guide Post and Guard Post)

6.13.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องหล่อและติดตั้งหลักกันโค้ง และหลักกันตกให้มีขนาดคุณภาพและตามตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ในแบบ

6.13.2 วัสดุ

- (1) คอนกรีตและเหล็กเสริม
งานคอนกรีตและเหล็กเสริม ให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 175 กก.ต่อตารางเซนติเมตรหรือตามที่กำหนดในแบบ
- (2) การทาสีและการติดแถบสีสะท้อนแสง
ให้ผู้รับจ้างจัดหาและทาสี ตามวิธีการและให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 11 แถบสีสะท้อนแสงจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าแถบสี “Scotchilte” หรือสีสะท้อนแสง

6.13.3 การติดตั้งหลักกันโค้งหรือหลักกันตก

ให้ผู้รับจ้างติดตั้งหลักกันโค้ง หรือหลักกันตก ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง โดยมีตำแหน่งและระดับถูกต้อง และมีความมั่นคงแข็งแรงตามกำหนด

6.14 การทาสีบริเวณถนน และป้ายหรือเครื่องหมาย

6.14.1 ข้อกำหนด

งานทาสีและตีเส้นถนน ซึ่งครอบคลุมถึง การทาสี ชนิดเส้นทึบ และเส้นเว้นช่องทาสี คันหิน ตัวหนังสือหรือรูปต่าง ๆ ตามขนาด และตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลน ให้รวมถึงการจัดหาช่างทาสี เครื่องมือ วัสดุสี ป้ายเตือนให้ระวังในการใช้รถยนต์ในระหว่างทาสี เพื่อให้งานลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อย

การตีเส้นบนผิวจราจรทุกชนิด ให้ตีเส้นด้วยสี Thermoplastic ชนิดร้อน ส่วนการทาสีที่ Curb และ Barrier ให้ทาสีด้วยสีชนิดไม่สะท้อนแสง หรือสีชนิดสะท้อนแสงตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและเตรียมเครื่องมือ เพื่อการตรวจสอบสี หรือการทดสอบอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีความประสงค์

6.14.2 วัสดุที่ใช้

ป้ายหรือเครื่องหมาย (Signs) ต้องเป็นแบบเคลือบสีสะท้อนแสงบนแผ่นอลูมิเนียม และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 873 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า การทำเครื่องหมายและทาสีบนถนนต้องตรงตามมาตรฐาน BS 6044 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า

6.15 รายละเอียด (Side Ditch)

6.15.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดแต่งร่องระบายน้ำ ทำการหล่อและเทคอนกรีตให้มีแนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

6.15.2 วัสดุ

- (1) คอนกรีต
งานคอนกรีตให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 140 กก.ต่อตารางเมตร
- (2) วัสดุประกอบอื่นๆ
ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงานที่ตลอดถนนตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรม

6.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

- (1) งานดินถมคันทาง หรือทรายถมคันทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (2) งานรองพื้นทางและวัสดุคัดเลือกให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (3) งานพื้นทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (4) งาน Prime Coat ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
- (5) งานผิวจราจร Asphaltic Concrete ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
- (6) งานหลักกันโคลง ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยตัน
- (7) งาน Guardrails ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยเมตร
- (8) งานทาสีผิวถนนและทำป้ายจราจร จะวัดตามปริมาณงานที่ทำได้จริง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามอัตราราคาต่อหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา
- (9) งานวางระบายน้ำ ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร
- (10) งานวางท่อ คสล. ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร
- (11) งานตีเส้นจราจร ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยตารางเมตร
- (12) งาน Drain Culvert และ Pipe Support ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยแห่ง
- (13) งานคันขอบคอนกรีตทางเท้า ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร

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

ในการจัดทำแผนที่ภูมิประเทศตามแนวนอน หลุมทดสอบ และจัดทำแบบรายละเอียดเพิ่มเติมในการ
คำนวณปริมาณงาน ไม้ครบก้นในงานที่เกี่ยวข้องแล้ว

หมวดที่ 7

งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)

หมวดที่ 7 งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)

7.1 ทัวไป

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีต โครงสร้างที่มีงานคอนกรีตเป็นหลัก เช่น ฝาย, อาคารดักตะกอนทราย, กำแพงกันดิน, โรงไฟฟ้า, อาคารระบายน้ำ, Anchor Block, Pipe Support และ Valve Chamber เป็นต้น อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ซึ่งได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแล้วคอนกรีตนั้นไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือไม่ก็ตามและอาจจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE) หรือไม่ก็ตาม จะต้องก่อสร้างตามข้อกำหนด (SPECIFICATION) นี้ทุกประการ โดยให้ได้แนวระดับ ได้ลำดับชั้น (GRADES) ได้ขนาดตรงกันกับแบบก่อสร้าง และตรงตามความต้องการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอนกรีตดังกล่าวนี้จะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุหยาบ (หินย่อยหรือกรวด) วัสดุละเอียด (ทราย) และอาจจะรวมถึงน้ำยาผสมคอนกรีต

7.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติการดำเนินงานกับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปนี้เป็นข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหาอัตราส่วนผสมคอนกรีต (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

ต้องเหมาะสมกับลักษณะงาน ความเหลวของคอนกรีตวัดได้จากการยุบตัว (SLUMP) ซึ่งอยู่ระหว่าง 5-9 ซม. แต่ไม่เกิน 9 ซม. การตรวจสอบการยุบตัว (SLUMP TEST) ให้ปฏิบัติตาม ASTM C143 ในกรณีต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURES) ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และต้องส่งตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มพองอากาศให้กับคอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดพองอากาศ (AIR METER) ไว้ด้วย

7.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

(1) ปูนซีเมนต์

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

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

(ค) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(ง) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยา ที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้อยคุณภาพ

(จ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(2) ทราย (วัสดุละเอียด)

(ก) ต้องเป็นทรายน้ำจืดและเป็นทรายหยาบ มีลำดับขนาดดี (WELL GRADE) โดยยอมให้ขนาดโตกว่ารูตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5% และขนาดเล็กกว่าลดหลั่นลงไปจนถึงขนาดเล็กสุดที่ผ่านมารูตะแกรงเบอร์ 100 ได้ไม่เกิน 10% แต่ต้องไม่มีตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เกินกว่า 3%

(ข) ต้องสะอาดและปราศจากวัตถุอื่นๆ และมีสารอินทรีย์เจือปนได้ไม่เกินเกณฑ์กำหนดจากผลการทดลอง ด้วยวิธีแช่น้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 3% ซึ่งการทดลองนั้นต้องปรากฏสีอ่อน สีมาตรฐานเบอร์ 3

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

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

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ใหัทรายมีความชื้นเพิ่มขึ้น

(3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องโม่หินหรือย่อยด้วยค้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนเรียวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือ ส่วนเฉลี่ยมากสุดทางด้านเรียวยาวไม่มากกว่า 5 เท่าของส่วนเฉลี่ยน้อยสุดทางด้านแบน

(ค) ขนาดหินย่อยและกรวดต้องพิจารณาเลือกใช้ขนาดให้เหมาะสมกับลักษณะของอาคารและความหนาแน่นของเหล็กเสริม เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานตามกรรมวิธีของงานคอนกรีต ซึ่งจะไปสู่เป้าหมายให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพวัสดุหยาบใหญ่สุด 3 นิ้ว จะใช้งานคอนกรีตล้วน และกับส่วนอาคารที่มีความหนามากกว่า 50 ซม. วัสดุหยาบใหญ่สุด 1.5 นิ้ว จะใช้กับส่วนของอาคารที่มีความหนาตั้งแต่ 20 ซม. ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่า 20 ซม. ควรใช้วัสดุหยาบขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดก็ตามต้องมีลำดับขนาดดี (WELL GRADE) ตามเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 1

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4" เล็กสุด เท่ากับตะแกรงเบอร์ 4)

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

ขนาดและลำดับขนาดหินย่อยเบอร์ 2
(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
(ขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 2 1/2 " เล็กสุด 1 1/2 ")

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

ขนาดและลำดับขนาดของกรวด

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

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

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

- ในกรณีที่ใช้กรวด ให้อนุโลมเกณฑ์กำหนดต่างๆ เช่นเดียวกับหินย่อย
- ไม่ยอมให้ใช้กรวดผสมหินย่อยเป็นส่วนผสมของคอนกรีต
- การเก็บและกองหินย่อย ต้องเก็บและกองไว้บนพื้นแข็งราบเรียบสูงกว่าบริเวณรอบด้าน พร้อมทั้งจะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อเป็นมาตรการป้องกันการเปราะเปื้อน และอาจจะมีวัตถุอื่นเข้าไปเจือปน หินย่อยแต่ละขนาดตามเบอร์ ต้องแยกการเก็บกองไม่ให้ปนกัน

- การเก็บและกองกรวดให้อนุโลมตามวิธีของหินย่อย

(4) น้ำ

น้ำที่ใช้เพื่อผสมคอนกรีต รวมทั้งน้ำที่ใช้ล้างหินหรือทราย จะต้องเป็นน้ำใสสะอาดไม่มีสารต่างๆ ต่อไปนี้เจือปนอยู่ เช่น น้ำมัน เกลือ ต่าง ตะกอนสารอินทรีย์ หรือวัตถุใดๆ ที่เป็นอันตราย (DELETERIOUS SUBSTANCE)

(5) นํ้ายาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE)

ในกรณีที่มีความต้องการใช้นํ้ายาผสมคอนกรีตกับงานคอนกรีต ต้องเสนอขออนุมัติจากวิศวกร ควบคุมการก่อสร้างล่วงหน้าก่อนในเวลาอันสมควร พร้อมกับส่งตัวอย่างนํ้ายานั้นๆ เพื่อพิจารณาเห็นชอบ การใช้นํ้ายาผสมคอนกรีตแต่ละชนิดต้องพิจารณาตามความเหมาะสม ของลักษณะงานและเมื่อวิศวกรควบคุม การก่อสร้างเห็นควรต้องใช้ เพื่อให้มีความสามารถทำงานได้ (WORKABILITY) ง่ายกับงานคอนกรีตนั้น นํ้ายาผสมคอนกรีตทุกชนิด ต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM ดังต่อไปนี้

(ก) AIR ENTRAINING ADMIXTURE เป็นนํ้ายาผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มฟองอากาศในคอนกรีต ต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-260

(ข) WATER REDUCING ADMIXTURE เป็นนํ้ายาผสมคอนกรีต สำหรับลดปริมาณน้ำที่ใช้ ผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตมีความสม่ำเสมอตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

(ค) SET RETARDING ADMIXTURE เป็นนํ้ายาผสมคอนกรีตสำหรับหน่วงเวลาการแข็งตัวของคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

7.2.5 การผสมคอนกรีต

(1) วัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีต

ต้องจัดเตรียมวัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีตให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงาน คอนกรีตได้ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา

(2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต

(ก) บรรดาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือและสิ่งจำเป็นทั้งหมดที่จะนำเข้าไปใช้ในการผสม คอนกรีตต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่จะทำงานได้ดี

(ข) ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตรให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด

(ค) เครื่องผสมคอนกรีต (CONCRETE MIXER) จะต้องเป็นแบบ DRUM TYPE ที่มีประสิทธิภาพ และขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิตหิน ทราย ซีเมนต์ และน้ำให้คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้และเมื่อเทคอนกรีตออกจากเครื่องผสมแล้ว ส่วนผสมจะต้องไม่แยกตัวออกจากคอนกรีต (SEGREGATION)

(3) อัตราส่วนผสมและการผสม

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

(ข) วัสดุที่ใช้ผสม เช่น หิน ทราย และปูนซีเมนต์ ต้องให้ได้สัดส่วน โดยการชั่งน้ำหนัก นอกจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยอมให้วัดปริมาตรจากการเทียบหาสัดส่วนจากน้ำหนักของวัสดุนั้นๆ

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

7.2.6 การลำเลียงคอนกรีต

วิธี เครื่องมือ และเวลาในการลำเลียงคอนกรีตไปเทยังที่ ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมหยาบแยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

7.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้องและให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ถือว่าผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ

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

(3) ก่อนการเทคอนกรีตใหม่ต่อกับคอนกรีตเก่าที่ได้กำหนดให้เป็นรอยต่อเพื่อการก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT) ต้องทำรอยต่อนั้น ชรุขระ สะอาด ชื่น และแล้วใช้ส่วนผสมปูน-ทราย-น้ำเหมือนส่วนผสมคอนกรีตที่คลุกเคล้ากันดีแล้ว เทลงไปปิดรอยต่อให้มีความหนา 1 ซม. จึงเทคอนกรีตใหม่ตามลงไป การปฏิบัติการเทคอนกรีตบนผิวหน้าที่เป็นหินให้ใช้วิธีการเช่นเดียวกัน

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

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

(6) ระยะทางเทคอนกรีตทางตั้งต้องไม่เกิน 150 ซม. และใช้วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง เพื่อไม่ให้เกิด SEGREGATION และเกิดการเลื่อนตัวของเหล็กเสริม

(7) จะไม่มีการเทคอนกรีตถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีความเห็นว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากเหตุการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศหรือคาดว่าจะการปฏิบัติงานนั้นจะไม่สำเร็จลุล่วงไปตามปริมาณงานคอนกรีตที่กำหนดไว้ (SCHEDULED VOLUME)

(8) การเทคอนกรีตสำหรับส่วนต่างๆ ของอาคารต้องเทให้แล้วเสร็จในครั้งเดียวกันตลอดส่วนของอาคาร เว้นแต่ในส่วนนั้นกำหนดไว้เป็นรอยต่อคอนกรีต (CONCRETE JOINT) หรือได้รับคำสั่งจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ถ้าในกรณีเป็นเหตุการณ์ฉุกเฉินที่ไม่สามารถเทคอนกรีตติดต่อกันได้และความ

จำเป็นต้องหยุดเทในกรณีเช่นนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจจะเป็นผู้สั่งและกำหนดตอนใดให้เป็นรอยต่อ การก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

(9) การเทคอนกรีตบนพื้นเอียงที่ไม่แบบหล่อคอนกรีตต้องเทคอนกรีตจากส่วนล่างสุดไปหา ตอนบน ถ้าใช้แบบหล่อคอนกรีตชนิดเลื่อนได้ (SLIP FORM SCREEN) ต้องเทคอนกรีตล้นหน้าแบบเลื่อนขึ้นไปก่อนประมาณ 75 ซม. และทำคอนกรีตให้แน่นด้วยเครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่ม (IMMERSION TYPE VIBRATOR) จุ่มที่คอนกรีตเหนือแบบเลื่อนนั้น

(10) ไม่ว่ากรณีใดๆ จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่ที่มีน้ำหรือเทได้น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจาก วิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษ นอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว

(11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้า ตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)

(1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเปียกกันแน่น

(2) การทำให้เนื้อคอนกรีตมีเนื้อแน่นต้องใช้เครื่องเขย่า (VIBRATOR) ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (IMMERSION - TYPE VIBRATOR) กับชนิดติดกับแบบหล่อ (FORM VIBRATOR) ถ้าเป็นชนิดหัวจุ่มต้องมีความถี่ของการสั่น (OSCILLATION FREQUENCY) อย่างน้อย 7,000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต ถ้าเป็นชนิดติดกับแบบหล่อต้องตีให้แน่นและให้การสั่นอย่างน้อย 8,000 ครั้งต่อนาที เมื่อขณะเขย่าคอนกรีต

(3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก่อนๆ โล่ในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกัน ประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหว ที่ผิวหน้าคอนกรีต การฟังเสียงของการสั่นคงที่หรือความรู้สึกที่มือถือเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีต ในชั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้น สมานกันได้ดีทุกครั้งในการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีต และเหล็กเสริม

7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดการอุปกรณ์ที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถ เพื่อเก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์ กำหนดต่อไปนี้

(1) การเก็บตัวอย่างเพื่อหาการยุบตัว (SLUMP) จะเก็บอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง หรืออยู่ใน ดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและจะเก็บทุกครั้งเมื่อมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดลอง หาแรงอัด วิธีการปฏิบัติตามข้อ 7.2.3

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

(3) การทดลองแท่งคอนกรีต

(ก) แบบหล่อ (MOLD) ต้องเป็นเหล็กประกอบกันเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 6 " และสูง 12 " วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้วและถูกยึดด้วยสกรูยึดก่อนหล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อนั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องการให้ผู้รับจ้างเก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการลำเลียงไปถึงที่ ที่จะเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการ วิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

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

(ง) การกระทุ้งครั้งแรกต้องกระทุ้งให้ถึงแผ่นเหล็กที่เป็นฐานของ MOLD ส่วนการกระทุ้งชั้นสองและชั้นสามให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นที่กระทุ้งไปแล้วเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งชั้นที่สามแล้วใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ

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

(ก) พื้นที่ยางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ

(ข) พื้นที่ยางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใดๆ

(ค) การปาดผิวหน้าให้ใช้ควมระมัดระวังอย่าให้ผิวฉุน

(ง) แบบเมื่อหล่อคอนกรีตแล้วควรไว้ในร่ม ไม่ให้ถูกแดดหรือฝน

(จ) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้ จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบในวันรุ่งขึ้น

(ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ

(ช) เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยวบยัวและหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ

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

(ณ) แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรมานำมาทดลอง

7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เก็บได้แล้วตามข้อ 7.2.9 วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะต้องดำเนินการจัดส่งไปทดสอบยังที่เป็นที่เชื่อถือและทางราชการยอมรับ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด การทดสอบจะดำเนินการตามเกณฑ์ต่อไปนี้

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

(2) กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

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

7.3 แบบหล่อคอนกรีต

7.3.1 ทั่วไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยรั่ว อันที่จะทำให้ น้ำซีเมนต์ไหลออกได้และความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีต โดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนวผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็ก

7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม้บดเบี้ยวไม่มีรอยบุบปะ สะอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมีความคุณภาพเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลับสายตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและความหนาสม่ำเสมอ การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

7.3.4 การนุแบบไม้ผิวหยาบ

ควรใช้ไม้แบบหรือไม้ปูแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน จะอนุโลมให้ใช้ไม้แบบเช่นนี้ได้

7.3.5 การยึดแบบ

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

7.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูน จะไม่ต้องการทาดูด้วยน้ำมัน

7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

7.4.1 ทั่วไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ฉะนั้นควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหายหรือได้รับการยอมรับจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยปกติทั่วไปจะไม่มี การถอดแบบหล่อคอนกรีตมีอายุน้อยกว่า 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 ไม้ตั้งร้าน แบบหล่อให้เกิดความเสถียร จะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีอายุเกิน 48 ชม.

จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณ แสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.5 การซ่อมคอนกรีต

7.5.1 ทัวไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้ โดยเฉพาะก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีการควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบ และต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

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

7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้งจะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

(1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัดลวด เหล็ก หรือนอตที่ใช้ยึดแบบออก

(2) ร่องแคบๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตบแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะดังนี้

- (ก) ร่องรูตื้นมากเมื่อเทียบกับความกว้าง
- (ข) ร่องรูลึกถึงเหล็กเสริมคอนกรีต
- (ค) ร่องรูลอดผ่านทะลุตลอดหน้าตัดของคอนกรีต

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 หรือจะใช้เมื่อไม่มี ความมั่นใจว่า การซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัตถุที่ใช้ซ่อมกับ คอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำได้ตามคาคหมาย และจะใช้ EPOXY เมื่อคอนกรีตเป็น แผลรอยกะเทาะบาง

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

7.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดีเมื่อเกิดฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องหาวัสดุมาปกปิดผิวหน้าคอนกรีต เพื่อป้องกันผิวหน้าคอนกรีตถูกฝนชะล้าง ถ้าจะป้องกัน โดยใช้กระสอบคลุม จะต้องไม่ใช่กระสอบที่เคยใส่น้ำตาล เกลือ หรือปุ๋ย

7.7 การบ่มคอนกรีต

เพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตระเหยออกได้ จำเป็นจะต้องป้องกันผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศและ โดมนแสงแดดเผา โดยการบ่มด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

7.7.1 การบ่มด้วยน้ำ

เมื่อผิวหน้าคอนกรีตแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีอยู่ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป จะต้องรักษาคอนกรีตไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการหล่อน้ำข้างไว้ คลุมด้วยวัตถุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้ยา 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำทันทีหลังจากการแต่งผิวหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยการฉีดน้ำให้เป็นฝอยจนกระทั่งผิวนั้นไม่ดูดความชื้นเข้าไปอีก ทันใดที่น้ำที่ติดอยู่บนคอนกรีตแห้งแต่คอนกรีตยังชื้นอยู่ จะต้องพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงไปทันที หลังจากพ่นน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้วและเมื่อแต่ละผิวหน้าแห้งแล้ว ก็จะเริ่มทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมได้ การซ่อมแต่ละแห่งนั้นเมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะต้องทำความสะอาดและทำให้เปียกชื้นแล้วพ่นด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตอีกครั้งหนึ่ง

ภายในระยะเวลา 28 วัน หลังจากพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต การดำเนินการใดๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องทำการพ่นใหม่ทันทีและถ้าจำเป็นในการก่อสร้างที่จะต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เคลื่อนที่บนผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องใช้ทรายหรือดินหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วฟุต ปิดทับผิวนั้นเสียภายหลังที่น้ำยาแห้งตัวแล้ว

7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

หลังจากได้ทำการพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตและน้ำยาที่ฉาบแห้งสนิทแล้ว ให้ทำเครื่องหมายแสดงวัน เดือน ปี ที่ทำงานคอนกรีตนั้นเสร็จไว้บนผิวคอนกรีต โดยการเขียนด้วยสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

(1) ลักษณะทั่วไป น้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไม่ไวไฟ และไม่เป็นน้ำยาที่หมดอายุแล้ว

(2) คุณภาพ น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

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

(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 รอยต่อในอาคารคอนกรีต แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

7.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบหรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดส่วนที่ยู่สกปรกและไม่แข็งแรงแรงต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้ น้ำฉีดหรือทรายฉีด (SAND BLAST) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อก่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

7.8.2 รอยต่อเฝือหด (CONTRACTION JOINT)

จะต้องทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ การเทคอนกรีตใหม่สัมผัสกับผิวคอนกรีตเดิมที่เทไว้ จะต้องกระทำหลังจากคอนกรีตเดิมแข็งตัวแล้ว โดยมีอายุไม่น้อยกว่า 3 วัน และผิวคอนกรีตเดิมจะต้องถูกเคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว (SEALING COMPOUND) ชนิดใดชนิดหนึ่งเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตทั้งสองส่วนจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

7.8.3 รอยต่อเฝือขยาย (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 หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ทำตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ หรือตามที่แบบกำหนด การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ การติดตั้งแผ่นกันน้ำ จะต้องฝังแผ่นกันน้ำในแต่ละส่วนของคอนกรีตที่มาต่อกันให้มีระยะเท่ากัน แต่ทั้งนี้ตำแหน่งของแผ่นกันน้ำอาจ

คลาดเคลื่อนจากระยะครึ่งหนึ่งของความหนาของคอนกรีตได้บ้าง ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ลักษณะของแผ่นกันน้ำจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่ว ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นกันน้ำรั่วติดกับแบบจนทำให้แผ่นยางกันน้ำทะลุที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันตราย

แผ่นกันน้ำรั่วทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น P.V.C. จะต้องมีความสมบัติดังนี้

ลำดับ	คุณสมบัติ	POLY-VINYL CHLORIDE (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.	แรงดึงเมื่ออบด้วย ออกซิเจนภายใต้ อุณหภูมิ 70° C แรงดัน 21 กก./ซม. ²	เมื่อขาด ไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับ กับแรงดึงสภาพใช้งาน	เมื่อขาด ไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับ กับแรงดึงสภาพใช้งาน
4.	การตายตัว (Compression Set)	การตายตัวของวัสดุเมื่อรับ แรงกด ทดลองที่ 70° C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70 %	การตายตัวของวัสดุเมื่อรับ แรงกดทดลองที่ 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 ต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้ แน่นดีน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณลักษณะของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยึดและหดตัวได้ดี 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 จะต้องมีความสมบัติดังนี้

- (1) การดูดน้ำเมื่อแช่แผ่นใยในน้ำ อุณหภูมิ $21 + 3^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องดูดน้ำไม่มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
- (2) ความแน่นจะต้องไม่น้อยกว่า 305 กก./ลบ.ม. เมื่อแผ่นใยอยู่ในลักษณะแห้ง (AIR DRY)
- (3) แรงกด โดยแรงที่เกิดแผ่นใยให้ความหนาลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ของความหนาเดิมจะต้องอยู่ระหว่าง 7-43 กก./ตร.ม. ถ้าแผ่นใยมีความหนาน้อยกว่า 12 ซม. แรงกดจะต้องอยู่ระหว่าง 7-88 กก./ตร.ม. และจะมียางมะตอยไหลออกจากแผ่นใยไม่มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อปล่อยให้แผ่นใยคืนตัวเป็นเวลา 10 นาที จะต้องคืนตัวจนมีความหนาน้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของความหนาเดิม
- (4) การขยายตัว นำแผ่นใยวางลงในที่บังคับ 5 ด้าน ปล่อยด้านใดด้านหนึ่งว่างไว้เมื่อกดแผ่นใยตามข้อ (3) แล้วแผ่นใยจะยืดออกทางที่ว่างไว้ ส่วนที่ยืดออกจะต้องไม่เกิน 6 มิลลิเมตร
- (5) การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบจะต้องส่งตัวอย่างแผ่นใย 1 ตารางฟุต สี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อจำนวนแผ่นใย 1,000 ตารางเมตร หรือน้อยกว่า หรือแต่ละครั้งก็นำแผ่นใยมาไว้ใช้ในงานก่อสร้าง เพื่อทำการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบจะต้องเป็นของผู้รับจ้าง

7.9.4 Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)

- (1) ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้ง Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) บริเวณรอยต่อเพื่อขยายดังแสดงในแบบ หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ
- (2) วัสดุ
 - (ก) Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ที่ใช้ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ และมีคุณสมบัติสอดคล้องตามมาตรฐาน ASTM D1751
 - (ข) อย่างน้อย 60 วัน ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอตัวอย่างพร้อมข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ
- (3) การติดตั้ง
 - (ก) ขอบนอกของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ต้องติดตั้งให้เรียบขนานกับขอบแบบหรือผิวของคอนกรีตตามแบบ หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ
 - (ข) รอยต่อของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ในสถานที่ก่อสร้างจะต้องมีให้น้อยที่สุด

7.10 คอนกรีตล้วน (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.

งานคอนกรีตชนิดนี้จะใช้กับงานฝายกันน้ำ (อาจจะรวมทั้งกำแพงที่บริเวณฝายและส่วนอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง) ที่ประกอบด้วย วัสดุก่อสร้างระหว่างคอนกรีตล้วนกับหินใหญ่ หรือกรวดใหญ่ มีขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม. ซึ่งมีคุณภาพตามข้อ 7.2.4 และ 7.2.5

คอนกรีตล้นต้องมีคุณภาพสามารถรับแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH) ได้ไม่น้อยกว่า 140 กก./ตร.ซม. และมีความเหลวที่วัดได้จากการยุบตัว (SLUMP) อยู่ระหว่าง 3 1/2 นิ้ว ถึง 4 1/2 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดที่ใช้เป็นวัสดุหยาบผสมคอนกรีตล้นต้องเป็นหินเบอร์ 1 (ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว)

การปฏิบัติในการเทคอนกรีตล้นผสมกับหินใหญ่จะต้องเทคอนกรีตล้นกับหินใหญ่สลับกันเป็นชั้นๆ ส่วนหลักเกณฑ์และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆ ให้ยึดถือตามข้อกำหนดของสัญญา

(1) ชั้นแรก ต้องใช้คอนกรีตล้นเทลงไปก่อน ให้มีความหนาหลังจากการกลั่นน้ำเสมอและทำให้แน่นแล้ว 20 ซม.

(2) ชั้นที่สอง เทหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ทับลงไปให้มีความหนาไม่เกิน 30 ซม. โดยให้มีช่องว่างระหว่างหินเพียงพอที่คอนกรีตที่จะเททับชั้นที่สาม สามารถแทรกตัวเข้าไปได้ หลังจากได้จัดเรียงหน้าให้เสมอกันแล้ว

(3) ชั้นที่สาม เทคอนกรีตล้นทับชั้นที่สอง และใช้เครื่องเขย่าแบบหัวจุ่มหย่ตามซอกหินจนทั่ว ถ้าเป็นซอกหินเล็กๆ ก็ใช้เหล็กเกลี้ยงกลมขนาด 16 มม. ทำหัวให้มนกระทุ้งตามซอกที่เล็กๆ หรือใช้เครื่องมือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำการเขย่าและการกระทุ้งต้องทำจนกระทั่งคอนกรีตล้นแทรกซึมเข้าไปในซอกหินตลอดทั่วถึงกัน จนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หลังจากเทคอนกรีตล้นทับหินใหญ่เสร็จแล้ว ชั้นหนึ่งๆ ต้องให้คอนกรีตล้นปิดทับบนหินใหญ่มีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 ซม.

(4) ชั้นต่อไป ให้ทำตามขั้นตอนดังกล่าวนี้ คือ เทหินใหญ่และแล้วเทคอนกรีตล้นสลับกันไปจนแล้วเสร็จ

7.11 การ GROUT คอนกรีต

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

7.12 BLOCKOUT

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

7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต

7.13.1 ทั่วไป

เหล็กเสริมคอนกรีตสำหรับงานนี้จะรวมถึง การจัดหาเหล็กเสริมให้ได้ตามกำหนดชั้นคุณภาพ (GRADE) ชนิด (TYPE) ขนาด และการตัด วางเหล็ก ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดและตรงตามแบบก่อสร้าง

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

เหล็กเสริมทั้งหมดต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสี หรือการเสียหายอย่างอื่น ๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม

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

(1) คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ (GRADE)	แรงเค้นดึง ที่จุดยึด กก./มม. ² ไม่น้อยกว่า	แรงเค้นดึง สูงสุด กก./มม. ² ไม่น้อยกว่า	ความยืด ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	การทดสอบการตัดโค้งเย็น	
				มุมตัด องศา	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายในของส่วนโค้ง
SR 24	24	39	21	180	1.5 เท่าของเส้นผ่าน ศูนย์กลางระบุ
SD 30	30	49	17	180	4 เท่าของเส้นผ่าน ศูนย์กลางระบุ

(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 ตัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องตัดให้ตรง การตัดและตัดต้องใช่วิธีตัดตัดเย็น (BENT AND CUT COLD) ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบและได้รูปร่างตามส่วนโค้งงอที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

การผูกเหล็กเสริมให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบและต้องผูกมัดให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้งให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดให้ผูกมัดด้วยลวดเหล็กอย่างน้อย 2 รอบและต้องผูกให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้งให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดต้องให้มีระยะห่างจากผิวคอนกรีตตามที่กำหนดไว้ คือ สำหรับผิวคอนกรีตด้านที่ดินหรือหินต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. ด้านที่ติดกับแบบหรือคอนกรีตหยาบต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. สำหรับเสา คานและพื้น 2.5 ซม. ฉะนั้นเพื่อบังคับให้เหล็กห่างจากแบบหล่อคอนกรีตตามระยะดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องหล่อแท่งคอนกรีตโดยมีส่วนผสมเหมือนคอนกรีตของอาคารส่วนนั้นให้มีความหนาตามระยะที่เหล็กห่างจากผิวคอนกรีตดังกล่าวและฝังลวดเหล็กปล่อยปลายไว้เพื่อหนุนและผูกเหล็กเสริมไม่ให้คลาดเคลื่อนไปจากระยะที่กำหนด ในการหนุนเหล็กเสริมนี้ห้ามใช้ก้อนหินหรือวัตถุอื่นหนุนเป็นอันตรายเหล็กเสริมทั้งหมดเมื่อติดตั้งลงในแบบหล่อแล้ว ให้ผูกมัดติดกันให้แน่นหนาทุกเส้นและต้องไม่เคลื่อนที่ในขณะเทคอนกรีตและขณะเขย่าคอนกรีต

7.13.4 เหล็ก DOWEL

เหล็ก DOWEL ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียดก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด DOWEL ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

7.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต

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

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	ปีบ	(ปีบละ 20 ลิตร)
- กรวดหรือหินอย่างละ	8	ปีบ	(ปีบละ 20 ลิตร)

7.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพต่างๆ ไป

- ปูนซีเมนต์ 25 กก.
- ทราย 1/2 ปีบ
- กรวด หิน แต่ละขนาด 1 ปีบ
- 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 เมื่อพิจารณาเห็นว่าจะมีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างรูปร่างและการใช้งานของอาคาร งานที่ไม่ยอมรับนี้ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนหรือทุบออก แล้วทำการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

7.15.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต

นอกจากจะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบรายละเอียด

(1) ความคลาดเคลื่อนในแนวตั้ง

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

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

(2) ความคลาดเคลื่อนของระดับ จากที่บ่งไว้ในแบบ

(ก) พื้น เพดาน และ คาน

สูง 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร

สูง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

สูง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(ข) ธรณีประตู หน้าต่าง ราวลูกกรง และส่วนที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ ยอมให้คลาดเคลื่อนเป็นครึ่งหนึ่งของข้อ (ก)

(3) ความคลาดเคลื่อนในแนวราบจากตำแหน่งที่กำหนดไว้

- ช่วง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร

- ช่วง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(4) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง หรือขนาดของช่องเปิดที่พื้น หรือกำแพง

ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(5) ความคลาดเคลื่อนของ FOOTING

- ความคลาดเคลื่อนของขนาดในแนวราบ ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

- ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผิดตำแหน่ง ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ 2% ของความกว้างของด้านที่วางคลาดเคลื่อนแต่ไม่เกิน 0.05 เมตร

- ความคลาดเคลื่อนของความหนา ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ +5% ของความหนาที่กำหนดให้

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 และโลหะที่ฝังไว้ ออก แต่จะไม่หักปริมาตรของเหล็กเสริม สกรู น็อต 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 คอนกรีตล้นบนหินใหญ่ และมอร์ตาร์ ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(2) คอนกรีตไม่รวมเหล็กเสริม คอนกรีตเทครั้งที่สอง Concrete Block Anchor Block ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต และสารเคมีผสมเพิ่ม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(3) เหล็กเสริมคอนกรีต ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัม ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ งานคอนกรีต งานเหล็กเสริม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยกิโลกรัมตามที่ตกลงไว้ในสัญญา

(4) PVC WATERSTOP ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือโดยคำสั่งของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(5) ELASTIC FILLER และ ASPHALT PAPER ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

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

(7) SEALING COMPOUND ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

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

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

(10) งานจัดหาและติดตั้ง Pipe Support and Concrete Pier ให้วัดปริมาณงานเหมาจ่ายเป็นต่อแ่งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานขุด ถมดิน เพื่อก่อสร้างฐานรากคอนกรีต เหล็กเสริม รวมถึงอุปกรณ์ประกอบสำหรับยึดจับท่อ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่างานประกอบและติดตั้งทั้งหมด โดยรวมค่างานติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ ไว้แล้ว

หมวดที่ 8

งานป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (Slope Protection)

หมวดที่ 8

งานป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (Slope Protection)

8.1 ทัวไป

8.1.1 ขอบข่ายงาน

ลาดงานขุด ในที่นี้หมายถึง ลาดงานขุดใดๆ ที่เกิดจากการขุดลาดเขาให้ได้ความสูงและความชันตามที่แสดงไว้ในแบบรูป โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ลาดงานขุดที่เป็นหิน และลาดงานขุดที่เป็นดิน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการป้องกันการพังทลายที่จะเกิดขึ้นได้จากสภาพความลาดชันดังกล่าว โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาและจัดเรียง ติดตั้ง ตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง พิจารณาเห็นสมควรให้จัดทำ

(ก) ลาดงานขุดที่เป็นหิน เป็นลาดงานขุดวัสดุตามที่ระบุในรายละเอียด ข้อ 4.3.2 “งานขุด-ระเบิดหิน และงานดินขุดยาก”

(ข) ลาดงานขุดที่เป็นหินที่ไม่มีเสถียรภาพ หรือไม่มีความมั่นคงให้ทำการป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพให้แก่ลาดงานขุดนั้นๆ ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีร่วมกัน ดังนี้

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

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

- 1) งานหินทิ้ง หินก่อ หินเรียง และหินเรียงยาแนวพร้อมงานวัสดุรองพื้น
- 2) งานกล่องลวดตาข่าย (GABIONS และ MATTRESSES)
- 3) งานปลูกหญ้า

(ง) บริเวณใดๆ ของลาดงานขุดที่ต้องการเพิ่มเสถียรภาพ จะพิจารณาได้ในระหว่างการขุด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะดิน/หิน รอยแตกและอัตราการผุพังของหิน การรั่วซึมของน้ำ ความชัน และความสูงของลาดดิน/หิน และกรณีอื่นๆ ที่มีผลต่อเสถียรภาพของลาดดิน/หิน โดยการป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพของลาดขุดใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีดำเนินการให้มีความปลอดภัยเพื่อขออนุมัติจาก ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(จ) ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมและจัดเก็บวัสดุต่างๆ ที่จะใช้ในการทำงานตามสัญญาไว้ในโครงการให้เพียงพอสำหรับงานที่จะดำเนินการในระหว่างการก่อสร้าง

(ฉ) ปริมาณงานที่ทำจริงในสนามอาจคลาดเคลื่อนไปจากปริมาณงานตามที่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพของดินหรือหิน

8.1.2 การรับประกันความปลอดภัย

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันความปลอดภัยในการดำเนินงานชุด โดยรวมถึงการรับประกันต่อการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตของผู้ใด หรือการเสียหายของทรัพย์สินอันเกิดจากการนี้แต่เพียงผู้เดียว

(ข) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันหรืออุปกรณ์ค้ำยันเพื่อความปลอดภัย โดยให้ถือเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

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

8.2.1 การเสนอขออนุมัติวัสดุ และวิธีการติดตั้ง

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

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

8.2.2 สลักยึดหิน (Rock Bolts)

(1) บททั่วไป

(ก) ตามวัตถุประสงค์ของข้อกำหนดรายการรายละเอียดด้านวิศวกรรมนี้ สลักยึดหินเป็นเหล็กเส้นรับแรงที่ติดตั้งในรูเจาะ โดยมีปลายด้านในยึดติดกับเนื้อหินและถูกยึดแน่นด้วยแรงตลอดแนวแกน และปลายด้านหนึ่งมีแผ่นเหล็กรับแรงและแป้นเกลียว ขันยึดติดกับคอนกรีตพื้นไว้

(ข) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งสลักยึดหินตามตำแหน่งหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติ

(ค) สลักยึดหินสำหรับงานค้ำยันต้องทำการป้องกันการผุกร่อนของแผ่นเหล็กรับแรง แป้นเกลียว และแหวนรอง โดยชุบด้วยกัลวานไนท์เหลวในอัตรา 0.60 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หลังจากการติดตั้งถ้ากัลวานไนท์ที่เคลือบอยู่เสียหายจะต้องทำการซ่อมแซมตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) วัสดุ

1) เหล็กสลัก (Bolts) ทำด้วยเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน มอก.24-2548 ชั้นคุณภาพ SD 40 ต้องเป็นเหล็กใหม่ไม่มีสนิม ไม่มีฝุ่น คราบสารหล่อลื่น หรือสารอื่นใดที่จะทำให้เนื้อเหล็กติดอยู่ มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบรูปที่ผู้รับจ้างเสนอ และตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

2) ขนาดและรูปร่างของแผ่นเหล็กรับแรง (Bearing Plate) แหวนรอง และแป้นเกลียวผู้รับจ้างต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ สำหรับแผ่นเหล็กรับแรงแหวนรองและแป้นเกลียว ซึ่งต้อง

สัมผัสอากาศตลอดเวลา นั้น ต้องชุบด้วยกัลวานไนซ์เหลวในอัตรา 0.60 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เพื่อป้องกันการผุกร่อน หลังจากการติดตั้งถ้ากัลวานไนซ์ที่เคลือบอยู่เสียหายจะต้องทำการซ่อมแซมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

3) ปูนมอร์ตาร์ที่ใช้อัดฉีดในงานสลักยัดหินจะประกอบด้วย ทรายละเอียด ปูนซีเมนต์ และน้ำที่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ และทราย เท่ากับ 1:1 และมีค่าการยุบในช่วง 70-90 มม. หรือวัสดุอื่นผสมนอกเหนือจากที่กำหนดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอัดฉีด หรือเพื่อควบคุมการ Bleed หรือการหน่วงการแข็งตัวของปูน หรือใช้เมื่อผลการทดสอบพบว่าสามารถทำให้คุณภาพของปูนมอร์ตาร์ดีขึ้น และต้องเป็นสารที่ไม่ทำลายเหล็กและน้ำปูนโดยการอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง น้ำที่ใช้ผสมต้องได้ตามมาตรฐานของงานคอนกรีต

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ให้เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ตามมาตรฐาน มอก. 15 - เล่ม 1-2555 ต้องมีคุณภาพสูงเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง แล้วสามารถรับแรงได้เท่ากับร้อยละ 40 ของ Breaking Load ของเหล็กสลักและเมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมงรับแรงได้ร้อยละ 100 ของ Breaking Load ของเหล็กสลัก

ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบหาสัดส่วนที่เหมาะสมของปูนมอร์ตาร์ให้แล้วเสร็จภายใน 30 (สามสิบ) วันก่อนที่จะเริ่มมีการติดตั้งครั้งแรก โปรแกรมการทดสอบต้องประกอบด้วย ความหนืดของส่วนผสม สัดส่วนของส่วนผสมที่ใช้ได้ เวลาเริ่มแรกและสุดท้ายของเวลาแข็งตัว ปริมาณของทรายและส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด การทดสอบต้องใช้วัสดุจริงที่จะใช้ ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการผู้รับจ้างต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่น้อยกว่า 30 (สามสิบ) วันก่อนเริ่มงานติดตั้ง

(3) รูปแบบการติดตั้ง

รูปแบบ และความยาวของสลักยัดหินที่จะติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพของหินที่จะทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบรูปเพิ่มเติม (Shop Drawings) ที่แสดงรายละเอียดการติดตั้งและรูปแบบการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนที่จะเริ่มงาน

(4) วิธีการติดตั้งและการทดสอบ

(ก) วิธีการติดตั้งและการทดสอบสลักยัดหินให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ผู้รับจ้างเสนอและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ข) ก่อนการติดตั้งสลักยัดหิน ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการติดตั้งโดยมีสภาพเช่นเดียวกับการติดตั้งจริง

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

(ง) 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) บริเวณใดๆ ของลาดงานขุดที่เป็นหินที่ไม่มีเสถียรภาพจำเป็นต้องพ่นคอนกรีตพ่นเพื่อเพิ่มเสถียรภาพ ผู้รับจ้างต้องเสนอรูปแบบและรายละเอียดในการติดตั้งสมอเหล็กให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ค) ผู้รับจ้างต้องไม่ทำการติดตั้งสมอเหล็กโดยปราศจากการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) วัสดุ

(ก) สมอเหล็ก เป็นเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 24-2548 ชั้นคุณภาพเป็นไปตามที่กำหนดในแบบรูป มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ข) มอร์ตาร์ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หินทรายละเอียด และน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักปูนซีเมนต์: หินทราย เท่ากับ 1:1 หรือมีอัตราส่วนผสมโดยปริมาตรปูนซีเมนต์: หินทราย 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 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสมอเหล็กตามตำแหน่ง และความลึกตามที่กำหนดในแบบรูป หรือที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ และก่อนการติดตั้งสมอเหล็กต้องทำความสะอาดรูเจาะด้วยแรงดันลม และ/หรือน้ำภายใต้ความดัน

(ข) สมอเหล็กต้องใส่เข้าไปในรูเจาะ และต้องมีอุปกรณ์ Centralizer บังคับให้สมอเหล็กอยู่ตรงกลางหลุมก่อนที่มอร์ตาร์จะเริ่มแข็งตัว และมอร์ตาร์ต้องหุ้มสมอเหล็กตลอดความยาวที่ฝังอยู่ในหิน เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการยึดไม่ให้สมอเหล็กเคลื่อนตัวไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

(4) การทดสอบสมอเหล็ก

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบสมอเหล็กให้เพียงพอต่อการทดสอบ เป็นไปตามรายละเอียดที่ผู้รับจ้างเสนอและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(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)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งตะแกรงเหล็กและพ่นคอนกรีตพ่นในบริเวณผิวหินที่ทำการขุด ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบรูปหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ผู้รับจ้างต้องไม่ทำคอนกรีตพ่นก่อนที่จะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง รายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับงานคอนกรีตพ่นและตะแกรงเหล็กได้กำหนดไว้ดังนี้

8.3.1 คอนกรีตพ่น

(1) บททั่วไป

(ก) คอนกรีตพ่น จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานทุกประเภทที่ต้องการเพิ่มความแข็งแรงให้ผิวหน้าหินสำหรับหน้าหินขุดทั่วไปและหน้าหินขุดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(ข) การปฏิบัติและควบคุมงานให้ใช้ตามมาตรฐานของ American Concrete Institute “Recommended Practice for Shotcreting” (ACI 506) และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(ค) บริเวณใดที่กำหนดใช้คอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องทำงานคอนกรีตพ่นให้ได้ความหนาต่ำสุดตามที่กำหนดในแบบหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) วัสดุ

(ก) วัสดุที่สำคัญสำหรับคอนกรีตพ่นที่ใช้เหมือนงานคอนกรีตให้ใช้ตามข้อกำหนดรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมในหมวดที่ 7

(ข) วัสดุคละชนิตละเอียดและชนิดหยาบ ให้ใช้ตามมาตรฐาน ASTM C33 โดยใช้ขนาดวัสดุใหญ่สุด 1/2 ”

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

(ง) อัตราส่วนการผสมของน้ำยาผสมที่ใช้ไม่ควรเกิน 5% ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ยกเว้นในกรณีที่ต้องพ่นคอนกรีตพ่นในบริเวณที่ต้องการเพิ่มเสถียรภาพของหินผุอย่างเร่งด่วน หรือในบริเวณที่มีอัตราการซึมของน้ำสูง

(จ) ผู้รับจ้างต้องเสนอส่วนผสมพร้อมรายละเอียดคุณสมบัติให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ฉ) น้ำที่ใช้ผสมให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการใช้ในงานคอนกรีต

(3) การผสม (Mixing)

(ก) ผู้รับจ้างต้องออกแบบส่วนผสมให้ได้คอนกรีตพ่น (Shotcrete) ที่มีความสามารถในการรับแรงได้ดังนี้

- 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 วัสดุผสมระหว่างซีเมนต์และวัสดุละเอียด (แห้ง) ต้องถูกผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเสียก่อน

(ง) สัดส่วนการผสมของซีเมนต์ วัสดุละเอียด และน้ำยาผสม ที่ใช้จากการทดสอบก่อนการใช้งาน โดยทั่วไปสัดส่วนการผสมของซีเมนต์และวัสดุละเอียดความชื้นต่ำจะอยู่ระหว่าง $\frac{1}{3}$ ถึง $\frac{1}{5}$ โดยน้ำหนัก

(จ) ความชื้นของวัสดุละเอียดแบบละเอียดในขณะทำการผสมต้องอยู่ในช่วง 3% ถึง 6% ต่อน้ำหนักของวัสดุละเอียดที่อบแห้ง (100 เซลเซียส)

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการ และการควบคุมการผสมวัสดุตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมให้ได้สัดส่วนการผสมที่ถูกต้อง และคงที่สำหรับการพ่นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ช) น้ำยาผสม ถ้าอนุมัติให้ใช้ต้องไม่ทำการผสมกับวัสดุผสม (Dry Mix) ก่อนที่จะนำเข้าสู่เครื่องพ่น หรือถ้าอยู่ในรูปของของเหลว (Wet Mix) ให้ผสมกับน้ำที่ห้วน ซึ่งจะได้สัดส่วนการผสมที่ถูกต้อง

(ซ) อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุละเอียด วิธีการพ่นความต้องการเพิ่มการยึดเกาะ

(4) บุคลากร เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานและการปฏิบัติงาน

(ก) อย่างน้อย 30 วัน ก่อนเริ่มงานคอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดของเครื่องจักร และบุคลากรที่ใช้ตามรายการดังนี้

- ประเภท จำนวน และข้อกำหนดการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผสมและพ่นคอนกรีตพ่น

- จำนวนและรายชื่อของคนจับหัวพ่นคอนกรีตพ่น (Nozzleman)

(ข) เครื่องจักรที่ใช้ในงานคอนกรีตพ่นให้จัดทำรายการตามรายการดังนี้

- แรงดันน้ำที่หัวพ่น
- ปริมาตรของน้ำที่ใช้
- แรงดันลมที่ออกจากเครื่องพ่น
- อัตราการพ่นของส่วนผสม
- อัตราการใช้ยาผสม

(ค) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นต้องตั้งอยู่ในบริเวณที่ง่ายต่อการควบคุมปริมาณและการควบคุมงานที่ถูกต้องของคนพ่น และคนคุมเครื่อง

(ง) แรงดันและปริมาตรของลมและน้ำสำหรับงานพ่นคอนกรีตต้องเพียงพอการใช้งานตามข้อกำหนดรายละเอียดในการทำงานของเครื่องจักร ทั้งนี้ระบบแรงดันลมที่ใช้ต้องไม่มีน้ำมันปนเปื้อน

(จ) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องมีโม้แบบหมุนหรือแบบอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ แต่ทั้งนี้การลำเลียงส่วนผสมและน้ำยาผสมออกจากเครื่อง ต้องมีอัตราสม่ำเสมอในการผสม

น้ำยาผสมกับส่วนผสมก่อนที่จะเข้าไปในโมของเครื่องพ่น ต้องใช้อุปกรณ์ในการจ่ายน้ำยาผสมที่มีอัตราการจ่ายสม่ำเสมอที่บริเวณปากโมของเครื่อง

(ฉ) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องสามารถลำเลียงส่วนผสมแบบแห้ง (Dry Mix) ไปตามท่ออย่างในอัตราความเร็วที่สม่ำเสมอ และพ่นออกจากหัวยิงด้วยความเร็วที่ทำให้วัสดุต่าง จากส่วนผสมยึดเกาะติดหน้าหิน โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับ(Re-bond) น้อยที่สุด และการยึดเกาะของวัสดุแน่นมากที่สุด

(ช) กรณีใช้เครื่องพ่นแบบเปียก สัดส่วนของวัสดุเปียกและน้ำยาผสมที่ใช้ต้องทำการพ่นทดลองดูก่อนเพื่อตรวจสอบความแน่นหนา ส่วนเครื่องพ่นต้องสามารถพ่นส่วนผสมเปียกให้ยึดติดหน้าหินได้แน่นมากที่สุด โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับน้อยที่สุด

(ซ) คนจับหัวพ่น (Nozzelman) อาจจะใช้ลมและน้ำจากเครื่องพ่นคอนกรีตพ่นสำหรับทำความสะอาดผิวหน้าหินก่อนพ่นคอนกรีตพ่น หรือพ่นทำความสะอาดหลังจากทำงานเสร็จแล้ว

(ฌ) ก่อนที่จะทำการพ่นคอนกรีตพ่น ต้องทำความสะอาดหน้าหิน และช่วงรอยต่อระหว่างหินกับคอนกรีตพ่น ที่พ่นครั้งหลังสุดให้สะอาดปราศจากเศษหินและทำให้ผิวหน้าหินเปียก เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ ดังนั้นผิวหน้าหินที่จะพ่นคอนกรีตพ่นต้องชื้น แต่ต้องไม่มีน้ำไหลตามผิวหน้า

(ญ) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการในการควบคุมน้ำใต้ดิน ที่จะมผลต่อการพ่นคอนกรีตพ่น การไหลของน้ำบริเวณหน้าหินจะมีผลทำให้แรงยึดเกาะของคอนกรีตพ่นกับหินลดลง การติดตั้งท่อหรือทำร่อง หรือวิธีการอื่นๆ ที่เป็นการระบายน้ำตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติหรือวิธีการอื่นๆ ที่ผู้รับจ้างเสนอ โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผิวคอนกรีตพ่นบริเวณใดๆ ก็ตามที่ได้รับผลกระทบจากการไหลของน้ำ และได้แก้ปัญหการไหลของน้ำแล้ว บริเวณนั้นต้องทำการพ่นคอนกรีตพ่นเพิ่มเติมให้เพียงพอตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาและอนุมัติ

(ฎ) ส่วนผสมสำหรับพ่นต้องใช้ให้หมดภายในเวลาไม่เกิน 90 นาที หลังจากการผสมตามสภาพของงานที่ทำและตามผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด แต่ทั้งนี้ผลของการทดสอบต้องผ่านตามข้อกำหนด

(ฏ) ในขณะที่ทำการพ่น ถ้าส่วนผสมที่พ่นออกมาแห้งบ้างเปียกบ้างไม่สม่ำเสมอ ให้หยุดทำการพ่นทันทีและคอนกรีตพ่นที่ได้พ่นไว้แล้วให้รื้อออก

(ฐ) ผิวคอนกรีตพ่นใดๆ ที่พ่นเสร็จแล้ว เมื่อตรวจสอบพบว่าไม่แน่น มีโพรงและการกระจายตัวของส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ หรือทดสอบกำลังอัดได้ต่ำกว่าที่กำหนดจะต้องทำการรื้อออกหรือทำการพ่นซ้ำตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(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 จะต้องดำเนินการก่อนที่จะเริ่มงานคอนกรีตพื้น การทดสอบกระทำโดยพื้นคอนกรีตพื้นบนแผงทดสอบ (Panel) และทำการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน AC1 506 โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นผู้อนุมัติผลการทดสอบดังกล่าว การทดสอบกำลังอัดให้ดำเนินการทดสอบที่ 24 ชั่วโมงและ 28 วัน ในขณะที่รอผลการทดสอบกำลังอัดที่ 28 วัน ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจจะอนุมัติให้ทางผู้รับจ้างเริ่มงานพื้นคอนกรีตพื้นได้ แต่ทั้งนี้ผลการทดสอบกำลังอัดที่ 28 วัน ต้องได้ตามที่กำหนดไว้

(ข) การทดสอบในระหว่างก่อสร้าง

ในระหว่างทำงานคอนกรีตพื้น ผู้รับจ้างต้องจัดเก็บตัวอย่างและทดสอบกำลังอัดทุกๆ 30 ลูกบาศก์เมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยเก็บแท่งทดสอบจำนวน 6 แท่งไปทดสอบกำลังอัดที่ 24 ชั่วโมง และ 28 วัน อย่างละ 3 แท่งตามลำดับ โดยผลการทดสอบจะพิจารณา

- แท่งตัวอย่างทั้งสามแท่ง มีค่ากำลังอัดมากกว่าหรือเท่ากับค่ากำลังอัดที่กำหนดไว้หรือ
- ค่าเฉลี่ยของกำลังอัดทั้งสามแท่ง มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่ากำลังอัดที่กำหนด ทั้งนี้

ยอมให้กำลังอัดต่ำกว่าค่าที่กำหนดได้จำนวน 1 แท่ง แต่ต้องไม่น้อยกว่า 85% ของกำลังอัดที่กำหนดไว้

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างเจาะเก็บแท่งทดสอบจากบริเวณหน้างาน ถ้าผลการทดสอบจากแท่งตัวอย่างไม่ได้กำลังอัดตามที่กำหนด

(6) การตรวจสอบหรือการทดสอบอื่นๆ ไป

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้าง เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. เพื่อตรวจสอบความหนาของคอนกรีตพื้นในบริเวณที่สงสัยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตพื้นในสนามเพื่อทดสอบกำลังอัดในกรณีที่ผลการทดสอบกำลังอัดจากแท่งตัวอย่างไม่ได้ค่ากำลังอัดตามข้อกำหนด หรือเนื่องมาจากสาเหตุอื่นๆ โดยหลุมเจาะที่เกิดจากการเจาะเก็บตัวอย่างให้ทำการอุดด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมที่ใช้ในการพ่น

8.3.2 ตะแกรงเหล็ก

ตะแกรงเหล็ก (Wire mesh) มีลักษณะเป็นเส้นเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 มม. เชื่อมต่อกันเป็นตะแกรงสี่เหลี่ยมขนาดกว้างช่องละ 150 มม. หรือตามที่ระบุในแบบ ตามมาตรฐานของ ASTM A497, TIS 926-2533 หรือเทียบเท่า โดยต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อน โดยการติดตั้งหลังจากพ่นคอนกรีตชั้นแรก มีระยะเหลื่อมซ้อนไม่น้อยกว่า 300 มม. เมื่อพ่นคอนกรีตทับหน้าเสร็จแล้วต้องไม่ปรากฏลายเส้นตะแกรงให้เห็น

8.4 ท่อ และระบายน้ำ (Drain Holes and Perforated Pipes)

8.4.1 บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเจาะรู และติดตั้งท่อระบายน้ำตามขนาดตำแหน่ง และความลึกตามที่ได้แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดหรืออนุมัติ

8.4.2 การเจาะระบายน้ำ

รูเจาะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ต้องเจาะลึกตามที่ระบุไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ โดยที่ทิศทางการวางตัวของรูเจาะต้องเอียงขึ้นจากแนวระนาบราบประมาณ 10 องศา - 15 องศา สำหรับลาดงานชุดที่เป็นดิน ต้องเจาะลึกเข้าไปในชั้นหินไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร

8.4.3 ท่อระบายน้ำ

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งท่อกรู PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร โดยมีความยาวท่อกรูตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ โดยท่อกรู PVC จะต้องมียึดแผ่นใยสังเคราะห์กรองน้ำ (Geotextile) หุ้มตลอดความยาวและปลายด้านในสุดของท่อต้องปิดด้วยฝาครอบ PVC

8.4.4 การหุ้มท่อระบายน้ำ PVC (Perforated Pipe)

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

8.5 งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น

8.5.1 งานหินทิ้ง และหินเรียง

หินต้องมีความแข็งแรง ทนทาน ค่าความสึกหรอต้องไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Los Angeles Abrasion Test ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 535

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและเรียงหินให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่ง แนว และระดับ ตามแบบรูปหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(1) คุณสมบัติทั่วไป หินทิ้ง หินเรียงจะต้องเป็นหินที่แข็งแรง เนื้อแน่น คงทนไม่ผุกร่อน ทนต่อการขัดสี (Abrasion) ผ่านการทดสอบโดยวิธี Los Angeles Abrasion Test โดยจะต้องมีค่าความสึกหรอไม่เกินร้อยละ 50 ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C131-55 หรือทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 535 อนึ่ง การเรียงหินจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังโดยจัดและเรียงหินจากขนาดเล็กสุดในด้านที่ติดกับกรวดทรายรองพื้น และใหญ่สุดที่ผิวนอกของ Slope แล้วปูตลอดเป็นพื้นที่ต่อเนื่อง ตามที่กำหนดไว้ในแบบรูปหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ 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 ตำแหน่ง แนว และระดับ ตามที่กำหนดในแบบรูปหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติและวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการก่อหินและการวางหินแต่ละก้อนต้องวางอย่างประณีตและก่อยึดด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) ปูนทรายรองพื้นให้หนาอย่างน้อย 1 เซนติเมตร ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน รอยต่อโดยรอบจะต้องเคาะให้ติดกันแน่นและปาดปูนทรายส่วนที่เกินออกแล้วแต่งด้วยเกียงเหล็กให้เรียบ หินที่นำมาก่อต้องทำให้ชุ่มน้ำ และล้างทำความสะอาดเอาฝุ่นที่เกาะติดตามผิวหินออกด้วย

(2) หินเรียงยาแนว

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและเรียงหินให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่ง แนว และระดับ ตามที่กำหนดในแบบรูป หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติและวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการยาแนวด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) อุดช่องว่างระหว่างก้อนหิน โดยมีความหนาของมอร์ตาร์พอสมควร แล้วแต่งด้วยเกรียงให้เสมอฟิวหินโดยตลอดดูเรียบร้อยและได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

8.5.3 งานวัสดุรองพื้น

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ แรงงาน และปฐวัสดุให้ได้ความหนา รูปร่าง ตำแหน่ง แนว ระดับ และขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบรูป หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ
- (2) คุณสมบัติวัสดุ เป็นไปตามรายละเอียดใน หมวดที่ 5 “งานถมบดอัด” หรือตามที่กำหนดในแบบรูป
- (3) แหล่งวัสดุจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน
- (4) วิธีการทำงาน จะต้องทำการปูทรายและหินย่อยรองพื้นลงบนชั้นดิน หรือชั้นดินที่ได้รับการตกแต่งผิวหน้าเรียบร้อยแล้ว ทำการปูทรายและหินย่อยรองพื้นให้ได้ความหนาตามที่กำหนดในแบบรูป

8.6 งานแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile)

8.6.1 ทัวไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผ่นใยสังเคราะห์กรองน้ำ สำหรับงานวัสดุกรอง และการปูรองพื้นกล่อง Gabions ตามที่แสดงในแบบรูป หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

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	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
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

8.6.4 การปูแผ่นใยสังเคราะห์

ก่อนที่จะทำการปูแผ่นใยสังเคราะห์ให้ปรับแต่งพื้นผิวที่จะปูให้เรียบร้อยก่อนปู การต่อเชื่อมแผ่นใยสังเคราะห์ ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1) การต่อโดยให้แผ่นเหลื่อมกัน (Overlapping)

ระยะทับของแผ่นใยสังเคราะห์จะอยู่ประมาณ 50 เซนติเมตร ในแนวราบ และ 80 เซนติเมตร ในแนวเอียง สำหรับชั้นดินบดอัดที่แน่นและเรียบ ให้วางทับปกติโดยไม่ต้องเชื่อมใด ๆ หรืออาจติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

2) การเย็บ (Sewing)

แผ่นใยสังเคราะห์ อาจจะเชื่อมต่อกันโดยวิธีเย็บแบบต่อเนื่อง โดยใช้เส้นด้าย Polyester หรือ Nylon การเย็บแบบต่อเนื่องให้ทำตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต สำหรับพลาสติกกรองพื้นจะทำการปูบนดิน หรือหิน ในบริเวณที่แบบรูปกำหนดให้ได้ขนาด ความหนา รูปร่างตามที่ระบุไว้ในแบบรูป หรือรายการรายละเอียดด้านวิศวกรรมด้านวิศวกรรม

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

8.7 งานกล่องลวดตาข่าย (GABIONS และ MATTRESSES) (ถ้ามี)

8.7.1 ลักษณะทั่วไป

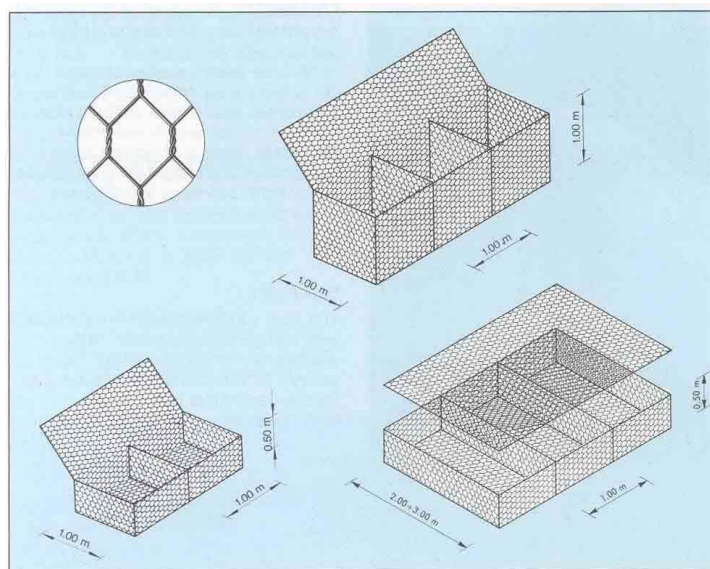
(1) กล่องลวดตาข่ายกระชุนประกอบขึ้นด้วย ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้มด้วย พี.วี.ซี ประกอบเป็นรูปตาข่ายหกเหลี่ยม พัน 3 เกลียว ขนาดช่วงตาข่าย 8 ซม. ระหว่างเกลียวมีโครงยึดเป็นกล่อง ลักษณะกล่องเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตรงกลางมีผนังลวดตาข่ายกันเป็นระยะตามความยาวทุกระยะ 1 ม. และมีฝาปิดเปิด สำหรับบรรจุหินได้โดยสะดวก

(2) กล่องลวดตาข่ายกระชุน ชนิดหุ้มด้วย พี.วี.ซี (POLY VINYL CHLORIDE) ต้องเป็นของใหม่และไม่เคยใช้งานมาก่อน ต้องปราศจาก รอยตำหนิ รอยบริเวณแตกร้าว และข้อเสียหายอื่น ๆ

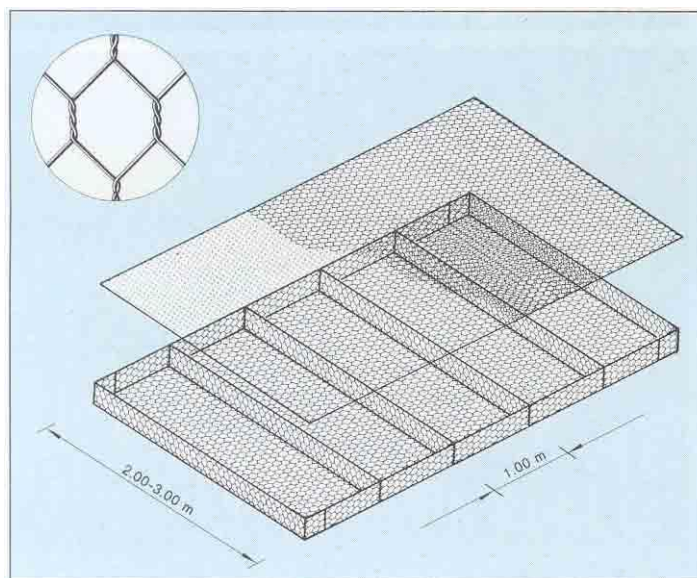
(4) ความต้านทานแรงดึงของตาข่ายรูปหกเหลี่ยมตามมาตรฐาน BS1052 ไม่น้อยกว่า 4,300 กก./ม.

8.7.2 ขนาดกล่องลวดตาข่าย

(1) ขนาดกล่องที่ต้องการให้จัดทำตามแบบกำหนด ซึ่งมีขนาดมาตรฐานตาม รูปร่าง ขนาดกล่อง ดังนี้



GABIONS



MATTRESSES

- (2) ขนาดความกว้างและความยาวของกล่องให้เป็นไปตามแบบ โดยมีมิติเป็นเมตร
- (3) ขนาดความสูงของกล่องต้องไม่ต่ำกว่า 0.50 ม. สำหรับ GABIONS
- (4) ขนาดของตาข่ายให้เป็นไปตามแบบกำหนด มีมิติเป็นเซนติเมตร
- (5) แต่ละกล่องต้องประกอบด้วย ผนังลวดตาข่าย (DIAPHRAGM) กันทุกระยะไม่เกิน 1.00 ม. ตลอดความยาวของกล่อง
- (6) ขนาดของหินที่จะใช้บรรจุในกล่อง Gabion ให้ใช้หินขนาด 15-30 ซม. และมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ในงานหินทิ้งและหินเรียง

8.7.3 ขนาดของลวดและสังกะสีที่เคลือบ

ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของลวด และน้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบ ต้องมีขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ และน้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบตามที่กำหนดดังนี้

กล่อง GABIONS

โครงสร้าง	เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด มิลลิเมตร	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	น้ำหนักต่ำสุดของสังกะสีที่เคลือบ กรัมต่อตารางเมตร
ลวดเหล็กที่ใช้ทำโครงของกล่อง	3.50	±3%	275
ลวดเหล็กที่ใช้ถักทำตาข่าย	2.70	±3%	260
ลวดเหล็กที่ใช้พันกล่อง	2.20	±3%	240

กล่อง MATTRESSES

โครงสร้าง	เส้นผ่าศูนย์กลาง ของลวด มิลลิเมตร	ความคลาดเคลื่อน ที่ยอมให้	น้ำหนักต่ำสุดของสังกะสี ที่เคลือบ กรัมต่อตารางเมตร
ลวดเหล็กที่ใช้ทำโครงของกล่อง	2.50	$\pm 3\%$	260
ลวดเหล็กที่ใช้ถักทำตาข่าย	2.00	$\pm 3\%$	240
ลวดเหล็กที่ใช้พันกล่อง	2.00	$\pm 3\%$	240

สำหรับการทดสอบหาน้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบ ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม BS 443/1982

การยึดเกาะของสังกะสีกับลวด สามารถทดสอบได้โดยการนำลวดนั้นมาพันรอบแกนเหล็กซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าลวด 4 เท่า โดยพัน 6 รอบแล้ว จะต้องไม่เกิดการแตกร้าวของเนื้อสังกะสี ซึ่งทดสอบได้โดยการใช้นิ้วดูไปบนผิวเหล็กและต้องไม่มีสังกะสีหลุดออกมา

การเสริมโครงกล่อง (Selvedge)

ทุกขอบของกรงลวดตาข่าย Gabion และ Mattress แผงไดอะแฟรม จะต้องเสริมลวดโครงด้วยเครื่องจักรให้เรียบร้อยและช่วยให้ตัวตาข่ายแข็งแรง ลวดที่ใช้เสริมโครงต้องมีขนาดใหญ่กว่าลวดที่ใช้ทำตาข่าย เช่น สำหรับตาข่ายขนาดช่อง 8x10 ซม. ซึ่งใช้ลวดถัก 2.70 มม. ให้ใช้ลวดเสริมโครงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3.50 มม.

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี ต้องทำการถักให้เป็นรูปหกเหลี่ยมมีลักษณะดังนี้

- (1) ขนาดตาข่าย ลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยม ขนาด 8 x 10 ซม. หรือ 10 x 12 ซม. สำหรับ GABIONS และขนาด 6 x 8 ซม. สำหรับ MATTRESSES ตามที่กำหนดในแบบ (ความคลาดเคลื่อน ± 1 ซม.)
- (2) ลักษณะเกลียว ปิดลวดเหล็กเคลือบสังกะสีให้เป็นเกลียว จำนวน 3 เกลียว ดังรูปโดยสังเขป
- (3) ลวดที่ใช้สำหรับยึดแผงไดอะแฟรม ฝาปิดและพันธระหว่างลวดตาข่าย Gabion และ Mattress จะต้องจัดหาให้ไม่น้อยกว่า 5% โดยน้ำหนักของตัวกล่อง ขนาดของลวดที่ใช้ คือ 2.20 มม. ไม่รวมเนื้อพิวซี

8.7.4 ขนาดมิติของกล่อง Gabion ชนิดเคลือบสังกะสีและชนิดเคลือบสังกะสีหุ้ม พิวซี

ขนาดมาตรฐานของกล่องลวดตาข่าย Gabion เป็นไปตามขนาดมิติต่างๆ ดังนี้

- ความกว้าง = 1.00 เมตร
- ความยาว = 2.00, 3.00, 4.00 เมตร
- ความสูง = 0.50 เมตร หรือ 1.00 เมตร

ขนาดมาตรฐานของกล่องลวดตาข่าย Mattress เป็นไปตามขนาดมิติต่างๆ ดังนี้

- ความกว้าง = 2.00 เมตร
- ความยาว = 2.00, 3.00, 4.00, 6.00 เมตร
- ความสูง = 0.30 เมตร

8.7.5 ความหนาของ พี.วี.ซี ที่หุ้ม

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีจากข้อ 3 ต้องนำมาหุ้มด้วย พี.วี.ซี (Polyvinyl Chloride) ตามกรรมวิธีของผู้ผลิต เมื่อหุ้มด้วย พี.วี.ซี แล้วความหนาของ พี.วี.ซี ต้องมีความหนาเฉลี่ยระหว่าง 0.45 – 0.55 มม. และแต่ละค่าต้องไม่น้อยกว่า 0.40 มม.

8.7.6 คุณลักษณะของพีวีซี

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานทดสอบ
ความถ่วงจำเพาะ	1.30-1.35	ASTM D 792-66(79)
Durometer Hardness	50-60 shore D	ASTM D 2240-76 ISO 88-1978
Volatile Loss ที่ 24 ชม.	ไม่น้อยกว่า 2%	ASTM D 1203-67
Volatile Loss ที่ 240 ชม.	ไม่น้อยกว่า 6%	ISO 176-1976
Tensile Strength	ไม่น้อยกว่า 210 กก./ชม. ²	ASTM D 412-75
Elongation	200%-280%	ASTMD 412-75
Modulus of Elasticity at 100% of Elongation	ไม่น้อยกว่า 190 กก./ชม. ²	ASTMD 412-75
Resistance to Abrasion	ไม่น้อยกว่า 0.19 g	ASTMD 1242-56(75)
Brittleness Temperature		
Cold bend Temperature	ไม่น้อยกว่า -30°C	BS- 2782-104A (1976)
Cold flex Temperature	ไม่น้อยกว่า +15°C	BS- 2782-104A (1976)

- ความทนต่อการกัดกร่อนที่ปลายลวด โดยการจุ่มลวดเหล็กสังกะสี หุ้ม พีวีซี. ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 50% โดยน้ำหนักเป็นเวลา 100 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันที่อุณหภูมิปกติการกัดกร่อนที่กัดลึกเข้าไปจากปลายลวดเหล็ก หลังจากตัดปลายลวดเหล็กออกตรวจสอบจะต้องไม่เกิน 25 มม.
- การทดสอบรอยปริแตกร้าของพีวีซี. โดยการแช่ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พีวีซี. เฉพาะส่วนที่เป็นเกลียว ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 50% โดยน้ำหนักเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันที่อุณหภูมิปกติ จะต้องไม่เกิดก๊าซไฮโดรเจนบนผิวของลวดเหล็กหุ้ม พีวีซี
- ความทนทานต่ออุณหภูมิโดยการวางลวดเหล็กชุบสังกะสี หุ้มพีวีซี. ไว้ในอุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 100 ชั่วโมงติดต่อกัน คุณสมบัติของพีวีซี จะต้องไม่เปลี่ยนแปลง
- ก้อนหินที่ใช้บรรจุภายในกล่อง Gabion หรือ Mattress ต้องมีความทนทานสูง มีขนาดไม่เกิน 250 มม. (10 นิ้ว) และต้องไม่เล็กไปกว่าขนาดของตาข่าย ซึ่งขนาดที่เหมาะสมมีขนาดตั้งแต่ 125 มม. ถึง 200 มม. (5-8 นิ้ว)

8.8 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานสลักยึดหิน (Rock Bolts) สมอเหล็ก (Anchor Bars) และ Anchorage การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาจะวัดปริมาณตามจำนวนของสลักยึดหินในอัตราต่อหน่วยเป็นชุด ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง การเจาะรู การทำความสะอาดรูเจาะ การอัดฉีดมอร์ตาร์ การติดตั้งและการทดสอบ แผ่นเหล็กรับแรง แหวนรองและแป้นเกลียว แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(2) งานคอนกรีตพ่นและตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh) การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร สำหรับงานคอนกรีตพ่นของแต่ละความหนาของคอนกรีตพ่นตามที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา จะวัดเป็นพื้นที่ของคอนกรีตพ่นที่พ่นเสร็จเรียบร้อยตามขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหา เครื่องจักร ตะแกรงเหล็ก วัสดุ ค่าขนส่ง การทำงานคอนกรีตพ่น การป้องกัน การบ่มผิว การทดสอบคุณภาพ แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

ส่วนงานตะแกรงเหล็ก(Wire Mesh) และงาน Hexagonal Steel Wire Mesh ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินรวมให้อยู่ในอัตราราคาต่อหน่วยของงานคอนกรีตพ่น ตามที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุและการต่อทาบ แรงงาน การขนส่ง การติดตั้ง การทดสอบคุณภาพ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(3) งานท่อและรูระบายน้ำ (Drain Holes and Perforated Pipes) การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็น ชุด สำหรับท่อระบายน้ำที่ฝังในดิน หรือฝังในหินจะวัดเป็นความยาวของท่อระบายน้ำที่ติดตั้งในรูเจาะเสร็จเรียบร้อย และเป็นความลึกปริมาณงานที่ทำได้จริง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง การเจาะรูท่อ และการหุ้มท่อด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(4) งานหินทิ้ง งานหินเรียง งานหินก่อ งานหินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร จะวัดงานให้ได้ระดับ รูปร่าง แนว ตำแหน่ง ความแน่น (ในกรณีที่กำหนด) ตามที่กำหนดเป็นพื้นที่ต่อเนื่องกันตามขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณที่ทำได้จริง อัตราต่อหน่วยในงานที่เกี่ยวข้องนี้ให้รวมค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกวัสดุ ค่าขนย้าย และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว อัตราต่อหน่วยนี้ให้รวมถึงค่าวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือ ค่าแรง และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว เพื่อให้งานแล้วเสร็จตามวัตถุประสงค์

(5) งานแผ่นใยสังเคราะห์ การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร ตามพื้นที่ที่ปูโดยต่อเนื่องติดต่อกันภายในขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณที่ทำได้จริง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหา เครื่องจักร วัสดุ ส่วนที่ทาบ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าทดสอบ ค่าแรงปูและติดตั้ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์

(6) งานกล่องลวดตาข่าย (GABIONS และ MATTRESSES) (ถ้ามี) การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาี้ จะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็น ตารางเมตร ตามพื้นที่ที่ปูโดยต่อเนื่องติดต่อกันภายในขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณที่ทำได้จริง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ส่วนที่หาบ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าทดสอบ ค่าแรงปูและติดตั้ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์

หมวดที่ 9

งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE)

หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE)

9.1 ทัวไป

ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะใช้ในงานตามที่แสดงไว้ในแบบรายละเอียด จะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตดีเยี่ยม ไม่เปี้ยว ไม่มีรอยร้าว แตกบิ่น แตกกลาย หรือมีผิวขรุขระมากกว่าปกติ บรรดาท่อเหล่านี้ จะต้องตรงตามมาตรฐานท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นที่ 3 ตามมาตรฐานของ มอก. 128-2560 เว้นไว้แต่จะได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต โดยที่ปลายท่อจะสอดเข้ากันได้พอดี ฉะนั้นเมื่อนำท่อมาต่อเข้าด้วยกันและฉาบปูนเรียบร้อยแล้ว ท่อดังกล่าวจะยาวติดต่อกันเป็นท่อส่งน้ำที่ไม่รั่วซึม ผิวท่อกภายในราบเรียบและอยู่ในแนวเดียวกัน

ในการวางและต่อท่อ จะต้องดำเนินการอย่างถูกต้องตามวิธีการ ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ

หลุมที่วางท่อจะต้องขุดให้ได้ความลึกและความกว้างตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพึงกำหนด ในจุดที่กำหนดให้วางท่อดูกับพื้นหลุมโดยตรงจะต้องขุดหลุมให้ตรงและมีระดับเสมอกันเพื่อช่วยประคองท่อให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยดีตลอดเส้นและจะต้องไม่ให้มีรากไม้ ก้อนหิน และวัตถุที่มีความแข็งอย่างอื่นซึ่งอาจทำให้ท่อเสียหาย ดินที่ขุดออกจะต้องกองไว้ตามแนวหลุมโดยมิให้กีดขวางงานอื่นและต้องมิให้กลับตกลงไปในหลุมที่ขุดด้วย สำหรับในจุดที่จะต้องทำการต่อท่อเข้าด้วยกันจะต้องขุดหลุมให้กว้างกว่าเดิม และ/หรือ ลึกกว่าเดิม เพื่อการต่อท่อโดยให้มีขนาดตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังอย่างเต็มที่ในอันที่จะป้องกันมิให้เกิดพังเป็นโพรงขึ้นในหลุม หรือการยุบตัวของพื้นดิน หรือท่อตรงที่ต่อกัน สำหรับหลุมตอนที่เกิดเป็นโพรงหรือเกิดการยุบตัวขึ้นนั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำด้านข้างของหลุมให้เอียงลาดแล้วติดตั้งที่ค้ำยันหรือที่เหนี่ยว เป็นต้น และจะต้องจัดแจงดำเนินการอย่างอื่นตามความจำเป็นของสภาพแวดล้อมนั้นๆ

ถ้ากำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดว่าจะต้องกรุทรายหรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วลงในก้นหลุมที่ขุดไว้ ในที่ซึ่งกำหนดให้กรุก้นหลุมเช่นที่กล่าวจะต้องขุดก้นหลุมให้มีความลึกเพียงพอที่จะสามารถกรุก้นหลุมซึ่งอยู่ใต้ท่อด้านล่างให้ได้ความหนาตรงตามที่กำหนดและจะต้อง

กลบทับด้วยชั้นของทรายสะอาด หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วตามที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และบดอัดให้แน่น ผิวหน้าของก้นหลุมจะต้องตกแต่งให้ได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในตอนต้น ทั้งนี้เพื่อให้เรียบเสมอกันและมั่นคงแข็งแรงพอรองรับท่อที่จะนำมาวาง

9.3 การวางและการต่อท่อ

เมื่อนำท่อแต่ละท่อมาวางลงในหลุมจะต้องจัดวางให้เข้าที่ตรงตามแนวท่อที่อยู่ติดกันและต้องให้รอยต่อตรงศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อลดการเหลื่อมกันอันอาจเกิดขึ้นที่ด้านในของท่อตรงรอยต่อปลายท่อส่วนที่นำมาต่อกันจะต้องทำความสะอาดทั้งด้านนอกและด้านในของท่อ

เมื่อวางท่อเรียบร้อยแล้วถ้าตรงรอยต่อยังมีช่องโหว่อยู่จะต้องอัดปูนฉาบลงไปให้เต็มและจะต้องฉาบปูนรอบนอกตรงรอยต่อจะต้องจัดการกวาดเศษปูนฉาบออกและตกแต่งให้เรียบร้อย ในการวางท่อและต่อท่อทุกครั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันมิให้น้ำรั่วซึมตรงรอยต่อ ถ้าหากจำเป็นต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อภายหลังที่วางท่อเรียบร้อยแล้วจะต้องรื้อและต่อท่อใหม่ เมื่อการวางและต่อท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำความสะอาดด้านในของท่อและเศษวัสดุออกไปทิ้ง

ปูนฉาบที่ใช้ในการต่อท่อจะต้องไม่ให้มีส่วนผสมของปูนมากกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสะอาดที่ร่อนดีแล้วหนึ่งส่วนโดยน้ำหนักและต้องไม่ใส่ปูนน้อยกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสองส่วนโดยน้ำหนักและน้ำจำนวนหนึ่งเพียงพอให้ปูนผสมมีความข้นพอเหมาะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อตามที่กำหนดได้

ปูนฉาบส่วนที่ยังไม่นำไปใช้และแข็งตัวจนทำให้ไม่แน่ใจว่าจะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อให้เป็นที่ยอมรับได้ มิให้นำไปทำให้อ่อนตัวลงอีกจะต้องทิ้งไปและในการเตรียมปูนฉาบจะต้องผสมที่ละน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแข็งตัวก่อนนำไปใช้ ส่วนปูนฉาบสำหรับอุดรูโหว่จะต้องให้มีความข้นพอที่จะสามารถเกาะติดอยู่ที่ส่วนปลายของท่อได้

ในการต่อท่อคอนกรีตเข้ากับตัวอาคารจะต้องทำโดยการวางท่อคอนกรีตลงในที่ก่อนลงมือเทคอนกรีตหรือโดยใช้วิธีอื่นๆ ตามที่แสดงเป็นรายละเอียดไว้ในแบบ

9.4 การถมอัด

ในการถมอัดรอบๆ ท่อจะต้องทำการถมอย่างระมัดระวังและจะต้องถมพร้อมกันทั้งสองข้างท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ท่อเลื่อนไหลไปทางข้างๆ และข้อต่อชำรุดเสียหาย

ขณะที่วางท่อแต่ละท่อลงไปจะต้องใส่วัสดุสำหรับถมอัดตามที่เลือกไว้ลงไปให้มีจำนวนเพียงพออย่างระมัดระวังและกระทุ้งส่วนล่างของตัวท่อแต่ละข้างให้ตลอดแนวยาวของท่อ เว้นแต่ตรงข้อต่อ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประคองให้ท่อวางอยู่ในที่ได้อย่างมั่นคง

การถมอัดจะต้องถมขึ้นมาสูงกว่าหลังท่อประมาณ 30 ซม. เป็นอย่างน้อย ในทันทีที่ได้ส่วนการถมอัดให้เป็นที่ยอมรับอาจกระทำตามความสะดวกของผู้รับจ้างโดยมีข้อแม้ว่าการอัดถมเช่นที่ว่านั้นจะต้องไม่ขัดต่อการก่อสร้างตามลำดับที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติไว้แล้วไม่ว่าการถมอัดนั้นจะทำให้เมื่อใดจะต้องให้ความระมัดระวังระหว่างที่ดำเนินการถมดิน โดยจะต้องไม่กระทบกัน รบกวน หรือทำให้ท่อหรือข้อต่อเสียหาย นอกจากนี้การถมอัดจะต้องกระทำตามที่ระบุไว้ในหมวดที่ 5 งานดินด้วย

9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ

การเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือเทโดยรอบท่อ จะต้องกระทำโดยวิธีการดังต่อไปนี้

(1) วางแท่นคอนกรีตที่หล่อสำเร็จแล้วลงก้นหลุมและตรึงให้แน่นในระดับและตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อใช้หนุนหัวและท้ายท่อ

(2) วางท่อคอนกรีตลงบนแท่นคอนกรีตดังกล่าว และสวมปากท่อเข้าด้วยกัน

(3) ปรับความลาดของท่อโดยใช้ลิ้มไม้ตอกข้างท่อข้างละอันระหว่างท่อกับแท่นคอนกรีต โดยลิ้มไม้เหล่านี้จะต้องทิ้งคาไว้ในช่วงการต่อท่อและถอดออกในช่วงการเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือรอบท่อ

ในกรณีที่ท่ออาจลอยขึ้นในระหว่างการเทคอนกรีตนั้นจะต้องตรึงท่อให้แน่นเพื่อป้องกันการลอยของท่อดังกล่าว

ท่อที่ถูกเทคอนกรีตโดยรอบนั้นตรงรอยต่อของท่อด้านในจะต้องใช้ปูนฉาบอัดแต่งให้เรียบเสมอกับผิวท่อ

9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้วัดงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาสั่งการในสนาม

(2) การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยความยาวเป็นเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ งานวางท่อและประกอบท่อ งานถมดินกลับหลังท่อ

หมวดที่ 10

งานหลักและอุปกรณ์ศาสตร์

หมวดที่ 10

งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์

10.1 ทัวไป

งานเหล็ก หมายถึง การจัดหา ประกอบ และติดตั้งงานบันไดลิง งานฝาดะแกรงเหล็ก งานตะแกรงกันสวะ งานราวกันตก และงานเหล็กอื่นๆ ส่วนงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ประกอบด้วยงานบานระบายพร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ไฟฟ้า ประตุน้ำ วาล์วต่างๆ และอุปกรณ์ประกอบ 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 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
SIS	-	SWEDISH INDUSTRIAL STANDARDS

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

10.3 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ (STEEL WORKS) และงานโลหะอื่นๆ

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในงานเหล็กงานและงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุตามที่กำหนดในแบบ หรือตามวัสดุที่กำหนดในแต่ละชนิดต่อไปนี้

- (1) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ตามมาตรฐาน มอก. 116-2559
 - (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) และอื่นๆ ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : A-307
 - (6) ท่อเหล็กที่ใช้ทำเสา ราว และท่อระบายอากาศ ฯลฯ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ โดยไม่ได้ระบุให้ใช้เหล็กประเภทใด จะต้องเป็นท่อชนิด STD. BLACK PIPE ตามมาตรฐาน มอก. 276-2562 ประเภทที่ 2 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดแล้วถูหรือตะไบรอยเชื่อมให้เรียบและทาสีกันสนิม ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด
- ถ้าใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 277-2532 ประเภทที่ 2 อนุโลมให้ใช้ได้ แต่การประกอบเป็นเสา ราว หรือท่อระบายอากาศ ห้ามใช้วิธีเชื่อมให้ใช้ข้อต่อเท่านั้นและไม่ต้องทาสี การเลือกใช้ท่อเหล็กประเภทใดต้องได้รับความเห็นชอบ จากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน

10.4 งานเหล็ก

10.4.1 การเตรียมงานเบื้องต้น

วัสดุที่ใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เรียบร้อย ไม่คด โค้งงอ หรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความประณีตละเอียด ถูกต้องตามแบบ การตัดมุมจะต้องเป็นมุมฉากโดยแท้จริง ระยะเวลาต่างๆ ในการตัด หรือเจาะรูจะต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในข้อจำกัด (TOLERANCE) เป็นที่ยอมรับ ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือการเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง BOLT ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าอย่างเดียวและมีความละเอียดถูกต้องเพื่อสามารถใส่ 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 จะไม่มีมีตามด รูโพรง (GAS POCKET) หรือการหลอมเหลวที่ไม่สมบูรณ์ หลังจากการเชื่อมเสร็จแต่ละครั้ง จะต้องเคาะขี้เชื่อมออกเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยถูกต้องเสียก่อนที่จะทำการเชื่อมหรือทาสีต่อไป

10.4.3 การยึดด้วยน็อต (BOLT & NUT)

การเจาะรูสำหรับใส่ น็อต จะต้องทำด้วยความประณีต มีขนาดถูกต้องตามแบบ และทาสีด้วยสีกันสนิม น็อตที่ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยม พร้อมแหวนรองก่อนสวมใส่ตัวน็อต จะต้องจัดให้รูอยู่ตรงกันดีเสียก่อน เพื่อให้สามารถสอดใส่ตัวน็อตได้โดยสะดวก และห้ามใช้ค้อนเคาะตัวน็อต

10.4.4 การประกอบในโรงงาน

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

10.4.5 การติดตั้ง

งานถึงเหล็กถดแรงดัน และงานเหล็กชนิดอื่นๆ จะต้องประกอบติดตั้ง ให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การติดตั้ง การเชื่อม การกลึง และการเจาะรู ฯลฯ ตลอดจนการประกอบงานถึงเหล็กถดแรงดัน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์อย่างมืออาชีพดำเนินการให้ได้คุณภาพของงานที่ดีตามความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

การติดตั้งจะต้องทำด้วยความประณีตชิ้นส่วนซึ่งต้องเคลื่อนไหวนจะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวัง
ทำการปรับให้เคลื่อนไหวนได้สะดวก ให้สัมพันธ์กับลักษณะหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้งงาน
เหล็กให้ถูกต้องตามแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดชิ้นส่วน และให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่
เคลื่อนไหวนและทำการทดลองปิด - เปิด ตลอดทำการปรับแต่งให้สามารถ ปิด - เปิด ได้สะดวกและได้รับ
ความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

10.4.6 งานทาสี

(1) ทั่วไป

ใช้กับงานทาสีเหล็กทุกประเภท ทั้งในส่วนที่จมน้ำ เปียกน้ำ หรือตากแดด ตากฝน ตามแบบ
ที่กำหนด แต่ไม่รวมถึงงานทาสีเหล็กซึ่งจะกล่าวไว้ในหมวดที่ 11 และงานโลหะที่อาบสังกะสี หรือ โลหะที่
ไม่เป็นสนิม เช่น เหล็กไร้สนิม (STAINLESS STEEL) ทองเหลือง (BRONZE) หรือส่วนที่ฝังในคอนกรีต

งานทาสีเหล็กจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ งานเหล็กที่จมน้ำ (ตะแกรงกันสวะ) งานเหล็ก
ที่สัมผัสอากาศ และงานเหล็กหล่อทั่วไป

สีที่ใช้เหล่านี้นี้จะต้องเป็นสีที่ผลิตโดยมีคุณภาพจากโรงงานในประเทศไทย เช่น โฉด้นไทย จำกัด
ไอซีไอ (ประเทศไทย) จำกัด ซินแคลร์เพนท์ (ประเทศไทย) จำกัด หรือชิกม่า (ประเทศไทย) จำกัด ภาชนะบรรจุ
จะต้องปิดผนึกจากโรงงาน โดยมีตราและรายละเอียดจากโรงงานอย่างพร้อมมูล โดยไม่ถูกเปิดมาก่อน
ก่อนนำสีแต่ละชนิดมาใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติ ของสีแต่ละชนิดจากโรงงานผู้ผลิตต่อ
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติให้ตรงตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด
ทางด้านเทคนิคหรือแบบก่อสร้าง

(2) การเตรียมผิวโลหะก่อนทาสี

ผิวโลหะก่อนทาสี จะต้องทำการพ่นด้วยทราย (SAND BLAST) หรือขัดด้วยแปรงลวดขัดด้วย
ด้ามมอเตอร์ไฟฟ้า จนได้ตามมาตรฐานของ SWEDISH STANDARD SIS 055900 ดังต่อไปนี้ งานเหล็กจม
อยู่ในน้ำตามมาตรฐาน SA 2.5 งานเหล็กที่สัมผัสอากาศตามมาตรฐาน ST3 ส่วนงานเหล็กให้ทำความสะอาด
ผิวเหล็กให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมันหรือสิ่งสกปรกต่างๆ

อนึ่ง ทรายหรือวัสดุที่ใช้พ่น (SAND BLAST) ต้องมีส่วนขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 16
ได้ทั้งหมด และค้ำบนตะแกรงเบอร์ 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. การเคลือบสีทั้งสามชั้นจะต้องกระทำจากโรงงาน ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงานซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือติดตั้งจะต้องเคลือบสีลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

(ข) งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ

งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ จะต้องทาสีรองพื้นจากโรงงาน ด้วยสี ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาไม่น้อยกว่า 0.03 มม. 1 ชั้น ชั้นที่สองทาสีด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER หนาน้อยกว่า 0.07 มม. ชั้นที่สามและชั้นที่สี่ ให้ทาสีด้วย CHLORINATED RUBBER BASED FINISH อีก 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.035 มม. งานทาสีชั้นที่สองถึงชั้นที่สี่ อาจกระทำมาจากโรงงานหรือที่โครงการก็ได้

(ค) งานเหล็กหล่อ

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

(4) วิธีการทาสี

กระทำในวันที่ได้ทำความสะอาดพื้นที่ผิวเสร็จเรียบร้อยแล้ว พื้นที่ที่จะทาจะต้องแห้งสนิท ปราศจากความชื้น

การทาในชั้นแรก จะทาดำด้วยแปรง สำหรับในชั้นต่อไป อาจจะใช้วิธีพ่นหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

การทาสี ควรทำในวันที่มีอากาศแจ่มใสมีแดดดี ไม่มีดคริม หรือฝนตก การทาสีจะต้องทาดำติดต่อกันโดยตลอดในชั้นหนึ่งๆ ให้เรียบด้วยความหนาที่สม่ำเสมอโดยตลอด และต้องทิ้งสีในชั้นแรกนี้ให้แห้งสนิท จึงจะสามารถทาสีในชั้นต่อไปได้

ก่อนที่จะทาสีในชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมแซมการทาสีในชั้นแรก เช่น รอยเยิ้มของสี การหลุดร่อน 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 โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบและจัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของประตูน้ำ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

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

(3) บานระบาย (Sluice Gate) พร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ครบชุดตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบและจัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ของบานระบายให้เป็นไปตามข้อกำหนด

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

(5) Manhole พร้อมอุปกรณ์ครบชุด ตามขนาดที่แสดงไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบและจัดเตรียมแบบก่อสร้าง (Shop Drawings) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายงานการออกแบบและแบบก่อสร้างฉบับสมบูรณ์ (Shop Drawing) สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการอนุมัติภายใน 90 วัน ก่อนเริ่มการประกอบ

Shop Drawings จะต้องแสดงตำแหน่งการเชื่อมในสนามและการทาสีที่จำเป็นสำหรับงานประกอบและติดตั้ง

สัญญาจ้างจะสมบูรณ์ได้ต่อเมื่อ ผู้รับจ้างส่งมอบแบบกระดาดไซด์ต้นฉบับ 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) เหล็กกล้าตีอัดขึ้นรูป สำหรับกระบอกสูบเครื่องยกบาน และใช้งานทั่วไป	- ASTM A235
(6) เหล็กกล้าตีอัดขึ้นรูป สำหรับหน้าแปลนหรือหน้างานของกระบอกสูบเครื่องยกบาน	- 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.
(8) เหล็กหล่อสำหรับกรณีทั่วไป	- ASTM A48, Class 30
(9) สลักเกลียวเหล็กเหนียวพร้อมน็อตและแหวนรอง	- ASTM A307
(10) สลักเกลียวรับแรงดึงสูงพร้อมน็อตและแหวนรอง	- ASTM A325
(11) ปะเก็นต่างๆ	- Neoprene หรือ เทียบเท่า
(12) แผ่นทองเหลืองสำหรับ Seal Seats	- ASTM B103, Alloy 510
(13) ยางกันน้ำซึม	- ยางสำหรับกันรั่ว ซึมจะต้องประกอบจากยางธรรมชาติหรือส่วนประกอบยางสังเคราะห์ และจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D735 ชั้น R630 BLZ การซับน้ำไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนักและความแข็งแรงเมื่อรับแรงดึง จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของความแข็งแรงเมื่อเริ่มดึง หลังจากทดสอบ 48 ชม. และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D572
(14) ท่อเหล็ก	- ASTM A53
(15) ข้อต่อ ข้องอ	- ASTM A181

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. สำหรับเพื่อการกัดกร่อน

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

ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้ทำบานประตู จะต้องไม่น้อยกว่า 9 มม. รวมทั้งความหนาเพื่อการกัดกร่อน นอกจากระบุเป็นอย่างอื่น

ความหนาน้อยที่สุดของแผ่นเหล็กเหนียวที่จะใช้ทำท่อเหล็ก จะต้องไม่น้อยกว่า 10 มม. รวมทั้งความหนาเพื่อการกัดกร่อน

10.6 ฝีมือการผลิต (Workmanship)

10.6.1 ทั่วไป

ฝีมือในการผลิตจะต้องได้คุณภาพชั้นหนึ่งเป็นไปตามข้อปฏิบัติในโรงงาน ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกัน จะต้องสามารถเปลี่ยนใช้แทนกันได้ ผู้รับจ้างจะต้องดูแลเป็นพิเศษในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆโดยไม่เป็นผลเสียต่อความแข็งแรง และการประกอบแน่นน้ำไม่รั่วของประตูทางน้ำ และฝาคกรอบบาน(Bonnet)

10.6.2 การเชื่อมไฟฟ้า

ชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องตัดให้ได้ขนาดเที่ยงตรง การลบ มุมที่ขอบ การตัดด้วยเปลวก๊าซ และการกลึงให้เหมาะสมถูกต้องกับลักษณะการเชื่อม เพื่อให้โลหะประสานได้สนิทที่ผิวของโลหะและขอบที่จะเชื่อมประสานจะต้องปราศจากสนิม น้ำมันและวัตถุไม่พึงประสงค์อื่นๆ

วิธีการเชื่อม รูปลักษณะรอยเชื่อม คุณภาพของแนวเชื่อม และวิธีแก้ไขงานเชื่อมที่ใช้ไม่ได้ จะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของ AWS หมวดที่ 6 “Workmanship and Technique” เรื่อง “Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridge Design Construction and Repair”

กระบอกเครื่องยกบานที่เชื่อมแล้ว จะต้องทำการคลายความเค้น และการเชื่อมกระบอกในแนวยาว จะต้องทำการฉายรังสีตลอดแนว 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 จะไม่กระทำการซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของการหล่อ ถ้าไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง การเชื่อมจะทำได้โดยผู้เชื่อมที่มีคุณภาพ และจะต้องเป็นไปตามข้อปฏิบัติการเชื่อมที่ดีที่สุด

10.6.5 การขันเกลียว

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

ผู้รับจ้างอาจใช้สลักเกลียวในการยึดตัวโครงสร้างกับอุปกรณ์ประกอบ ยกเว้นแผ่นเหล็กตัวบาน (Skin Plate) อย่างไรก็ตาม สลักเกลียวรับแรงดึงสูงจะต้องใช้ในการยึดระหว่างรอยต่อกับตัวโครงสร้างเพื่อส่งผ่านแรงเค้น

Torque Wrenches จะใช้ในการขันสลักเกลียวรับแรงดึงสูง

10.6.6 การทาสีเคลือบผิว

ก่อนที่จะทำการทาสี ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแผนการทาสีอันประกอบไปด้วยสี คุณสมบัติของสี เวลา และวิธีการทาสีให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนที่จะทำงาน

ส่วนประกอบต่างๆ ก่อนทาสีจะต้องทำให้สะอาดปราศจากสนิม น้ำมัน ฝุ่น ปูน และสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ โดยการพ่นทราย หรือพ่นด้วยเม็ดโลหะให้ได้ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10

ส่วนที่ห่างจากรอยเชื่อม 15 ซม. ที่ทิ้งไว้รอการเชื่อมในสนาม จะต้องทำการทาสี หลังจากทำการเชื่อมในสนามเสร็จแล้ว

ผิวที่เคลือบแล้วในโรงงาน ซึ่งถูกทำให้เสียหายระหว่างการขนส่งหรือการติดตั้งจะต้องทาสีด้วยลักษณะเดียวกันกับที่ทำในโรงงานตามที่ระบุไว้ โดยอุปกรณ์ที่เหมาะสม

สำหรับส่วนประกอบที่เป็นเหล็กไร้สนิมหรือทองเหลืองหล่อไม่จำเป็นต้องทาสี

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพื้นที่ผิวเหล็กโดยวิธีพ่นทรายหรือพ่นด้วยเม็ดโลหะให้ได้ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10 ก่อนรองพื้น การเคลือบสีบาน Gate Frame และส่วนภายในของ Y- Branch Conduit สีรองพื้นกำหนดให้ใช้ 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 และส่งใบรับประกันอุปกรณ์ซึ่งระบุระยะเวลาประกัน 2 ปี ถัดจากวันที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างรับมอบงานงวดสุดท้าย

วัสดุที่ใช้เป็นชนิดเดียวกับท่อเหล็ก การผลิตและติดตั้งเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดในหมวดนี้

10.8 บานระบาย เครื่องยกบาน และมอเตอร์ไฟฟ้า

10.8.1 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดทำ ติดตั้ง และทดสอบ Sluice Gate พร้อมเครื่องยกบานตามขนาดที่กำหนด และได้มาตรฐานตามที่ระบุในข้อกำหนดนี้ โดยทำการติดตั้งไว้ที่อาคารตามที่ระบุในแบบก่อนนำมาติดตั้งใช้งานจะต้องผ่านการทดสอบตรวจสอบจากโรงงานผู้ผลิต 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 เพื่อให้โลหะหลอมละลายลึก ผิวและขอบของโลหะที่จะเชื่อมต้องปราศจาก สนิม ไขมัน และสิ่งสกปรกอื่นๆ

วิธีการเชื่อม รูปลักษณะรอยเชื่อม คุณภาพของรอยเชื่อม และวิธีแก้ไขงานเชื่อมที่ชำรุดเสียหาย จะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของ AWS หมวดที่ 6 เรื่อง “Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridges Design, Construction and Repair”

ผลของการเชื่อมที่ถูกต้อง รอยเชื่อมจะต้องสม่ำเสมอและไม่เป็นตามด หรือรูโพรงหรือการหลอมเหลวของลวดเชื่อมและแผ่นเหล็กที่ไม่สมบูรณ์ หลังการเชื่อมแต่ละครั้งจะต้องเคาะขี้เชื่อมออกเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยและความถูกต้องก่อนที่จะทำการทาสีต่อไป

ช่างเชื่อมที่ถูกมอบหมายให้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบ การเชื่อมตามมาตรฐาน AWS “Standard Qualification Procedure”

ในการนี้คณะกรรมการตรวจการจ้าง อาจสั่งให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อม โดยวิธีการไม่ทำลายได้ตามมาตรฐานของ ASME

10.8.5 การยึดด้วย Bolts

การเจาะรูเพื่องานยึดด้วย Bolts ทุกๆจะต้องทำด้วยความละเอียดถูกต้อง เพื่อความสะดวกในการสอดใส่ตัว Bolts รอยเจาะรูที่ไม่เรียบร้อยหรือมีเศษเหล็กติดอยู่จะต้องขัดออกให้เรียบร้อย พื้นที่ที่จะต้องยึดด้วย Bolts ต้องทาสีกันสนิมไว้เสียก่อน การสอดใส่ตัว Bolts จะต้องทำด้วยความสะดวก ห้ามใช้ค้อนตอกหรือเคาะ Bolts ที่ใช้สำหรับงานนี้ให้ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยมพร้อมแป้นเกลียว ให้เกลียวมาตรฐาน (Standard Whitworth Thread) และใช้แหวนรอง (Washers) ตามที่เหมาะสม 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 ให้ถูกต้องก่อนที่จะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

การควบคุมคุณภาพการผลิต จะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกรผู้ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกลหรืออุตสาหการที่ไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร และมีหนังสือรับรองว่า เครื่องยกบานและบานระบายใช้วัสดุผลิตตามข้อกำหนด มีขนาดและรูปร่างถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดและให้รับรองการผลิตครั้งนี้เพื่อใช้ในงาน

10.8.7 การติดตั้ง

บานระบาย และเครื่องยกบาน จะต้องประกอบและติดตั้งให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

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

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 การชุบสังกะสีกระทำได้ต่อเนื่องเมื่อชิ้นส่วนนั้นผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว

10.8.9 มอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้า

เครื่องยกบานที่ควบคุมการเปิดปิดด้วยไฟฟ้าประกอบด้วย

(1) มอเตอร์ไฟฟ้าต้องเป็นเกียร์มอเตอร์ ขนาดตามที่กำหนดในแบบ ความเร็วรอบ ให้เหมาะสมกับการยกบานระบายให้ได้ความเร็วของบานระบายไม่เกิน 30 เซนติเมตรต่อวินาที สำหรับเครื่องยกบานขนาดใหญ่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 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 Generators”

(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 และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตัวควบคุมต้องมี Voltmeter เล็กอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าแต่ละ Phase มี Ammeter อ่านค่ากระแสไฟฟ้าพร้อมสวิตช์ตัดกระแสไฟเมื่อเปิด-ปิด บานระบายด้วยมือหมุน

2) Limit Switch ชนิด Rotary Type บรรจุอยู่ในกล่องป้องกันอุปกรณ์ภายในจากน้ำ ความชื้นและฝุ่นละออง สามารถปรับตั้งได้โดยสะดวกที่จังหวะบานระบายอยู่ในตำแหน่งสูงสุด และต่ำสุด ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง และต้องจัดให้มี Limit Switch อีก 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 ตั้งบนขาตั้งที่มั่นคง และแข็งแรงพร้อมแป้นยึดติดกับพื้นคอนกรีต

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

(4) การเดินสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าใช้กับตู้ และแผงควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ 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

สายไฟฟ้าให้เดินในท่อเหล็กออบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 770-2531 ประเภทที่ 2 และมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ขนาดของลวดทองแดงต้องรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของอุปกรณ์ต่างๆ ได้โดยปลอดภัย ให้แสดงวงจรการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมคำแนะนำการใช้งานบนด้านในของฝาตู้ควบคุมให้เป็นได้ชัดเจน และถาวร และในเอกสารเมื่อส่งมอบงาน

10.8.10 การทำเครื่องหมาย

บานระบาย Sluice Gate จะต้องมีการทำเครื่องหมาย ข้อความ หรือสัญลักษณ์ตามแบบที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด

10.9 ประตูน้ำแบบลิ้นยก (GATE VALVE)

10.9.1 ลักษณะทั่วไป

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

ประตูน้ำ (Gate Valve) ดังกล่าวจะต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.256, BS 5150 หรือเทียบเท่า ซึ่งผู้รับจ้างต้องส่งแบบรายละเอียดตลอดจนแคตตาล็อกแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และต้องแจ้งชื่อผู้ผลิตของอุปกรณ์ทุกชิ้นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ออกแบบ ให้ความเห็นชอบก่อน เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจึงสามารถจัดหาและติดตั้งได้ โดยผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์และผลงานการผลิตไม่น้อยกว่า 10 ปี และมีใบรับรองคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO 14000

รูปแบบทั่วไปของประตูน้ำ (General Design)

(1) ช่องทางน้ำ (Water Way) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่ระบุในแบบ และเมื่อเปิดลิ้นสุดจะต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของลิ้นขวางกั้นช่องทางน้ำ

(2) บริเวณตอนปลายทั้งสองข้างของประตูน้ำเป็นแบบหน้างาน ขนาดของหน้างานและขนาดรูหน้างานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7005-2 PN 10 และหน้างานต้องหล่อเป็นชิ้นเดียวกับตัวเรือน

(3) ประตูน้ำสำหรับติดตั้งบนดิน เป็นชนิดก้านยก (Rising Stem) หรือชนิดก้านไม่ยก (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 ขนาดมิติหลักของประตูน้ำแบบล้นยก

ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดทางน้ำ ผ่านต่ำสุด (มม.)	ตามยาวตัวเรือน (มม.)	ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดทางน้ำ ผ่านต่ำสุด (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	1,000	1,000	811 ± 5

สำหรับประตูน้ำขนาดใหญ่ นอกเหนือจากในตารางที่ 10.9-1 ให้ผู้ผลิตที่มีประสบการณ์ในการผลิตประตูน้ำ Gate Valve ขนาดใหญ่ตามขนาดที่ระบุในแบบเป็นผู้เสนอแบบพร้อมรายละเอียดที่กำหนดและเอกสารสำเนาประสบการณ์การผลิตประตูน้ำแบบส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา

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)

ประตุน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1) การทดสอบการใช้งาน (Performance Test) ต้องสามารถเปิด-ปิดใช้งานได้เป็นอย่างดีปราศจากข้อบกพร่อง

2) การทดสอบความดันน้ำ (Hydrostatic Pressure Test)

- การทดสอบตัวเรือน (Shell Test) ประตุน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 20 กก./ซม.² ในเวลา 2 นาที ที่ตำแหน่งลิ้นเปิดสุด การทดสอบจะต้องไม่มีการรั่วซึมที่ผิวโลหะที่รอยต่อ หรือรอยประกอบที่รับความดัน หรือที่ซีลของแกนประตุน้ำ

- การทดสอบการรั่วซึมผ่านลิ้น (Seat Test, Leakage Test) ลิ้นประตุน้ำต้องสามารถรับความดันขณะลิ้นปิดได้ไม่น้อยกว่า 10 กก./ซม.² ในเวลา 2 นาที โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำผ่านลิ้นและทำการทดสอบทั้งสองด้าน

การทดสอบประตุน้ำโดยเฉพาะประตุน้ำขนาดใหญ่เกิน 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 การเป็นผู้ผลิตประตุน้ำ
- (3) แผนผังขบวนการผลิต และตรวจสอบคุณภาพ (Flow Chart of Production, QC & QA Plan)
- (4) แบบแปลน (Shop Drawing) ซึ่งได้รับการรับรองโดยผู้ผลิต และมีวิศวกรซึ่งมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม (ก.ว.) ระดับสามัญเซ็นชื่อรับรอง โดยแบบแปลนดังกล่าวต้องแสดงขนาดมิติที่สำคัญของประตุน้ำ ส่วนประกอบและวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบตลอดจนมาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) ที่ใช้ เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประตุน้ำ ตามแบบดังกล่าวโดยเคร่งครัด
- (5) คู่มือการติดตั้ง การใช้ และบำรุงรักษาประตุน้ำ

10.9.5 การทำเครื่องหมาย (Markings)

ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาคกรอบตัวเรือนหรือตัวเรือนดังนี้

- 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 โดยการปิดหน้างานทั้งสองด้านด้วยแผ่นสติ๊กเกอร์พลาสติก หรือแผ่นไม้อัด หรือแผ่นๆ วัสดุอื่น

10.9.7 หนังสือรับรองและการรับประกัน (Affidavit of Compliance)

ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองยืนยันว่าประตูน้ำ และวัสดุที่ใช้ในการผลิตประตูน้ำมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้ และประตูน้ำดังกล่าวได้ผ่านการทดสอบต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดนี้

ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตจะต้องจัดส่งหนังสือรับรองการบริการหลังการขาย หากประตูน้ำมีปัญหาการใช้งาน/ชำรุดหรือเสียหาย จะต้องส่งทีมงานเข้าไปดำเนินการแก้ไขไม่เกิน 3 วันทำการ นับจากวันที่แจ้ง

10.10 ประตูละบายอากาศ (Air Release Valve / Air Valve)

10.10.1 ลักษณะทั่วไป

ประตูละบายอากาศ จะต้องเป็นชนิดใช้งานกับน้ำที่มีคุณสมบัติและคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1368 หรือ JIS B2063 หรือเป็นยี่ห้อที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้รับรองการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้แล้ว ประตูละบายอากาศสามารถจะระบายอากาศออกและเติมอากาศได้โดยอัตโนมัติ ตัวเรือนวาล์วทำด้วยเหล็กหล่อมีผิวเรียบปราศจากรูพรุน รอยร้าวหรือตำหนิ ลูกลอย (Floats) เป็น Stainless Steel มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.75-0.80 ปะเก็นยางที่ใช้กับหน้างานทำจากยางที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS 2494 หรือ JIS K6353 class III ความแข็ง Hs 55-65 สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับเชื่อมต่อหน้างานทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือเทียบเท่าตามมาตรฐาน มอก.171-2530 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า 4.6 เคลือบด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน และวาล์วจะต้องเป็นชนิดที่ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กก./ตร.ซม.

10.10.2 การทดสอบ

ประตูละบายอากาศต้องทดสอบตามสภาพการใช้งานจริง โดยการเปิดประตูน้ำอย่างช้าๆ จากนั้นอัดอากาศเข้าประตูละบายอากาศอย่างต่อเนื่องที่ละน้อยเพื่อตรวจสอบการระบายอากาศและการทำงานของลูกลอย ทั้งนี้ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน มอก.1368

10.10.3 การทำเครื่องหมาย

ประตูละบายอากาศทุกตัวจะต้องมีอักษรเป็นเนื้อเดียวกับผิวภายนอกของตัวประตูละบายอากาศ ดังนี้

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

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

ท่อบายพาสขนาดไม่เล็กกว่า 50 มม.หรือตามขนาดที่ระบุในแบบ ติดตั้งพร้อมประตูน้ำเหล็กหล่อ ขนาดเดียวกับท่อบายพาส 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 งาน Stainless Steel Liner

งาน Stainless Steel Liner หมายถึงการจัดหาประกอบและติดตั้ง Stainless Steel Liner ที่ช่องระบายทราย ซึ่งได้ระบุรายละเอียดไว้ในแบบประตูระบายทราย

10.13 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานถึงเหล็กกลดแรงดัน และงานเหล็กอื่นๆ เช่น ช่อง Groove เหล็กบันไดลิง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี งานราวบันได งานตะแกรงดักขยะ งานฝาตะแกรงเหล็ก งานเหล็กกลม งานเหล็กแผ่น เหล็กยึดฝังในคอนกรีต และเหล็กรูปพรรณอื่นๆ ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วย กิโลกรัมหรือเหมาจ่ายตามหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการออกแบบ จัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี ค่าทดสอบ และอื่นๆ เพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(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 พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ค) เมื่อผู้รับจ้างประกอบติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์เหล่านั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว และคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจรับจะจ่ายให้ 30 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ง) เมื่อผู้รับจ้างทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจรับจะจ่ายให้ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาแต่ละชุด

(4) งานจัดหาและติดตั้งวาล์วชนิดอื่น

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งวาล์วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(5) งานจัดหาและติดตั้งบานระบาย เครื่องก้วน และเกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ของ Sluice Gate พร้อมชิ้นส่วนรองบาน อุปกรณ์ประกอบ รวมทั้งระบบยกควบคุมการปิด-เปิด เกียร์มอเตอร์ไฟฟ้าและระบบการป้องกัน เป็นต้น พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะแบ่งจ่ายเป็นงวดเปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด โดยจ่ายให้ดังนี้

(ก) เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบแบบ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 20% ของราคางานแต่ละรายการ

(ข) เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา และขนย้าย บานพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50% ของราคางานแต่ละชุด

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

(6) งานจัดหาและติดตั้งบานกั้นน้ำ Stop log (ถ้ามี)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบ และประกอบบานกั้นน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมชิ้นส่วนรองบาน รวมทั้งระบบยก เป็นต้น พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานเป็นชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(7) งานจัดหาและติดตั้งราวกันตก

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งราวกันตก พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยเมตร

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละเมตร โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

(8) งานจัดหาและติดตั้ง Stainless Steel Liner

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้ง Stainless Steel Liner แล้วเสร็จ พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยกิโลกรัม

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางาน โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้ตรวจรับแล้ว

หมวดที่ 11

งานวางท่อ (Pipe & Laying)

หมวดที่ 11 งานวางท่อ (Pipe Laying)

11.1 ทัวไป

งานท่อที่ใช้สำหรับโครงการนี้ ประกอบด้วย ท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE), ท่อ HDPE, ท่องอ (BENDS PIPE) ท่อแยก Manhole และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็ก หรือ ท่อ HDPE ที่จะใช้ในงานก่อสร้างขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ คุณภาพดี ท่อเหล็กที่ใช้มีมาตรฐานเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.2 อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ทุกชนิดก่อนเริ่มดำเนินการจัดซื้อและผลิตจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การปฏิบัติงานทุกขั้นตอนของผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสงวนสิทธิ์ที่จะเข้าทำการตรวจสอบและควบคุมการทำงานได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือแก่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเข้าไปตรวจสอบ

ในกรณีที่งานท่อเหล็กหรือ ท่อ HDPE ไม่ได้แสดงไว้ในแบบผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบก่อนการปฏิบัติงาน

ก่อนการวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก หรือ ท่อ HDPE ตามแบบที่โครงการ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการสำรวจวางแผนและระดับให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ขุดดิน และตัดแต่งร่องท่อ (TRENCH) ร่องระบายน้ำ, ก่อสร้างฐานรองรับท่อ (CONCRETE PIERS) (ถ้ามี), อาคารยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCKS)

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

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอซื้อบริษัท หรือห้างหุ้นส่วน หรือผู้รับจ้างเอง เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก หรือ ท่อ HDPE ที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก หรือท่อ HDPE ให้กับผู้รับจ้างนำเอาไปใช้งานก่อสร้างมาพร้อมกับยื่นซองประกวดราคาเพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 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. หรือมาตรฐานของวัสดุที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือในที่นี้วัสดุจะต้องมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งานและจะต้องเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติเสียก่อน

11.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

(1) โลหะ (METALS)

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท่ออ	JIS - G3101 Class SS400
EXPANSION JOINTS	JIS - G3101 Class SS400
	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 ผลิตรถขึ้นนี้ก่อนนำมาใช้งานจะต้องเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เพื่ออนุมัติเสียก่อน (TEFLON FIBER PACKING) เบอร์ F.B.# 4120 ขนาด 5/8" x 5/8" อาจนำมาใช้แทนได้

11.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ทราบถึงสถานที่หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้างพร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุภายในเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญาับการประมูลการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อยืนยันว่าวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

11.5.1 การม้วนท่อ (PIPE FORMING)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้ค้อนทุบในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการ มาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

11.5.2 การเชื่อม (WELDING)

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

ช่างเชื่อมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบและมีใบรับรองจากสถาบัน หรือหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือภายในประเทศ อาทิเช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฯลฯ และในกรณีที่ช่างเชื่อมไม่ได้ทำงานเชื่อมติดต่อกันมานานหรือใบรับรองอายุเกินกว่า 6 เดือนก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ 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

ก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อนไม่ให้มีรอยเปื้อนของสีสนิม คราบน้ำมันและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมดก่อนทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อมและ

ผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรงเพื่อป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปลงลวดขัด SLAG บนผิวดินที่ได้เชื่อมไว้ก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อมควรจัดทำจากโรงงานด้วย AUTOMATIC WELDING MACHINE และพยายามลดงานเชื่อมในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ AUTOMATIC WELDING MACHINE ในโรงงานได้ จะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวาท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการขุดร่องดินให้ลึก และกว้างเพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก ภายหลังจากการตรวจสอบและทดสอบงานเชื่อม เคลือบ และทาสีท่อบริเวณเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบอัดดินให้แน่นตามแบบก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (WELD QUALITY CONTROL) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไปนี้ อันเป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

- (1) ผิวดินส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน และอื่นๆ
- (2) ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน
- (3) ถ้าการต่อเป็นแบบที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มม. ขนาดของแนวเชื่อมแบบ FILLET จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย
- (4) ในกรณีที่ต้องการ การ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องการทำให้ได้ อุณหภูมิตามที่กำหนด
- (5) ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้
- (6) จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อม ขนาดลวดเชื่อม ตลอดจนอุณหภูมิในการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง
- (7) แนวเชื่อมยึดใดๆ ที่เกิดแตกร้าวหรือมีจุดบกพร่อง จะต้องเอาออกให้หมดก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป
- (8) แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าวหรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมต่อไป
- (9) แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (POROSITY) จำเป็นจะต้องขจัดออก และทำการเชื่อมใหม่
- (10) หลุม (CRATER) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
- (11) จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด MULTIPLE-PASS WELD
- (12) ข้อกำหนดขนาดและความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ ขนาดของแนวเชื่อมจะมีพิสัย (TOLERANCES) เท่ากับ +1.5 มม. ถึง 0.00 มม.
- (13) ความหนาของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ
- (14) การแห้ว (UNDER-CUT) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง
- (15) แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (ROOT OPENING) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าเชื่อมชั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม

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

(17) การแตกร้าได้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย (NON-DESTRUCTIVE TESTING) จะต้องเซาะออก (GOUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่

(18) งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้

(19) ช่วงเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

11.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม (Test of Production Welds)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะทำการทดสอบประสิทธิภาพรอยเชื่อมในระหว่างที่ทำการผลิต การทดสอบจะประกอบด้วยการทดสอบแรงดึงของรอยเชื่อม (reduced-suction tension test) และการทดสอบการดัดงอของรอยเชื่อม (guided-bend test)

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว วิธีทดสอบ การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสินจะถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C200 Sub-Section 3.3.5

11.6 การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)

11.6.1 ทัวไป (GENERAL)

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

ก่อนการเคลือบและทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบและการทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในบรรยากาศ และอุณหภูมิขณะทำงานเคลือบและทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุต่างๆ อาทิเช่น โลหะ มีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C ความชื้นในบรรยากาศสูงหรือขณะฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องทำการเป่าโลหะด้วยอากาศร้อน หรือความร้อนให้กับชิ้นโลหะนั้นๆ หรือใช้วิธีที่เหมาะสมอื่นๆ การเคลือบและทาสีจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดฝุ่นผงอากาศ สีผง เป็นรูพรุน หรือรอยสีย่นบนผิวของสีที่ทา หรือเคลือบไว้

บริเวณ 3 เซนติเมตร ของปลายท่อเหล็กที่จะต้องการเชื่อมต่อในสนามจะไม่มี การเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น และถัดไปอีก 12 เซนติเมตร จะต้องทาด้วยสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังจากเชื่อมในสนามเสร็จแล้ว จึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 11.6.3 และ 11.6.4

การเคลือบและระยะเวลาระหว่างการเคลือบสีแต่ละชั้น ต้องกระทำตามคำแนะนำของบริษัท ผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบ อาจใช้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

11.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ (SURFACE CLEANING)

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

การทำความสะอาดผิวโลหะที่จะทำการเคลือบ และทาสีควรใช้วิธีพ่นขัดผิวด้วยเม็ดทรายหรือ เม็ดเหล็ก (SAND OR STEEL GRIT BLASTING) ผิวของโลหะหลังจากการพ่นขัดแล้ว จะต้องมีความเรียบกับ SWEDISH STANDARD SA 2.5 บริเวณรอยเชื่อมต่อของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่มีรอยขรุขระโผล่มาเหนือผิวท่อ จะต้องทำการขัดด้วยหินขัดให้เรียบเสียก่อน ทำการทาสีรองพื้น ส่วนการซ่อมแซมอาจใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ขัดผิวตรงบริเวณที่ต้องการซ่อมก็ได้ การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ ให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อทำความสะอาดผิวโลหะเสร็จแล้ว จะต้องนำโลหะไปทำการเคลือบหรือทาสีทันที

(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (SITE)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบ และทาสีที่โครงการจะเป็นบริเวณที่ อุปกรณ์ท่อเหล็กเชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย หรือหินขัด มอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อม จะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาด ผิวโลหะจะต้องไม่ให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อน จนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนา ของเนื้อเหล็กเชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

11.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก (INTERNAL COATING)

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

11.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ (EXTERNAL COATING)

(1) การเคลือบภายนอก

การเคลือบภายนอกท่อและอุปกรณ์ท่อใต้ดิน

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องได้รับการพ่นทรายเพื่อกำจัดสนิม สะเก็ดสนิมและสิ่งสกปรกอื่นๆ ตามที่กำหนดของ AWWA C203 หลังจากพ่นทรายและทำความสะอาดแล้วผิวภายนอกของท่อและ

อุปกรณ์ท่อจะต้องทาน้ำยาารองพื้น (primer) ทันทึ น้ำยาารองพื้น จะต้องเป็นผู้ผลิตรายเดียวกับ coal-tar enamels

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องเคลือบภายนอกที่โรงงานและจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดของมาตรฐาน AWWA C203 ดังต่อไปนี้

(ก) Coal tar enamel and bonded double asbestos-felt จะต้องเคลือบเป็นชั้นตามลำดับดังนี้

- Primer
- Coal-tar enamel หนา 2.40+0.8 มม.
- พันด้วย Coal-tar-saturated asbestos felt
- Coal-tar enamel หนา 0.8 มม.
- พันด้วย Whitewash หรือพันด้วย Kraft paper หรือ

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

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

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

สำหรับโครงการนี้ท่อเหล็กที่ฝังดินรอยต่อของท่อแต่ละท่อนจะใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น เมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จให้ปิดรอยเชื่อมโดยวิธีการเคลือบภายนอกท่อตามวิธีการข้างต้นนี้

(2) ท่อฝังในเนื้อคอนกรีต

ท่อส่วนที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะไม่ทำการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากการเตรียมผิวให้สะอาดตามข้อ 11.6.2 แต่จะต้องเคลือบสีท่อชนิดเดียวกับส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตเข้ามาในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 15 ซม.

(3) สำหรับท่อที่สัมผัสอากาศจะต้องรองพื้นชั้นแรกจากโรงงานด้วย ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาอย่างน้อย 0.03 มม. ชั้นกลางให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER 1 ชั้น หนาอย่างน้อย 0.07 มม. ชั้นนอกให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED FINISH 2 ชั้น หนาอย่างน้อยชั้นละ 0.035 มม. การเคลือบสีท่อชั้นกลางและชั้นนอก อาจจะกระทำจากโรงงาน หรือกระทำที่โครงการก็ได้

(4) สำหรับท่อบางส่วนอยู่ใต้ดินและบางส่วนอยู่เหนือดิน

การเคลือบและทาสีให้ทำตามข้อ 11.6.4 (1)

11.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมต่อที่โครงการ

ภายหลังจากการเชื่อมต่อท่อที่บริเวณโครงการแล้ว ให้ทำความสะอาดผิวท่อ และรอยเชื่อมต่อให้เรียบร้อยโดยใช้แปรงลวดเหล็ก 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 JOINTแล้วนำไปทดสอบแรงดันน้ำและทดสอบแรงกดและขยายตัว จากนั้นให้นำไปทาสีภายในตามข้อ 11.6.3 และทาสีภายนอก ตามข้อ 11.6.4 แต่ก่อนการทาสีดังกล่าว จะต้องรองพื้นด้วย WASHPRIMER ความหนาไม่น้อยกว่า 0.01 มม. ยกเว้น INNER SLEEVE ไม่ต้องทาสีภายนอกก่อนทาสีจะต้องทำความสะอาดเสียก่อน ทั้งภายนอกและภายใน การทาสีภายในของ OUTER SLEEVE ให้ดึง INNER SLEEVE ออกจนสามารถทาสีได้สะดวก แล้วจึงดันกลับให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

11.6.7 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)

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

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 เพื่อความสะดวกในการนำเอาไปก่อสร้างเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนทำการก่อสร้างวางท่อที่โครงการ 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 โดยเฉพาะสีที่เคลือบภายนอก อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบท่อชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็กจากโรงงาน ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้างจะต้องจัดหาที่วางไว้ที่โครงการ เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อสร้าง อนึ่งการวางท่อก่อนนำไปก่อสร้างจะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับท่อให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวจับท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวจับยึดท่อที่ยึด โดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรจุทุกขนส่ง ควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งหากเป็นรอยต่อลึกลงไปในเนื้อไม้ และจับยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวได้ขณะขนส่ง หรืออาจใช้ทราย หรือขี้เลื่อยบรรจุลงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ทันที
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามวางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อก่อนนำไปก่อสร้าง
- การขนส่ง EXPANSION JOINT ควรจัดใส่ลังไม้โปร่ง เพื่อป้องกันความเสียหายขณะทำการขนส่ง

11.8 การจัดทำอุปกรณ์สำหรับท่อขยายตัว (EXPANSION JOINTS) และการติดตั้ง

EXPANSION JOINT เป็นอุปกรณ์ประกอบงานท่อเหล็กที่วางสัมผัสกับบรรยากาศ เพื่อป้องกันแรงอันเนื่องจากการหดตัว และการขยายตัวของท่อเหล็กจากความร้อนของบรรยากาศ จึงจำเป็นต้องจัดทำให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานยาวนาน

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

EXPANSION JOINTS ที่ใช้กับท่อเหล็กรับแรงดันต่ำนี้ จะต้องทำเครื่องหมายให้เห็นแตกต่างกับของที่ใช้กับท่อเหล็กรับแรงดันสูงอย่างชัดเจน

EXPANSION JOINTS สำหรับงานท่อเหล็กของ PENSTOCK มีความยาวขณะติดตั้งตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 5 ซม. เมื่อผลิตและประกอบ EXPANSION JOINTS เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ขันน็อตทุกตัวบน GRAND RINGS เข้าไปเท่าๆ กัน โดยจะกด PACKING RING ให้หดตัวลงเหลือความยาว 95% ของความยาวเดิม แล้วนำ EXPANSION JOINT ไปเข้าเครื่อง HYDROSTATIC TEST ค่อยๆ เพิ่มแรงดันของน้ำอย่างช้าๆ จนถึงแรงดันสูงสุด 1.5 เท่าของ Static Head ระหว่างเพิ่มแรงดันน้ำ ถ้าหากมีน้ำรั่วซึมออกมาตาม PACKING RINGS ให้ขันน็อตทั้งหมดเข้าไปพร้อมๆ กันอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งน้ำไม่รั่วซึมออกมา ที่แรงดันน้ำสูงสุดที่ทำการทดสอบ 1.5 เท่าของ Static Head การนำ EXPANSION JOINT ไปติดตั้งที่โครงการจะต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง แนวเส้นศูนย์กลางของ EXPANSION JOINT กับแนวท่อเหล็กที่จะต้องเชื่อมต่อกันจะต้องเป็นแนวเดียวกัน ไม่บิดเบี้ยวเนื่องจากการวางท่อเหล็กหรือการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน

11.9 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อ (CONCRETE PIERS)

11.9.1 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันสูง (PENSTOCK)

ฐานคอนกรีตรับท่อจะต้องจัดทำตามแบบก่อสร้างที่กำหนดให้ โดยมีพิถีพิถันความคลาดเคลื่อนของระยะความยาวตามแนวท่อไม่เกิน ± 10 เซนติเมตร งานคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบให้จัดทำตามหมวดที่ 6 น๊อตยึด (ANCHOR BOLTS) ฐานแผ่นเหล็ก (BASE PLATE) จะต้องวางให้ถูกแนว ระดับ และความลาดเอียงตามแบบก่อสร้างก่อนเทคอนกรีต ฐานแผ่นเหล็ก (BASE PLATE) จะนำมาประกอบติดตั้งบนฐานคอนกรีตได้ภายหลังจากคอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน ระดับและความลาดเอียงของฐานแผ่นเหล็กจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียดก่อนทำการ GROUT MORTAR ได้ฐานแผ่นเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบรายละเอียดแสดงที่ตั้ง ระดับความลาดเอียง วิธีการติดตั้ง ANCHOR BOLTS ของฐานคอนกรีตรับท่อแต่ละอัน เสนอวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนทำการก่อสร้าง ก่อนวางท่อลงบน CONCRETE PIERS จะต้องให้คอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน และจะต้องทำการตรวจสอบระดับของ BASE PLATE อีกครั้งก่อนวางท่อทุกอัน

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

11.9.2 ฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันต่ำ

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

รายละเอียดอื่นๆ ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ 11.9.1

หมายเหตุ : การอุดมอร์ตาร์ได้ฐานแผ่นเหล็ก อาจจัดทำภายหลังจากติดตั้งส่งน้ำแล้วแต่ต้องระมัดระวังไม่ให้ฐานแผ่นเหล็กเสียรูป และต้องอุดมอร์ตาร์ได้ฐานก่อน 14 วัน ที่จะทำการทดสอบแรงดันน้ำของท่อเหล็ก

11.10 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK)

อาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก จะก่อสร้างบริเวณท้องอ (MITER BENDS) หรือตรงบริเวณที่ท่อเปลี่ยนแนวทาง งานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบจะต้องจัดทำตามที่กล่าวไว้ในหมวดที่ 7 ซึ่งผู้รับจ้างอาจเติมหินใหญ่ (DUMP ROCKS) ขนาด 20-30 เซนติเมตร ลงไป แต่ไม่เกิน 40% โดยปริมาตร คอนกรีต โดยให้เติมลงไปให้สม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีตและมีช่องว่างระหว่างรอบหินใหญ่ ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และต้องอยู่ห่างจากเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรด้วย ก่อนเทคอนกรีตฝังท้องอ จะต้องทำการจับยึดเหนี่ยวให้มั่นคงในแบบหล่อคอนกรีต และตรวจสอบระดับและแนวของปลายท่อทั้งสองข้างให้ถูกต้องตามที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้างเสียก่อนเทคอนกรีตลงในแบบ และเมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องตรวจสอบระดับและแนวท่ออีกครั้งว่าไม่ทรุด บิด เอียง ออกจากแนวท่อที่ต้องการ

11.11 การจัดทำและการติดตั้ง STEEL MANHOLE

STEEL MANHOLE เป็นอุปกรณ์ประกอบงานท่อเหล็กที่วางสัมผัสกับบรรยากาศ เพื่อใช้เป็นช่องทางในการซ่อมและบำรุงรักษาท่อ HEADRACE จึงจำเป็นจะต้องจัดทำให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานยาวนาน จะติดตั้งเชื่อมต่อจากหลังท่อ HEADRACE ขึ้นมา มีฝาเหล็กปิด ขนาด คุณสมบัติของวัสดุ รายละเอียดตามที่ระบุในแบบ

STEEL MANHOLE สำหรับงานท่อเหล็ก HEADRACE รับแรงดันต่ำ แสดงตำแหน่ง และจำนวนไว้ในแบบก่อสร้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะพิจารณา เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่จะใส่ STEEL MANHOLE ได้ตามความเหมาะสม การติดตั้งจะต้องขันน็อตทุกตัวเข้าเท่าๆ กัน เพื่ออัดยาง (RUBBER RINGS) หรือ PACKING RINGS ป้องกันน้ำรั่วซึมด้วยแรงดันน้ำภายในท่อ 1.5 เท่าของ Static Head

11.12 การขุดดินร่องแนวท่อ ร่องระบายน้ำ และการกลบฝังท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำวางแนวของท่อตามแบบก่อสร้าง และทำระดับของพื้นดินโดยละเอียด เพื่อทำการขุดร่องคูแนวท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ตลอดจนแนวร่องระบายน้ำ

การขุดร่องแนวท่อและร่องระบายน้ำของ PENSTOCK ให้ขุดร่องแนวท่อ (TRENCH) และระดับกันร่องตามแบบก่อสร้าง ความลาดเอียงของกันร่องจะต้องตกแต่งตัดให้มีความลาดเอียงตามแบบก่อสร้าง ที่กันร่องของแนวท่อให้ขุดทางระบายน้ำ (DRAIN DITCH) ทุกๆ ระยะไม่เกิน 30 เมตร จะต้องขุดร่องระบายน้ำออกไปจากร่องท่อ (TRENCH) ขนาด และแนวทางของร่องระบายน้ำที่จะขุดแยกออกไปจากร่องท่อให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง สำหรับดินที่เหลือจากการขุดแนวร่องท่อจะต้องนำออกไปทิ้งให้ห่างจากร่องท่อ โดยมีให้ดินถูกฝนและน้ำชะไหลกลับลงสู่ร่องท่อ (TRENCH) อีก

11.13 การติดตั้ง AIR VENT PIPE

AIR VENT PIPE ติดตั้งบน PENSTOCK ตามที่ระบุไว้ในแบบ การเจาะรูบนท่อ PENSTOCK หรือ INTAKE PIPE จะต้องใช้เครื่องมือกลเจาะพิเศษเหล็กที่ยื่นออกมาตามขอบรูที่เจาะจะต้องทำความสะอาดและขัดออกให้เรียบร้อยด้วยหินขัด จึงจะเชื่อมต่อท่อ AIR VENT PIPE เข้ากับ PENSTOCK หรือ INTAKE PIPE ส่วนข้อต่อ 90° จะใช้แบบเกลียวต่อหรือเชื่อมต่อกันก็ได้

11.14 งานติดตั้งท่อเหล็กและ PIPE SUPPORT

11.14.1 ท่อไป

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

11.14.2 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูง (PENSTOCK)

การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูงจะทำได้ต่อเมื่อได้ขุดร่องท่อ (TRENCH) ก่อสร้างอาคารยึดตรึงท่อ และฐานคอนกรีตรับท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วการนำท่อเหล็กวางตามแนวแบบก่อสร้างจะต้องทำด้วยความระมัดระวังมิให้ท่อและสีเคลือบท่อเสียหายได้ นอกจากนี้จะต้องจัดทำโครงสร้างชั่วคราว สำหรับท่อตามแนวระดับ และสำหรับยึดตรึงตัวท่อขณะเชื่อมต่อปลายท่อเข้าด้วยกัน การติดตั้งฐานท่อ (SADDLE) จะต้องให้ศูนย์กลางของฐานท่อ และศูนย์กลางของฐานแผ่นเหล็ก (BASE PLATE) บนฐานคอนกรีตรับท่อ (CONCRETE PIER) อยู่ในระนาบเดียวกัน นอกจากนี้ฐานท่อที่วางบนฐานแผ่นเหล็กจะต้องแนบสนิทกันตลอดผิวหน้า งานติดตั้ง SUPPORT FRAME (ถ้ามี) จะกระทำได้ภายหลังจากได้ทำการเคลือบและทาสีภายนอกท่อแล้ว ตามข้อ 11.6.4 (3) อนึ่งการติดตั้ง GUIDE BAR และ SUPPORT FRAME จะต้องระมัดระวังเพื่อเว้นช่องว่าง (GAP) ให้ได้ตามที่ไว้ในแบบก่อสร้าง

11.14.3 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันต่ำ (LOW PRESSURE STEEL PIPE)

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

11.14.3.1 ท่อเหล็กหุ้มคอนกรีต

จะต้องเทคอนกรีตท่อให้ได้ตามมิติที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง กำหนด ก่อนวางท่อผู้รับจ้างจะต้องทำค้ำยันบ่อให้มั่นคงแข็งแรง และมีค่าระดับที่ถูกต้องก่อนแล้วจึงนำท่อไปวางบนค้ำยันนั้น ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรควบคุมทราบ เพื่อทำการตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนทำการเทคอนกรีตและจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย ตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การเทคอนกรีตจะต้องใช้เครื่องเขย่าให้คอนกรีตลงไปถึงข้างล่างและรอบๆ ท่อโดยไม่เกิดรูพรุนเพื่อป้องกันไม่ให้ท่อลอยตัว เนื่องจากการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตรึงท่อให้แน่นเมื่อเทคอนกรีตหุ้มท่อแล้วเสร็จไม่น้อยกว่า 7 วัน จึงทำการบดอัดดินรอบคอนกรีตหุ้มท่อ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

11.14.3.2 ท่อฝังใต้ดิน

ภายหลังจากทำการขุดดินร่องท่อแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำน้จรั้นชั่วคราว รองรับท่อให้ได้แนวระดับและความลาดเอียงตามแบบและใช้สำหรับยึดท่อ ขณะเชื่อมปลายท่อต่อกัน น้จรั้นชั่วคราวนี้ จะถอนย้ายออกเมื่องานเชื่อมต่อ ถมทรายรองรับใต้ท่อ หรือให้ทำคอนกรีตหยาบรองพื้นท่อเสร็จแล้ว การนำอุปกรณ์ท่อเหล็กวางตามแนวแบบก่อสร้างจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมิให้ท่อและสี่เกลือบท่อเสียหายได้ ภายในท่อจะต้องสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกอื่นใด

11.14.3.3 ท่อเหนือระดับดินมี PIPE SUPPORT รองรับ

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

11.15 การซ่อมแซม (REPAIRS)

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

ในกรณีที่มีรอยตำหนิบนผิวของอุปกรณ์งานท่อเหล็ก อาทิเช่นรอยขรุขระ รอยร้าว รอยจากการบีบรัดหรือรอยเนื่องจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งมีความลึกจากผิวโลหะน้อยกว่า 2 มม. จะต้องทำการซ่อมแซมโดยการขัดรอยตำหนิออกเสียก่อนให้ดี แล้วจึงเชื่อมพอกทับรอยตำหนินั้นๆ แล้วจึงขัดด้วยเครื่องหินขัดให้มีผิวเสมอเรียบกับแผ่นผิวโลหะนั้นๆ

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มม. ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้าหรือออก การขัดควรพึงระมัดระวัง และป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนสูงเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมงานเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

11.16 การตรวจสอบและทดสอบ (INSPECTION AND TESTING) อุปกรณ์ท่อเหล็ก

11.16.1 ทั่วไป (GENERAL)

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องจัดทำทั้งภายในโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก และที่บริเวณโครงการก่อสร้าง การตรวจสอบการผลิตอุปกรณ์ที่โรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือกับผู้ตรวจสอบงาน (INSPECTOR) จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เข้าไปตรวจสอบวัสดุ และการผลิตอุปกรณ์ในโรงงาน ตลอดจนจัดหาเอกสารหรือให้รายละเอียดต่างๆ ที่ผู้ตรวจสอบต้องการทราบเกี่ยวกับงานที่เข้าไปทำการตรวจสอบผู้ตรวจสอบงาน มีอำนาจเข้าไปทำการตรวจสอบได้ตลอดเวลาที่โรงงานกำลังผลิตอุปกรณ์อยู่

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถใช้งานใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก แสดงกำหนดการและระยะเวลาของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของการผลิต ภายในระยะเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างลงนามในสัญญาว่าจ้างงานนี้ แผนงานที่เสนอนี้น้อยจะต้องประกอบด้วย 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 ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งหมายกำหนดการที่แน่นอนของการทำงานขั้นตอนนั้นๆ อีกครั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบเป็นการล่วงหน้า อย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะได้เตรียมการเข้าร่วมการตรวจสอบ

แบบแปลน (SHOP DRAWINGS) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลนแผ่นเคลือบของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็กแบบแปลนการตัดต่อท่อเหล็ก แบบแปลนผลิต EXPANSION JOINTS, ท้องอ (MITER BENDS) ฯลฯ แผนงานและวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงานก่อนการเชื่อมและทาสี ชนิดของลวดเชื่อมการเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่ากรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะให้ความเห็นชอบดังกล่าวแล้ว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำให้ได้ตามกำหนดของเอกสารนี้

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมีผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้างเอง ร่วมกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บรายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจำนวน 2 ชุด ทุกๆ อาทิตย์หรือเร็วกว่านี้

11.16.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันต่ำและสูง ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจตรวจสอบสภาพด้วยสายตา หรือขอคู่มือการรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาใช้งานหรือตรวจสอบชนิดของโลหะด้วยประกายไฟ (SPARK TEST) ด้วยการใช้อินชิตหมุนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอย่างน้อย 500 ฟุต/นาทีกัดผิวโลหะในที่ที่แสงสว่างไม่มากนัก ประกายไฟของเหล็กเหนียว (MILD STEEL) จะเป็นเส้นประกายสีเหลืองยาว บางครั้งมีลักษณะเหมือนส้อม ปลายสุด

คล้ายลูกศรนอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้าสงสัยคุณภาพของวัสดุ

(ข) การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และฝีมือช่างเชื่อม ชนิด และขนาดของลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงาน

(ค) การตรวจสอบวิธีการเตรียมแนวเชื่อมการทำความสะอาดแนวเชื่อม จะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน น้ำ และอื่นๆ การบากขอบปลายสำหรับแนวต่อชนกัน (BUTT) แบบร่อง และการเว้น ระยะห่างของขอบแนวเชื่อม ส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน การใช้ แผ่นโลหะนำมาปะกบด้านหลังของรอยต่อของงานเชื่อมต่อชนกันแบบร่อง

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

(จ) การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENETRATION INSPECTION) ชนิด DYE PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้นจะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธีทดสอบขั้นแรก ให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาให้ทั่ว (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึงใส่น้ำยาแทรกซึม ชนิด DYE PENERANT ลงไปบนผิวของงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ชั่วขณะหนึ่ง ให้น้ำยาแทรกซึม เข้าไปตามรอยร้าว แล้วจึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANER อีกครั้ง ทิ้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทดีแล้ว ขึ้นต่อไปพ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะมีพบจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

(ฉ) ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ ท่อเหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นรอบวง ความยาวให้ได้ขนาด ตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิกัด ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.16 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

(ช) ตรวจสอบความสะอาดของผิวอุปกรณ์ท่อทั้งภายนอก และในที่ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่น ขัดผิวเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก ให้มีผิวสีของโลหะหลังจากทำความสะอาดแล้วต้องมีผิวสีตรงกับ SWEDISH STANDARD SA 2.5 (มีแผ่นเทียบสีประกอบ)

(ซ) ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้เคลือบและทาสี

(ฌ) ตรวจสอบการเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี

(ญ) ตรวจสอบความหนาของสีที่ทาเมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอก และภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดไว้ในข้อ 11.6

(ฎ) ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข

(ฏ) ตรวจสอบวิธีการดำเนินงานการขนส่ง

(ฐ) ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (MITER BENDS)

11.16.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ

- (1) อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โครงการดังนี้
 - (ก) ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการ เป็นการตรวจสอบขนาดของท่อและตรวจสอบผิวท่อที่เคลือบ และทาสีไว้ทั้งภายใน และภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่องผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหาใหม่
 - (ข) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อ จากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณบ่อก่อสร้างโดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย
 - (ค) ตรวจสอบระดับพื้นแนวร่องท่อ และขนาดของร่องท่อ ตลอดจนระดับของ BASE PLATE ให้ได้ขนาดและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - (ง) ตรวจสอบการนํานํ้าขึ้นชั่วคราวรองรับท่อให้มีเพียงพอ สำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของนํ้าขึ้นชั่วคราวด้วย
 - (จ) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อลงในบ่อก่อสร้าง โดยมีให้ท่อเกิดความเสียหาย
 - (ฉ) ตรวจสอบการจับยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง
 - (ช) ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และให้แนวเชื่อมตามยาวท่อแต่ละท่อนสลับกันไม่ต่อเนื่องเป็นแนวเดียวกัน
 - (ซ) ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม
 - (ณ) ตรวจสอบช่องว่างรอยต่อท่อที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ให้มีความห่างเท่ากับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - (ญ) ตรวจสอบโลหะปะกบด้านในของตัวท่อตรงรอยต่อท่อที่จะเชื่อมต่อกัน
 - (ฎ) ตรวจสอบ ขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม
 - (ฏ) ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน
 - (ฐ) ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดแนวเชื่อม ตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที
 - (ฑ) ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยนํ้ายาแทรกซึมตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน
 - (ฒ) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อนก่อนการทาสีรองพื้น บริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน
 - (ณ) ตรวจสอบการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมในสนาม
 - (ด) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อนอกท่อทั้งหมด ตลอดแนวท่อนก่อนทำการเคลือบ และทาสีภายนอกท่อในสนาม สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ
 - (ต) ตรวจสอบการเคลือบและทาสีท่อเหล็ก ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.6 แต่ละชั้น และตรวจสอบความหนาของสีที่ทาด้วยวิธี PINHOLE TEST
 - (ถ) ตรวจสอบการรองทราย การบดอัดทรายใต้ท่อ และการถมบดอัดดินฝังท่อจนถึงระดับดินเดิม
 - (ท) ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท่อนอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนว และระดับของปลายท่อทั้งสองข้างของท่อนอ ก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ

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

การทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำได้ต่อเมื่อท่อเหล็ก (PENSTOCK) ได้ติดตั้งและเชื่อมต่อกันเสร็จหมดแล้ว ตลอดความยาวทั้งระบบ ตลอดจน CONCRETE ANCHOR BLOCKS, PIPE SUPPORTS ได้ก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาคารคอนกรีตประกอบงานท่อ PENSTOCK จะต้องมียุ่ไม่น้อยกว่า 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 เครื่องมีวัดแรงดัน การเสริมป้องกันท่อ โครงสร้างชั่วคราวรับท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ การติดตั้ง การทดสอบแรงดันน้ำ การขนย้าย ตลอดจนการรื้อถอนโครงสร้างชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแรงดันน้ำนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

อนึ่ง ความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบแรงดันน้ำ กับอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

11.16.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ งานทดสอบงานเชื่อม รวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและการซ่อมแซมงานเชื่อม การเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อม ขนาดและชนิดของลวดเชื่อม สภาพอากาศขณะทำการเชื่อมขนาดของร่องเปิด (ROOT OPENING) ของการเชื่อมต่อชนกัน ผลการทดสอบด้านน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อม ตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่างๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกๆ อาทิตย์หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมงานอีกครั้ง

11.16.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิสัยของความผิดพลาดในการผลิตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขและผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดหาใหม่

11.17 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 และขนาดของเหล็กเชื่อมจะต้องเพิ่มตามขนาดของช่องว่างด้วย

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

(ช) ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้

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

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

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

(7) ความยาว EXPANSION JOINT + 5 มม.

(8) ระยะความยาวระหว่างศูนย์กลาง CONCRETE PIER ผิดได้ไม่เกิน + 10 ซม.

(9) ความหนาของการเคลือบและทาสีผิดได้ไม่เกิน 5%

11.18 งานท่อ HDPE (HDPE PIPE)

(1) คุณภาพ

ท่อ HDPE จะต้องมีความสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.982 หรือ DIN 8674 หรือ DIN 8675 หรือ ISO 161 สำหรับท่อส่งน้ำภายนอกอาคารมีความสมบัติทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า PN 10 หรือเทียบเท่า และมีความสมบัติทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.35 เมกะพาสคัล มีชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า PN 16 หรือเทียบเท่าสำหรับท่อส่งน้ำภายในอาคาร

วัสดุที่ใช้ผลิตต้องเป็นพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่มีความสมบัติตามมาตรฐาน มอก.982 หรือ SFS 4231/32 หรือ DIN 8074/75 หรือ ISO R161 หรือ SFS 2336/37 และท่อ HDPE ต้องเป็นแบบปลายเรียบทั้งสองข้าง

(2) ข้อต่อ

ข้อต่อใช้ตามแบบที่กำหนดในแบบมาตรฐาน ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ต่อโดยวิธีเชื่อมชน (Butt Fusion) หรือเชื่อมแบบหน้างานโดยใช้สตัปเอนด์ (Stub End) และแหวนรอง (Backing Ring) มีค่า Melt Flow Index ของวัสดุทำท่อและอุปกรณ์ท่อที่นำมาเชื่อมด้วยวิธีเชื่อมชนต่างกันไม่เกิน 0.5

สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับใช้กับข้อต่อหน้างาน ต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีความสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A320 Grade B8 เคลือบด้วยสารโลหะผสมชนิดหล่อลื่นแห้งเพื่อป้องกันการเกิดเกลือง หรือใช้โลหะผสมทองแดงอะลูมิเนียมตามมาตรฐาน ISO 428 หรือใช้โลหะผสมทองแดงตามมาตรฐาน ASTM B150 ขนาดมิติของสลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 4190 มีความสมบัติทางกลตามมาตรฐาน มอก.171 ชั้นคุณภาพ 4.6 และเคลือบสังกะสีด้วยวิธีจุ่ม ขนาดมิติและการเจาะรูแหวนรองให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7005 PN10

แหวนรองทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียวที่มีความสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A283 Grade C หรือ JIS G3457 เคลือบด้วยเรซินชนิด Non Bleeding Type Coal-Tar Epoxy หรือเคลือบด้วยเรซินชนิด Protective Fusion-Bonded Epoxy Coatings ที่ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันถ่านหิน (Coal Tar) ตามมาตรฐานของ AWWA C 210 ให้ได้ความหนาแน่นทั้งหมดของผิวเคลือบ (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 406 ไมครอน (0.4 มิลลิเมตร.) ทั้งนี้ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตสารเคลือบโดยเคร่งครัด

(3) อุปกรณ์ท่อ

อุปกรณ์ท่อต้องทำจากวัสดุที่ใช้ผลิตท่อเป็นพลาสติกโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง มีความหนาไม่น้อยกว่าท่อ HDPE ได้แก่ ข้อต่อ ข้องอ สามทาง เป็นต้น และต้องผลิตมาจากที่เดียวกับโรงงานผลิตท่อ

(4) การทดสอบความดันน้ำ

การทดสอบความดันน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.982

(5) การต่อท่อ HDPE

ท่อ HDPE ขนาด OD เล็กกว่า 110 มม.ให้ใช้ข้อต่อแบบสวมอัด Compression Fitting หรือเชื่อมต่อแบบ Butt Fusion หรือ Electro Fusion

ลักษณะอุปกรณ์ข้อต่อแบบสวมอัด Compression HDPE (Compression fitting) ผลิตจากเม็ดพลาสติกที่มีคุณภาพสูง ใช้สำหรับผลิตท่อน้ำโดยเฉพาะ มีระบบควบคุมคุณภาพตามมาตรฐาน ผ่านการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุดิบและทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (มอก.982-2556) ข้อต่อท่อระบบสวมอัด HDPE (Compression fitting) สามารถต่อท่อขนาดตั้งแต่ 20-110 มม. สามารถทนแรงดันการใช้งานได้สูงสุด 10 บาร์ โดยนำท่อสวมเข้ากับข้อต่อแล้วแค่หมุนเกลียวเข้าหากันให้แน่น ส่วนข้อต่อแบบเชื่อมชน (Butt Fusion) จะใช้ความร้อนในการเชื่อมท่อ ซึ่งวิธีนี้ทำได้โดยการใช้แผ่นความร้อนทำให้ผิวของปลายท่อทั้ง 2 ด้านละลาย แล้วนำมาเชื่อมติดกัน

ท่อ HDPE ขนาด OD ตั้งแต่ 110 มม.ขึ้นไปให้ใช้วิธีการเชื่อมต่อนแบบ Butt Fusion Welding โดยจะใช้ความร้อนในการเชื่อมท่อ ซึ่งวิธีนี้ทำได้โดยการใช้แผ่นความร้อนทำให้ผิวของปลายท่อทั้ง 2 ด้านละลาย แล้วนำมาเชื่อมติดกัน

การเชื่อมต่อนแบบ Butt Fusion Welding เป็นวิธีการเชื่อมต่อนท่อ PE, HDPE ที่ได้รับความนิยมมากขึ้น มีความแข็งแรงสูง หากแต่จะต้องเชื่อมตามกระบวนการที่ถูกต้องเท่านั้น กระบวนการเชื่อมแบบ Butt fusion เป็นกระบวนการซึ่งสัมพันธ์กันระหว่าง ความร้อน – แรงดัน – เวลา ในการที่จะหลอมปลายท่อที่จะเชื่อมต่อนกันให้หลอมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือโดยเฉพาะประกอบด้วย 1. ฐานและที่ยึด (Clamping Device) 2. แผ่นความร้อน (Heating Plate) 3. ชุดไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Unit) 4. เครื่องปาดผิว (Peeling Tool) และมีขั้นตอนการประกอบงานเชื่อมต่อนท่อตามผู้ผลิตเสนอหรือตามตัวอย่างที่แสดง ดังนี้

1. ทำความสะอาดท่อทั้งสองท่อนหรือท่อและข้อต่อที่จะต่อเข้าด้วยกัน แล้วนำมาจับยึดให้แน่น และปรับให้อยู่ในระดับเดียวกันด้วยที่ยึด (Clamping Device)
2. ใช้เครื่องปาดผิวดัดแต่งปลายท่อทั้งสองข้างหรือท่อและข้อต่อให้เรียบ และทำความสะอาด ตรวจสอบดูปลายทั้งสองข้างทาบสนิทกันหรือไม่ ถ้าไม่สนิทให้ปรับแต่งที่จับจนปลายทั้งสองข้างได้ระดับดีแล้วปาดแต่งปลายอีกครั้งหนึ่ง
3. ทำความสะอาดแผ่นความร้อนของเครื่องเชื่อมแล้วเริ่มเดินเครื่องจนอุณหภูมิของแผ่นความร้อนอยู่ในช่วง 200 - 220 องศาเซลเซียส
4. ตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอนตาม ตารางแสดงความสัมพันธ์ของความหนา ความร้อน แรงกด (ขณะปฏิบัติต้องยึดคู่มือของเครื่องเชื่อมแต่ละรุ่นเป็นเกณฑ์)
5. เลื่อนปลายทั้งสองข้าง หรือปลายท่อและ ข้อต่อ ที่จะเชื่อมเข้าหาแผ่นความร้อนใช้แรงกด (Pressure) ที่ประมาณ $0.15 \text{ N/mm}^2 (1.5 \text{ Kg/cm}^2)$ และอุณหภูมิแผ่นความร้อนประมาณ 200-220 องศาเซลเซียส
6. รอจนกระทั่งบริเวณรอยเชื่อมพูนขึ้นมาประมาณเท่ากับตัวเลขที่กำหนดในตาราง ช่อง (2) แล้วจึงลดแรงกดเหลือประมาณ $1.01 \text{ N/mm}^2 (0.1 \text{ Kg/cm}^2)$. จากนั้นจับเวลาจนได้ตามตัวเลขในตาราง ช่อง (3) (รอยเชื่อมทั้งสองด้านควรมีขนาดเท่ากัน และผิวของรอยเชื่อมที่พูนขึ้นมาควรเรียบ)
7. ลดแรงกดเป็นศูนย์ คลายปลายท่อหรือข้อต่อที่เชื่อมทั้งสองข้าง ออกจากแผ่นความร้อน แล้วดึงแผ่นความร้อนออกเวลาในช่วงนี้ไม่ควรเกินตัวเลขในตาราง ช่อง (4)
8. เลื่อนปลายท่อที่จะเชื่อมทั้งสองข้างเข้าหากันใหม่ แล้วเพิ่มแรงกดจนเกิดตะเข็บเชื่อมม้วนกลมแล้วทิ้งไว้เท่ากับเวลาในตาราง ช่อง (6) แล้วจึงปลดแคลมป์ประกบออก

ตารางแสดงความสัมพันธ์กันระหว่าง ความร้อน – แรงกด – เวลา ในการหลอมปลายท่อ HDPE

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ความหนาของผนัง ท่อหรือข้อต่อ (มม.)	ความสูง รอยเชื่อม (มม.)	เวลาในช่วง ให้ความร้อน (วินาที)	เวลาในช่วงถอด เก็บแผ่นความร้อน (วินาที)	เวลาในช่วง เพิ่มแรงกด (วินาที)	เวลาในช่วง ให้แรงกดคงที่ (วินาที)
2.0-4.5	0.5	30-70	3	3-6	3-6
4.5-7.0	1	70-120	4	4-8	6-10
7.0-12.0	1.5	120-190	5	8-10	10-16
12.0-19.0	2	190-250	6	10-15	16-24
19.0-26.0	2.5	250-330	7	15-20	24-32
26.0-37.0	3	330-460	8	20-25	32-40
37.0-50.0	3.5	460-600	17	25-35	40-45

ตารางที่ 11.18-1 แสดงรายละเอียดตัวอย่างท่อ HDPE

Material	SDR 6		SDR 7.4		SDR 9		SDR 11		SDR 13.6		SDR 17		SDR 21		SDR 26		SDR 33		SDR 41	
PE80	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4		PN 3.2	
PE100	-		PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4	
dn	e	ID	e	ID	e	ID	e	ID	e	ID	e	ID	e	ID	e	ID	e	ID	e	ID
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
16	3.0	10.0	2.3	11.4	2.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	3.4	13.2	3.0	14.0	2.3	15.4	2.0	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	4.2	16.6	3.5	18.0	3.0	19.0	2.3	20.4	2.0	21.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	5.4	21.2	4.4	23.2	3.6	24.8	3.0	26.0	2.4	27.2	2.0	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
40	6.7	26.6	5.5	29.0	4.5	31.0	3.7	32.6	3.0	34.0	2.4	35.2	2.0	36.0	-	-	-	-	-	-
50	8.3	33.4	6.9	36.2	5.6	38.8	4.6	40.8	3.7	42.6	3.0	44.0	2.4	45.2	2.0	46.0	-	-	-	-
63	10.5	42.0	8.6	45.8	7.1	48.8	5.8	51.4	4.7	53.6	3.8	55.4	3.0	57.0	2.5	58.0	-	-	-	-
75	12.5	50.0	10.3	54.4	8.4	58.2	6.8	61.4	5.6	63.8	4.5	66.0	3.6	67.8	2.9	69.2	-	-	-	-
90	15.0	60.0	12.3	65.4	10.1	69.8	8.2	73.6	6.7	76.6	5.4	79.2	4.3	81.4	3.5	83.0	-	-	-	-
110	18.3	73.4	15.1	79.8	12.3	85.4	10.0	90.0	8.1	93.8	6.6	96.8	5.3	99.4	4.2	101.6	-	-	-	-
125	20.8	83.4	17.1	90.8	14.0	97.0	11.4	102.2	9.2	106.6	7.4	110.2	6.0	113.0	4.8	115.4	-	-	-	-
140	23.3	93.4	19.2	101.6	15.7	108.6	12.7	114.6	10.3	119.4	8.3	123.4	6.7	126.6	5.4	129.2	-	-	-	-
160	26.6	106.8	21.9	116.2	17.9	124.2	14.6	130.8	11.8	136.4	9.5	141.0	7.7	144.6	6.2	147.6	-	-	-	-
180	29.9	120.2	24.6	130.8	20.1	139.8	16.4	147.2	13.3	153.4	10.7	158.6	8.6	162.8	6.9	166.2	-	-	-	-
200	33.2	133.6	27.4	145.2	22.4	155.2	18.2	163.6	14.7	170.6	11.9	176.2	9.6	180.8	7.7	184.6	-	-	-	-
225	37.4	150.2	30.8	163.4	25.2	174.6	20.5	184.0	16.6	191.8	13.4	198.2	10.8	203.4	8.6	207.8	-	-	-	-
250	41.5	167.0	34.2	181.6	27.9	194.2	22.7	204.6	18.4	213.2	14.8	220.4	11.9	226.2	9.6	230.8	-	-	-	-
280	46.5	187.0	38.3	203.4	31.3	217.4	25.4	229.2	20.6	238.8	16.6	246.8	13.4	253.2	10.7	258.6	-	-	-	-
315	52.3	210.4	43.1	228.8	35.2	244.6	28.6	257.8	23.2	268.6	18.7	277.6	15.0	285.0	12.1	290.8	9.7	295.6	7.7	299.6
355	59.0	237.0	48.5	258.0	39.7	275.6	32.2	290.6	26.1	302.8	21.1	312.8	16.9	321.2	13.6	327.8	10.9	333.2	8.7	337.6
400	-	-	54.7	290.6	44.7	310.6	36.3	327.4	29.4	341.2	23.7	352.6	19.1	361.8	15.3	369.4	12.3	375.4	9.8	380.4
450	-	-	61.5	327.0	50.3	349.4	40.9	368.2	33.1	383.8	26.7	396.6	21.5	407.0	17.2	415.6	13.8	422.4	11.0	428.0
500	-	-	-	-	55.8	388.4	45.4	409.2	36.8	426.4	29.7	440.6	23.9	452.2	19.1	461.8	15.3	469.4	12.3	475.4
560	-	-	-	-	62.5	435.0	50.8	458.4	41.2	477.6	33.2	493.6	26.7	506.6	21.4	517.2	17.2	525.6	13.7	532.6
630	-	-	-	-	70.3	489.4	57.2	515.6	46.3	537.4	37.4	555.2	30.0	570.0	24.1	581.8	19.3	591.4	15.4	599.2
710	-	-	-	-	79.3	551.4	64.5	581.0	52.2	605.6	42.1	625.8	33.9	642.2	27.2	655.6	21.8	666.4	17.4	675.2
800	-	-	-	-	89.3	621.4	72.6	654.8	58.8	682.4	47.4	705.2	38.1	723.8	30.6	738.8	24.5	751.0	19.6	760.8
900	-	-	-	-	-	-	81.7	736.6	66.1	767.8	53.3	793.4	42.9	814.2	34.4	831.2	27.6	844.8	22.0	856.0
1,000	-	-	-	-	-	-	90.8	818.4	73.4	853.2	59.3	881.4	47.7	904.6	38.2	923.6	30.6	938.8	24.5	951.0
1,200	-	-	-	-	-	-	-	-	88.2	1,023.6	71.1	1,057.8	57.2	1,085.6	45.9	1,108.2	36.7	1,126.6	29.4	1,141.2
1,400	-	-	-	-	-	-	-	-	102.9	1,194.2	83.0	1,234.0	66.7	1,266.6	53.5	1,293.0	42.9	1,314.2	34.3	1,331.4
1,600	-	-	-	-	-	-	-	-	117.5	1,365.0	94.8	1,410.4	76.2	1,447.6	61.2	1,477.6	49.0	1,502.0	39.2	1,521.6
1,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106.6	1,586.8	85.8	1,628.4	68.8	1,662.4	55.1	1,689.8	44.0	1,712.0
2,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118.4	1,763.2	95.3	1,809.4	76.4	1,847.2	61.2	1,877.6	48.9	1,902.2



TIS 982-2013

de : Pipe Outside Diameter, mm = เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (มม.)
e : Wall Thickness, mm = ความหนาผนัง (มม.)
ID : Approximate Internal Diameter

11.19 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานท่อเหล็ก วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยความยาว เมตร ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อแล้วเสร็จถึงสถานที่ก่อสร้าง และ 40% ของราคาต่อหน่วย เมื่อติดตั้ง เคลือบสีและทดสอบท่อ แล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้งและทดสอบการรั่วซึมและแรงดัน ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ การวัดงานท่อเหล็ก จะวัดหรือคำนวณเป็นความยาวจริงตามแนวศูนย์กลางท่อเหล็ก

(2) งานท่อเหล็กงอ ท่อเหล็กลดขนาด และท่อเหล็กแยก วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือท่อน ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งชิ้นงานแล้วเสร็จถึงสถานที่ก่อสร้าง และ 40% ของราคาต่อหน่วย เมื่อติดตั้งเคลือบสีและทดสอบชิ้นงานแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาชิ้นงาน ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้งและทดสอบ เคลือบสี 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 หรือ Double Orifice Air Valve ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือแห่งตามที่กำหนดในแบบหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งประกอบด้วย งานติดตั้งท่อระบายอากาศ งานเจาะรู งานตัด เชื่อม กลึง งานเคลือบสี ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานติดตั้งท่อระบายอากาศที่ PENSTOCK แต่ละแห่งเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

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

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

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

(9) งานท่อ HDPE วัดปริมาณงานในหน่วยความยาวเมตร ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อแล้วเสร็จถึงสถานที่ก่อสร้าง และ 40% ของราคาต่อหน่วย เมื่อติดตั้ง และทดสอบท่อ แล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ ค่าขนส่ง ค่าเชื่อมต่อ ประกอบติดตั้ง และทดสอบการรั่วซึมและแรงดัน และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ การวัดงานท่อ HDPE จะวัดหรือคำนวณเป็นความยาวจริงตามแนวศูนย์กลางท่อ HDPE

(10) งานท่อ PVC วัดปริมาณงานในหน่วยความยาวเมตร ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อแล้วเสร็จถึงสถานที่ก่อสร้าง และ 40% ของราคาต่อหน่วย เมื่อติดตั้ง และทดสอบท่อ แล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ ค่าขนส่ง ค่าเชื่อมต่อ ประกอบติดตั้ง และทดสอบการรั่วซึมและแรงดัน และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ การวัดงานท่อ PVC จะวัดหรือคำนวณเป็นความยาวจริงตามแนวศูนย์กลางท่อ PVC

หมวดที่ 12

งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการและบ้านพัก
(BUILDING CONSTRUCTION)

หมวดที่ 12

งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการ และบ้านพัก

(BUILDING CONSTRUCTION)

12.1 การเตรียมสถานที่

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเตรียมสถานที่โดยปรับพื้นที่ เช่น การถางป่า ขุดต่อ กำจัดรากไม้ วัชพืช ตลอดจนสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้เรียบร้อย บรรดาสิ่งที่ไม่ต้องการให้ขนย้ายไปทิ้ง ณ บริเวณที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้

12.2 การขุดหลุมฐานราก

การขุดดินหลุมฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดกันหลุมให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของหลุมฐานรากที่กำหนดในแบบประมาณ 0.30 ม. โดยรอบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมก่อสร้างเห็นสมควรทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การตั้งไม้แบบเทคอนกรีตฐานราก ปากหลุมต้องขุดให้ผายออกเพื่อป้องกันดินพังดินที่ขุดขึ้นจากกันหลุมต้องขนย้ายไปกองไว้ให้ห่างจากขอบหลุมจนเกินระยะแนวทรงตัวของดิน

12.3 งานโครงสร้าง

12.3.1 คอนกรีตเสริมเหล็ก

จะใช้งานฐานราก เสา คาน พื้น ฐานรองรับท่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฐานใต้อาคารและร่องวางสายเคเบิล วัสดุที่ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หรือ กรวด หิน เหล็ก ไม้แบบ เป็นต้น ขนาดคุณภาพ วิธีการทำงาน และการตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 - งานคอนกรีต

กำลังของคอนกรีตเสริมเหล็กหลังจากหล่อแล้ว 28 วัน ต้องรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง โดยการกดแท่งทดลองรูปทรงกระบอกขนาด Ø 6 นิ้ว สูง 12 นิ้ว

การถอดแบบหล่อคอนกรีต จะถอดไม้แบบหล่อคอนกรีตและไม้ ค้ำยันได้ต่อเมื่อได้ทิ้งระยะเวลาหลังจากการหล่อคอนกรีตลงแบบเรียบร้อยแล้ว ไม่น้อยกว่าเวลาที่กำหนดไว้ดังนี้

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

การบ่มคอนกรีต เมื่อคอนกรีตมีผิวหน้าแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีให้น้ำรดให้เปียกชุ่มโดยตลอด และเมื่อถอดแบบหล่อด้านข้างออกแล้ว ให้ใช้กระสอบป่านชุบน้ำปกคลุมไว้ พร้อมทั้งต้องรดน้ำให้กระสอบเปียกชุ่มอยู่เสมอเป็นเวลาดำเนินการติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน ส่วนพื้นที่ให้ทำคันดิน

แบ่งออกเป็นพื้นที่เล็กๆ ไว้โดยรอบและให้ล่อน้ำซึ่งไว้พื้นสูงไม่น้อยกว่า 5 ซม. เป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน การบ่มนี้อาจใช้น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) ก็ได้แต่ต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

12.3.2 งานไม้

ไม้ทุกชนิดที่ผู้รับจ้างนำเข้ามาใช้งาน จะต้องเป็นไม้ที่ถูกต้องตามกฎหมายทุกประการแล้วห้ามนำไม้ผิดกฎหมายเข้ามาในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาไม้ตามชนิด ขนาด ตามที่กำหนดในแบบโครงสร้างของอาคารตามที่กำหนด มาติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบ 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

คุณสมบัติของไม้

(ก) ต้องเป็นไม้ที่แห้ง หรือผึ่งมาแล้ว

(ข) ไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาผิดปกติให้คัดออก

(ค) ต้องไม่มีตา ไม้มีรอยแตกร้าว ไม่มีรู ไม้คด

ขนาดไม้ใส่ปรุงแต่ง

(ก) ไม้ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบเป็นอาคาร ส่วนที่เห็นได้ด้วยตา ต้องใส่ปรุงแต่งให้เรียบร้อย

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

ขนาดหนา	$\frac{1}{2}$ นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$\frac{3}{8}$	นิ้ว
ขนาดหนา	1 นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1\frac{3}{16}$	นิ้ว
ขนาดหนา	$1\frac{1}{2}$ นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1\frac{3}{4}$	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) เหล็กกล้าอะมุนรีดร้อน	
ชนิดแผ่นหนา แผ่นบาง และแผ่นแถบ	มอก. 528-2548
(ค) เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม	มอก. 20-2559
(ง) เหล็กหล่อเทา	มอก. 536-2527
(จ) สลักเกลียว	
(1) Mild Steel	ASTM A 36, A 307
(2) High Strength	ASTM A 325
(ฉ) ท่อเหล็กกล้า (Black Steel Pipe)	มอก. 276-2562
(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 ช่อ แป ทุกอัน ได้ขันยึดด้วยสลักยึดแป้นเกลียว (Sag Rod) อย่างดีแล้ว และอยู่ในลาดและระนาบเดียวกัน
 - (ข) ตรวจทิศทางทางลม ฝน ว่ามีมากทางใด เมื่อประเมินผลได้แล้วก็ตั้งต้นมุงสวนกับทิศทางลม เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้าทางลอนหางได้อย่างดี
 - (ค) Metal Sheet ที่ใช้มุงหลังคาให้ติดตั้งตามวิธีที่ผู้ผลิตกำหนด

12.3.4 การตีฝ้าเพดาน

- (1) ฝ้าเพดาน ให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด ชนิดมีฉนวนกันความร้อน หนา 9 มม. หรือมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า
- (2) โครงโครงฝ้าเพดาน ใช้โครงโครงอลูมิเนียม T-BAR ชนิดแขวนด้วยลวดออบสังกะสี ชนิดปรับระยะได้ขนาดระยะของโครงโครง 0.60x1.20 ม. T-BAR ขนาด 1"x1 1/2" หนา 0.9 มม.
- (3) การติดตั้ง
- การติดตั้งโครงโครงอลูมิเนียม T-BAR ต้องเป็นไปตามระบุในแบบ ฝ้าเพดานที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องแข็งแรง เรียบร้อยได้แนว ได้ฉาก และได้ระดับ ความสูงของฝ้าเพดานจะต้องเป็นไปตามระบุในแบบ การติดตั้งฝ้าเพดานจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยช่างที่ชำนาญโดยเฉพาะ ก่อนติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องส่ง SHOP DRAWINGS แสดงแนวฝ้าและระดับที่จะติดตั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจเพื่อปรับระยะต่างๆ ได้ตามความเหมาะสมและได้รับอนุมัติก่อนจึงทำการติดตั้งได้
- (4) บนหลังแผ่นฝ้าจะปูปิดด้วยฉนวนกันความร้อนประเภท Micro fiber บรรจุอยู่ในถุง Aluminum foil หนา 3" ผู้รับจ้างต้องเสนอประเภทของฉนวนกันความร้อนให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนนำมาใช้งานและราคาค่าก่อสร้างของฉนวนกันความร้อนนี้ให้คิดราคารวมอยู่ในงานทำฝ้าเพดาน ยิบซัมบอร์ด
- สำหรับฝ้าเพดานในห้องน้ำให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ดหนา 6 มม. หรือมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า ยึดติดกับโครงโครงไม้เนื้อแข็ง

12.3.5 งานก่ออิฐ

- (1) ให้ใช้อิฐก่อสร้างสามัญขนาดประมาณ 3.50x7.50x15 ซม. เผาด้วยความร้อนสูงแข็งแกร่ง ไม่บิดเบี้ยว หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ
- (2) ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ตามมาตรฐาน มอก. 80
- (3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมีขนาดดังนี้
 - ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 8 100 เปอร์เซนต์
 - ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 40 15-40 เปอร์เซนต์
 - ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 100 0.10 เปอร์เซนต์
- (4) น้ำ น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากน้ำมัน กระ ด่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อน จึงนำมาใช้ได้
- (5) ส่วนผสมของปูนก่อ ปูนก่อผนังโดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้
 - ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
 - ทรายหยาบร่อนแล้ว 3 ส่วน (โดยปริมาตร)
 - ปูนขาวร่อนแล้ว 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
- (6) การผสม ต้องผสมในกะบะซึ่งน้ำรั่วไม่ได้ นำทรายและปูนขาวซึ่งผ่านการร่อนแล้วมาผสม คลุกเคล้ากันตามส่วนที่กำหนด จนกลมกลืนเป็นสีเดียวกัน แล้วใช้น้ำหมักไว้ เมื่อนำไปใช้จึงนำปูนซีเมนต์ ผสมลงตามส่วนที่กำหนด แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด
- (7) วิธีการก่ออิฐ
 - (ก) จะต้องเตรียมสถานที่การก่ออิฐให้เรียบร้อย เช่น แนว ระดับ รอยต่อ จะต้องสะอาดและ ทำให้ขรุขระ
 - (ข) อิฐที่ใช้ก่อทุกก้อนจะต้องแช่น้ำให้อ่อน
 - (ค) การก่ออิฐจะต้องมีระยะห่างรอยต่อระหว่างแผ่นอิฐ โดยรอบแผ่นประมาณ 1 ซม. ถ้าก่ออิฐผนังสูงและกว้างเกินกว่า 3.0 ม. จะต้องเสริมความมั่นคงของผนังด้วยคานทับหลัง ค.ส.ล. ในระดับ ความสูงและความกว้างที่เหมาะสม
 - (ง) การก่ออิฐในผนังเดียวกัน จะต้องก่ออิฐให้เต็มความกว้างของผนัง โดยมีความสูง ในการก่อใกล้เคียงกัน ห้ามก่อผนังอิฐส่วนหนึ่งส่วนใดสูงกว่าส่วนที่เหลือเกิน 1 เมตร
 - (จ) เมื่อก่ออิฐเสร็จแล้ว จะต้องไม่ถูกกระทบกระเทือนด้วยแรงใดๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
 - (ฉ) ในกรณีที่ต้องติดวงกบประตู หน้าต่าง ต้องจัดทำให้เรียบร้อยก่อนฉาบปูนและวงกบ ควรยึดติดอยู่กับเอ็น ค.ส.ล. ขนาด 0.07x0.10 ม. โดยรอบ
 - (ช) คานและเสาเอ็น ค.ส.ล. ต้องมีเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 2 - Ø 9 มม. และเหล็กปลอกขนาด ไม่น้อยกว่า Ø6 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 ต่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้
- (6) ส่วนผสมของปูนฉาบ โดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้
 - ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
 - ทรายร่อนแล้ว 4 ส่วน (โดยปริมาตร)
 - ปูนขาวร่อนแล้ว 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
- (7) การผสมในงานปูนฉาบทั่วไป ที่ต้องการความรวดเร็วและคุณภาพดี ให้นำทรายปูนขาวตามส่วนที่กำหนดคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วร่อนแยกไว้ ในกรณีที่มีเวลาพอให้หมักทรายปูนขาวไว้ก่อน 4-5 ชั่วโมง เพื่อให้งานฉาบง่ายขึ้น และทรายอมน้ำไม่ก่อให้เกิดการแตกร้าวในภายหลัง เมื่อนำไปใช้จึงนำซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนดแล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด การฉาบกระทำภายใน 45 นาที หลังการผสม และไม่ควรนำปูนที่ผสมนานเกินกว่า 2 ชั่วโมง มาใช้งาน
- (8) วิธีการฉาบปูน ผนังที่ทำด้วยอิฐต่างๆ กัน จะฉาบยากง่ายไม่เหมือนกัน การยึดปูนฉาบกับผนังก็ต่างกัน งานฉาบเสาหรือคานคอนกรีตการจับเหล็กเสริมเสาหรือคาน จำเป็นต้องใช้ปูนเค็มหรือปูนรองพื้นไว้ชั้นหนึ่งก่อน เพื่อให้เป็นตัวยึดเกาะเมื่อลงปูนรองพื้นไว้ และแข็งตัวเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 48 ชั่วโมง จึงฉาบด้วยปูนฉาบที่ได้เตรียมไว้ การฉาบให้ปาดเกรียงไปมาให้ผิวเรียบ และอาจจะต้องพรมน้ำหลายครั้งในการแต่งผิวปูน แล้วท้ายที่สุด ควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำ กวาดผิวฉาบที่หมาดสนิทแล้ว เพื่อให้ผิวฉาบนั้นดูเรียบเรียบร้อยสวยงาม
- (9) น้ำยาผสมปูนฉาบ

ในการผสมปูนฉาบ ผู้รับจ้างสามารถใช้ น้ำยาผสมปูนฉาบแทนปูนขาว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอการใช้ น้ำยาพร้อมทำข้อกำหนดต่างๆ ของน้ำยาผสมต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หรือวิศวกรควบคุมงานเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

12.3.7 การก่อคอนกรีตบล็อก

- (1) ให้ใช้คอนกรีตบล็อกขนาด 20x40 ซม. ตามมาตรฐาน มอก.58
- (2) คุณภาพส่วนผสมของปูนที่ใช้ก่อให้เป็นไปตามข้อ 12.4.4
- (3) จะต้องก่อให้ได้แนวตั้งแนวตั้ง และแนวนอน ทำการเชาหรือดูสวยงามตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

12.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์

12.4.1 ประตูเหล็กม้วน

- หมายถึง การจัดหา ติดตั้งประตูม้วนเหล็กให้ใช้ได้ตามจุดประสงค์ตามรายละเอียดดังนี้
- (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 และสามารถเปิด-ปิด ด้วยมือได้ในกรณีไฟฟ้าดับ

12.4.2 วงกบ

ประตู-หน้าต่าง ให้ใช้ไม้เนื้อแข็ง PVC หรืออลูมิเนียม วัสดุ ขนาดตามที่ระบุแบบ การประกอบติดตั้งจะต้องเป็นไปตามหลักการช่างที่ดี วงกบได้ฉากไม่บิดงอเสียรูปทรง

12.4.3 บานประตู

เป็นบานไม้สักอัดหรือบานกระจกกรอบอลูมิเนียมหรือ บาน PVC ความหนา และขนาดตามแบบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดในแบบ

12.4.4 หน้าต่าง

กรอบบานไม้เนื้อแข็งหรือบานกระจกกรอบอลูมิเนียม ความหนา และขนาดตามแบบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดในแบบขนาดตามแบบ

12.4.5 กระจก

กระจกมีความหนา และขนาดตามแบบ คุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 54 ชั้นคุณภาพ B ซึ่งผลิตในประเทศไทย การติดตั้งกระจกจะต้องใส่ฟุตติ้งกันกระจกสั่นด้วย

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 ด้านในล็อคด้วยปุ่มบิดชนิดโครเมียม ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ากุญแจยี่ห้อ ALPHA หรือเทียบเท่า

(ค) กลอน ใช้กลอนทองเหลืองเหล็ย 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

ต้องเป็นอลูมิเนียมรูปพรรณ ที่คุณภาพตามมาตรฐาน ASTM B-209 หรือมาตรฐานอื่นที่มีคุณภาพ เทียบเท่าผิวด้านนอกของอลูมิเนียมต้องผ่านการเคลือบผิวด้วยกรรมวิธี Anodize ความหนาของโครงกรอบ วงกบต้องไม่น้อยกว่า 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 หรือสีน้ำตาลม่นเรียบสนิทกับ กำแพงที่ขอบบน และสนิทกับพื้นขอบล่าง การตัดเข้ามุมจะต้องเรียบสนิท

(3) จมูกยางกันลื่น จะต้องเป็นชนิดกันลื่น มีรูปร่างเป็นมุมฉาก ขอบมนสนิทกับพื้น

(4) กาวสำหรับปูพื้น จะต้องเป็นชนิดกันน้ำ มีคุณภาพตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(5) การปูกระเบื้องยาง พื้นคอนกรีตที่จะปูกระเบื้องยางทับ จะต้องเรียบแห้งสนิทสะอาดปราศจาก ฝุ่น น้ำมัน ผิวคอนกรีตที่ขรุขระต้องแต่งให้เรียบร้อย การทา กาวให้ใช้เกรียงชนิดเป็นร่องและจะต้องให้มี กาวเสมอกันทั่วทั้งห้อง การปูกระเบื้องจะต้องปูให้เรียบ รอบต่อของกระเบื้องยางจะต้องสนิท มุมชนกันให้เรียบร้อย

(6) ภายหลังปูกระเบื้องยาง และเชิงผนังเรียบร้อยแล้ว จะต้องเปิดประตูหน้าต่างให้มีอากาศ พวยเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

(7) ห้ามปูกระเบื้องยางจนกว่างานส่วนอื่นๆ รวมทั้งงานทาสีได้ดำเนินไปแล้ว ไม่น้อยกว่า 90% การปูกระเบื้องยางจะต้องใช้ช่างชำนาญทางด้านนี้โดยเฉพาะและจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของ บริษัทผู้ผลิต

(8) ภายหลังจากปูกระเบื้องยางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาด และลงน้ำมันชนิดแว๊กน้ำ อย่างน้อย 2 ครั้ง และขัดด้วยเครื่องให้ขึ้นเงา ห้ามเทน้ำธรรมดาหรือน้ำสบู่เพื่อล้างโดยเด็ดขาด

12.6 งานปูกระเบื้องโมเสกและกระเบื้องเคลือบ

(1) ให้ใช้กระเบื้องโมเสกขนาด 8"x8" หรือตามที่ระบุในแบบ ปูพื้นและกระเบื้องเคลือบ ขนาด 8"x8" นิ้ว หรือตามที่ระบุในแบบ ปูผนังของห้องน้ำและปูผนังของถังเก็บน้ำทั้งภายนอกและภายใน มีคุณภาพเทียบเท่า มอก. 38

(2) การขนส่งกระเบื้องโมเสก และกระเบื้องเคลือบจะต้องบรรจุภายในกล่องให้เรียบร้อย และ จะต้องเก็บไว้ในที่ซึ่งไม่มีความชื้น จนกว่าจะนำมาใช้

(3) ให้ทำการฉาบปูนผนังให้เรียบร้อย พร้อมทั้งจะปูกระเบื้องเคลือบได้ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง ก่อนจะปูกระเบื้องเคลือบให้รดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้อง การปูอาจจะใช้ ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยัดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนซีเมนต์ขาวยาตามรอยต่อ และทำ ความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนปูนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(4) การปูพื้น ให้ฉาบปูนพื้นให้ได้ระดับความเอียงลาดที่ต้องการ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง และก่อนปูกระเบื้องโมเสคให้รดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้องโมเสค การปูอาจจะให้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยัดตัวแล้วให้ใช้ปูนขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(5) ส่วนใหญ่ที่จะต้องติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ให้เตรียมไว้สำหรับการติดตั้งต่อไปด้วย อนึ่ง ก่อนปูกระเบื้องจะต้องวางท่อประปา และท่อระบายน้ำให้เรียบร้อย

12.7 งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE (พื้นป้องกันกรด)

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

12.8 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 ปรับความเอียงได้รอบมุมยึดสองข้าง

การติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์ตามรายการข้างบนนี้ให้ครบตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนด

12.9 การทาสี

(1) การทาสี ให้ทาสีผนัง เพดาน โครงสร้าง โครงเหล็กอื่นๆ ที่เห็นกับตา ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมผิวที่จะทาสี ผิวที่จะทาสีทั้งหมดจะต้องเรียบ สะอาด ปราศจากฝุ่น และขี้ปูน จะต้องแห้งสนิทจึงจะทำการทาสีได้ ไม่ที่จะทาสีจะต้องอุดรูและขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย

(3) กรรมวิธีการในการทาสี

กรรมวิธีการทาสีให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเลือกสี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดให้ในภายหลัง

(4) ชนิดของสี

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

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

(ค) งานเคลือบเงาไม้ ให้ทาสีด้วยสี URETHANE VANISH 3 ชั้น

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

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

(ฉ) งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE

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

(5) งานฝีมือ

- งานทาสีทั้งหมดจะต้องกระทำโดยช่างทาสีที่มีฝีมือ
- สีที่ทาเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องเรียบ ไม่เห็นรอยแปรงและจะต้องมีสีสม่ำเสมอทั้งหมด
- ผิวหน้าของไม้ที่ทาด้วยสีน้ำมันวานิช จะต้องเรียบเป็นเงาโดยสม่ำเสมอ
- สีที่ทาไว้ไม่เรียบร้อยแล้วจะต้องทาสีทับหน้าใหม่ โดยการทาสีทับหน้าทั้งแผ่น

(6) ภายหลังการทาสีเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องมีหนังสือรับรองและประกันผลงานของการทาสีจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 2 ปี มอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

12.10 ระบบท่อสุขาภิบาล (Plumbing Work)

(1) ขอบเขตของงาน

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

(ข) ระบบท่อน้ำใช้ซึ่งต่อจากถังเก็บน้ำเชื่อมต่อกับระบบท่อในอาคาร จะต้องทดสอบแรงดันน้ำ 1.5 เท่าของแรงดันน้ำสูงสุดที่ใช้งาน และให้คงแรงดันไว้ 30 นาที เพื่อตรวจสอบการรั่วซึม

(ค) ภายในหกสิบ (60) วัน ก่อนเริ่มงานอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและคุณภาพวัสดุในระบบท่อให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(2) วัสดุ

การใช้วัสดุหากมิได้ระบุในแบบ หรือสั่งการโดยผู้ว่าจ้างให้เป็นอย่างอื่นฯ ให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบท่อตามข้อกำหนดในบทนี้ ดังต่อไปนี้ คือ

(ก) ระบบท่อน้ำใช้

1) ท่อเหล็กอบสังกะสีและข้อต่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2" และ 1" ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 277 Class 2

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

3) อุปกรณ์ประตุน้ำ ให้ใช้ประตุน้ำเหล็กหล่อ ตามมาตรฐาน มอก. 256 สำหรับใช้งานประจำ

(ข) ท่อระบายน้ำโสโครก และท่ออากาศ

1) ท่อ PVC และข้อต่อสำหรับน้ำเสีย ต้องเป็นท่อตามมาตรฐาน มอก. 17 Class 8.5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2" ถึง 4"

2) Floor Drain ที่พื้นห้องน้ำ ต้องมีตะแกรงถอดออกได้ กันสิ่งสกปรกก่อนแข็งเข้าไปอุดในเส้นท่อระบายน้ำโสโครก

3) ท่อระบายอากาศจากเส้นท่อน้ำทิ้งและท่ออากาศที่บ่อเกราะต้องมีกำบังกันน้ำฝนและตะแกรงป้องกันแมลงเข้าไปอาศัยอยู่ และป้องกันการอุดตันด้วย

(3) การติดตั้งระบบท่อ

(ก) ท่อน้ำใช้ซึ่งต่อจาก Inlet Valve การต่อบรรจบท่อให้ใช้หน้างานเหล็กกล้าอบสังกะสีพร้อมสลักแป้นเกลียว

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

(ค) ในกรณีเป็นท่อเหล็กอบสังกะสีฝังในดิน จะต้องเคลือบด้วยยางมะตอย AC ร้อนเพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวท่อ

(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) ท่อน้ำน้ำเข้าจาก Inlet Value และท่อระบายน้ำล้น ท่อระบายน้ำทิ้ง ท่อประปาจ่ายน้ำเข้าอาคารต่างๆ ให้เป็นท่อ PVC หรือตามที่กำหนดในแบบ

(ง) การจัดและติดตั้งถังเก็บน้ำใช้ส้วกและแป้นเกลียว

12.11 ป้ายชื่อโครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างประดับตกแต่งแผ่นป้ายชื่อโครงการ ดังที่แสดงไว้ในแบบแผ่นป้ายชื่อโครงการจะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

(2) การตกแต่งแผ่นป้าย

(ก) พื้นรับรองชื่อ ให้เป็นพื้นทรายล้าง ส่วนด้านหลังเป็นปูนทรายฉาบเรียบ

(ข) สีของทรายและสีของด้านหลังของแผ่นป้าย จะกำหนดโดยผู้ว่าจ้าง การทาสีปูนฉาบเรียบให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดที่ 13

(ค) ตัวอักษรชื่อป้ายตามแบบ

(3) การก่ออิฐ

การก่ออิฐโชว์แนวของบ่อปลูกต้นไม้ประดับ การก่ออิฐให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดนี้ การซักร่องจะต้องสม่ำเสมอและขอบร่องจะต้องมนกลม ส่วนการทาสีให้เป็นไปตามข้อกำหนดชนิดของแลบสีให้เป็นไปตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดภายหลัง

(4) พันธุ์ไม้และดิน

ผู้รับจ้างจะต้องหาดินเพื่อปลูกไม้ประดับ ไม้ประดับต้องเป็นพันธุ์ที่แข็งแรง ทนต่อดินฟ้าอากาศได้ดี จะเป็นพันธุ์ไม้ดอกหรือพันธุ์ไม้ใบก็ได้ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

12.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานอาคารโรงไฟฟ้า และงานอาคารควบคุมอื่นๆ วัดปริมาณงานเป็นหน่วยตามที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามรายละเอียดงานที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานโครงสร้างอาคาร งานผนังและพื้นงานประตูหน้าต่าง งานหลังคา งานสุขภัณฑ์ งานสี และงานร่องวางสายไฟฟ้า การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ประกอบและติดตั้ง และงานไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล จนแล้วเสร็จ

(2) งานอาคารที่พักอาศัย วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยหลัง ตามตำแหน่งที่ตั้งที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารที่พักอาศัย การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้างอาคาร ค่าประกอบและติดตั้งหลังคา ประตูหน้าต่าง งานสุขภัณฑ์ งานไฟฟ้าและระบบสุขาภิบาล จนแล้วเสร็จ

(3) งานอาคารโรงรถ ป้อมยาม บ่อวาล์วหรือ Pit Valve รั้ว ประตูทางเข้า ป้ายชื่อโครงการ เสาธง แผงกัน หอหรือแท่งค้ำน้ำ งานระบายน้ำฝน และลานจอดรถ วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยหลังหรือแห่งตามรายการที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาแบบหรือออกแบบงานตามรายการที่ระบุนี้ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ค่าประกอบและติดตั้งจนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 13

งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)

หมวดที่ 13 งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)

13.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ หมายถึง งานที่อาจจะมียกเว้นเนื่องจากที่ได้กล่าวมาจากบทอื่นๆ เช่น งานปลูกหญ้า งานเคลือบผิวพื้น งานกล่องกระชุน งานปูแผ่นใยสังเคราะห์ งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ งานป้องกันลาด ความชัน และงานภูมิทัศน์ เป็นต้น

13.2 งานปลูกหญ้า (SODDING)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปลูกหญ้าตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ การปลูกหญ้าจะกระทำเพื่อป้องกันการกัดเซาะของน้ำฝนในบริเวณลาดของทำนบกั้น คันทางหรือในที่อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง การปลูกจะต้องกระทำบนชั้นของหน้าดินที่มีปุ๋ยหรืออินทรีย์วัตถุปนอยู่ ความหนาของชั้นหน้าดินต้องไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบรูป และจะต้องปรับเกลี่ยให้เรียบสม่ำเสมอก่อนทำการปลูก การปลูกหญ้าจะต้องปฏิบัติดังนี้

13.2.1 วัสดุที่ใช้

หญ้าที่นำมาปลูกจะต้องเป็นหญ้าพันธุ์พื้นเมืองที่มีกำเนิดในประเทศไทย ไม่มีพิษ หรือไม่ทำอันตรายต่อคนและสัตว์ และต้องไม่เป็นชนิดที่รบกวนต่อการเจริญเติบโตของพืชผลทางการเกษตร

13.2.2 วิธีการปลูก

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

(2) การปลูกหญ้าต้องใช้หญ้าส่วนที่มีรากติดอยู่อย่างสมบูรณ์ พร้อมทั้งกลบทับโดยรอบด้วยดินเดิมที่มีความชื้นเพียงพอ

(3) ทันทีภายหลังจากการปลูกจะต้องรดน้ำให้เปียกชุ่มอย่างทั่วถึง และต่อจากนั้นจะต้องหมั่นดูแลรดน้ำเป็นระยะๆ จนกว่าหญ้าจะเจริญงอกงามปกคลุมตลอดพื้นที่ที่ต้องการ ค่าใช้จ่ายในการรดน้ำดังกล่าวจะรวมอยู่ในราคาของงานปลูกหญ้าตามที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้าง

(4) การปลูกหญ้าจะกระทำเฉพาะในช่วงฤดูที่เห็นว่าหญ้าสามารถจะเจริญเติบโตได้ตามการอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเท่านั้น

(5) ผู้รับจ้างอาจใช้วิธีการปลูกหญ้านอกเหนือจากที่กำหนด เช่น วิธีปลูกเป็นจุด หรือการหว่านเมล็ด ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

13.3 งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำให้ได้ตำแหน่ง แนว ระยะ ขนาด รูปร่าง และระดับตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) การทำงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้ผู้รับจ้างจัดทำตามการทำงานคอนกรีตหมวดที่ 7 การทาสี ให้จัดทำตามที่กำหนดในแบบ ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีห่อของสีให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อน ดำเนินการทาสี การทาสีต้องปฏิบัติตามวิธีการที่ผู้ผลิตแนะนำโดยเคร่งครัด

(3) การขุดหลุมฝังเสา ต้องมีขนาดเหมาะสมตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การถมดิน บดอัดกลับจะต้องบดอัดให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor Compaction Test ตาม ASTM D 698-78

13.4 งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป

13.4.1 งานพื้นและผิวพื้น

(1) พื้นผิวกรวดล้าง-ทรายล้าง

การเตรียมพื้นจะต้องทำความสะอาดผิวหน้าของพื้นเดิมและแบ่งพื้นที่ตามลวดลายของพื้นที่ กำหนดในแบบและทำผิวกรวดล้าง - ทรายล้างให้ได้ขนาดและสีตามแบบตัวเม็ดกรวดหรือทรายและ ช่องว่างจะต้องสม่ำเสมอไม่มีเศษวัสดุอื่น หรือคราบน้ำมันเจือปน ระดับผิวพื้นจะต้องเรียบสม่ำเสมอ มีทิศทางการระบายน้ำที่ดีไม่มีน้ำขังที่ผิวพื้น ผู้รับจ้างจะต้องทำตัวอย่างของพื้นผิวมาให้ดูเป็นตัวอย่าง โดยผ่านการอนุมัติเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อนจึงจะลงมือทำงานได้ด้วยอย่างที่น่ามา ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 0.60x0.60 ม.

(2) พื้นผิวปู INTER LOCKING BLOCK

การเตรียมพื้นที่จะต้องปรับบริเวณที่จะปู INTERLOCKING BLOCK ให้เรียบปราศจาก เศษวัสดุที่มีขนาดใหญ่และบดอัดในพื้นผิวเดิมเป็นชั้นแรกให้แน่น จากนั้นจึงใช้ทรายหยาบพรมน้ำบดอัดให้แน่น ตามที่ระบุในแบบ จากนั้นจึงทำการเริ่มปู INTERLOCKING BLOCK ตามแบบและใช้ทรายละเอียดตาม แนวรอยต่อเป็นชั้นตอนสุดท้าย การปู INTERLOCKING BLOCK จะต้องปูให้ชิด แน่น และพื้นผิวเรียบ สม่ำเสมอมีทิศทางการระบายน้ำพื้นผิวที่แน่นอนไม่มีน้ำขัง

(3) พื้นผิวปูหินทราย

การเตรียมพื้นที่จะต้องปรับบริเวณที่จะปูหินทรายให้เรียบ เทคอนกรีตหยาบเพื่อเป็นฐานยึด แผ่นหินทรายหนาไม่ต่ำกว่า 5 ซม. ทั้งนี้ตามระดับพื้นผิวที่กำหนดในแบบ แผ่นหินทรายจะต้องได้ขนาดและ สีตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องนำแผ่นตัวอย่างมาให้ดูโดยผ่านการอนุมัติเห็นชอบจาก คณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อนจึงจะลงมือทำงานได้

(4) พื้นผิวคอนกรีตหยาบ

การเทคอนกรีตต้องปรับพื้นผิวให้เรียบและความลาดเอียงตามที่ระบุในแบบก่อสร้างด้วย ปูนทราย ส่วนผสม ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน : ทราย 1 ส่วน กรณีผิวพื้นเป็นสี การผสมสีให้ผสมกับซีเมนต์ที่เทในส่วนบน

(5) การตรวจสอบระดับความลาดและฝีมือการปู

ในกรณีที่การก่อสร้างพื้นผิวทุกชนิด ระดับผิดไปจากแบบหรือความลาดไม่เพียงพอทำให้เกิดน้ำขัง หรือปูไม่เรียบ ไม่ได้แนว แลดูไม่สวยงามผู้รับจ้างต้องทำการรื้อส่วนนั้นออกและทำการก่อสร้างใหม่โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

(6) งานคันขอบคอนกรีต

ให้ผู้รับจ้างจัดหาคันขอบคอนกรีตเพื่อวางแนวในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ทางเดินเท้าหรือสวนหรือลานจอดรถตามที่ระบุในแบบ

13.4.2 งานระบายน้ำ

(1) วัสดุ

(ก) งานพื้นผิว ทำความสะอาด เทปูนทรายปรับระดับให้ได้ความลาดเอียงตามระบุในแบบก่อสร้าง

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

(2) กรรมวิธีการก่อสร้าง

(ก) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระดับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับของรางระบายน้ำอย่างละเอียดถี่ถ้วน รวมทั้งตำแหน่งของบ่อน้ำก่อนทำการก่อสร้าง และทำการปรับระดับให้ได้ความลาดเอียงตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

(ข) กรรมวิธีการก่อสร้างงาน ค.ส.ล. ถูตามรายละเอียดตามแบบวิศวกรรมโครงสร้างและมาตรฐานที่ระบุในรายละเอียดด้านวิศวกรรมนี้

(3) ฝาตะแกรงและตาข่ายกรองที่นำมาใช้ ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบอนุมัติก่อนนำมาใช้ได้

(4) การถมดินปลูก ให้ถือตามรายละเอียดการเตรียมดินปลูกต้นไม้โดยก่อนทำการใส่ดินปลูก ผู้รับจ้างต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบการวางท่อให้เรียบร้อยก่อนจึงจะทำการใส่ดินได้

(5) ก่อนการส่งมอบงานครั้งสุดท้าย ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดที่ระบายน้ำทั้งหมดให้เรียบร้อยใช้การได้ดี

13.4.3 งานระบบให้น้ำ

(1) ท่อและการเดินท่อ

ท่อทั้งหมดตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ใช้ท่อ PVC Class 13.5 มอก. 17-2561 ท่อทั้งหมดจะต้องฝังดินไม่น้อยกว่า 30 ซม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

13.5 งานเข็มเจาะ

1) ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาวัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ต่าง ๆ จำเป็นเพื่อทำงานเสาเข็มเจาะให้ถูกต้องตามแบบรายละเอียดที่กำหนดให้ เสาเข็มเจาะให้ใช้แบบกลม (ROUND SHAPE) รวมทั้งก่อนการดำเนินงานเจาะเสาเข็มเจาะนั้นจะต้องได้รับการยืนยันความสามารถในการรับน้ำหนักจากผลเจาะทดสอบดิน จากหลุมทดสอบไม่น้อยกว่า 2 หลุม ว่าสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากกว่าหรือเทียบเท่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่ระบุในแบบ

2) วัสดุเสาเข็มเจาะ

(1) water cement ratio

กำลังอัดเฉลี่ย 300 กก./ตร.ซม. ของแท่งคอนกรีตทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. X 30 ซม. อายุ 28 วัน น้ำปูนที่ใช้ในงานเสาเข็มเจาะต้องใส่สารเคมีเพื่อให้ น้ำปูนสามารถไหลได้ดี เพื่อให้ น้ำปูนสามารถแทรกซึมไประหว่างช่องว่างทั้งภายในและภายนอก casing สารเคมีผสมในน้ำปูน เพื่อให้ น้ำปูนไหลได้ดี เสนอผลทดสอบให้เจ้าของโครงการพิจารณา ก่อนนำมาใช้

(2) เหล็กเสริม

ตามที่ระบุในแบบ

3) ระบบที่ใช้ทำเสาเข็มเจาะ

กรรมวิธีที่ใช้ในการทำเสาเข็มเจาะของโครงการนี้ให้ใช้ระบบ ลมอัด (Air Rock Drill) แบบโอเวอร์เบอร์เดน (Overburden Drills) หรือสามารถเสนอวิธีอื่นที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การทำงานโดยส่งเสนอวิธีการและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

4) การอัดฉีดน้ำปูนเสาเข็มเจาะ

การอัดฉีดน้ำปูนเสาเข็มเจาะจะต้องอัดฉีดโดยวิธี TREMIE METHOD โดยผู้รับจ้างเสนอวิธีการอัดฉีด ค่า water cement ratio และแรงดันการอัดฉีดน้ำปูน ขออนุมัติกับเจ้าของโครงการ เพื่อให้ น้ำปูนแทรกเต็มพื้นที่ภายใน casing และระหว่างผนัง ภายนอก casing กับผนังดินและหิน ในระหว่างอัดฉีดน้ำปูน ตรวจสอบปริมาณคอนกรีตที่ปนเปื้อนตะกอนก้นบ่อออกจนหมดจึงหยุดการอัดฉีดน้ำปูน

5) ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ในระหว่างการทำเสาเข็มเจาะ

(1) ระยะคลาดเคลื่อนในแนวราบที่ระดับพื้นดินต้องไม่เกิน 5 ซม. โดยวัดขนานกับแนวแกนทั้งสองแกน

(2) ความผิดพลาดในแนวตั้งต้องไม่เกิน 1:100 ของความยาวเข็ม

(3) ในกรณีใดก็ตามความคลาดเคลื่อนของกลุ่มเข็มในฐานรากที่มีเข็มตั้งแต่ 2 ต้น จะต้องไม่เกิน 5 ซม. วัดที่ระดับพื้นดิน

6) ความถูกต้องสมบูรณ์ของงานเสาเข็มแต่ละต้น

เสาเข็มเจาะแต่ละต้นที่เจาะและหล่อคอนกรีตแล้วจะถือว่าถูกต้องสมบูรณ์เมื่อ

- (1) กำลังอัดของคอนกรีตที่เก็บตัวอย่างไว้ก่อนเทมีกำลังอัดไม่ต่ำกว่าข้อกำหนด
- (2) ความผิดพลาดของตำแหน่งไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ข้างต้น
- (3) ความลึกของปลายเสาเข็มได้ระดับตามแบบหรือตามความต้องการของวิศวกรผู้ออกแบบ
- (4) คอนกรีตของเสาเข็มจะต้องจมอยู่ในสภาพที่ดี และมีเส้นผ่าศูนย์กลางได้ขนาดตามที่

กำหนด ตั้งแต่ปลายเสาเข็มจนถึงระดับหัวเสาเข็ม (PILE CUT OFF)

หากเสาเข็มต้นใดเสีย ผู้รับจ้าง จะต้องรับผิดชอบเพื่อแก้ไขโดยอาจทำเสาเข็มขึ้นใหม่ ขยายฐานรากหรือใส่คานเสริมเพื่อให้ฐานรากอาคารสามารถรับน้ำหนักได้อย่างปลอดภัยโดยจะต้องทำตามคำแนะนำของวิศวกรผู้ออกแบบโดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเอง

7) การตรวจสอบเสาเข็มระหว่างทำและทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(1) ระหว่างการทำเสาเข็มเจาะ เมื่อรูเจาะได้ระดับตามต้องการแล้วให้ผู้รับจ้างทดสอบความกว้างความตั้งของรูเจาะโดยเครื่อง DRILLING MONITOR โดยรูเจาะทดสอบเป็นจำนวน 100% ของเสาเข็มในโครงการนี้

(2) หลังจากทำเสาเข็มเสร็จแล้วและผู้รับเหมาจะต้องทำการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มโดยวิธี SONIC INTEGRITY TEST หรือ Seismic Test เพื่อให้เห็นว่าเข็มอยู่ในสภาพสมบูรณ์เป็นจำนวน 100% ของจำนวนเสาเข็มและจะต้องส่งผลทดสอบให้เจ้าของโครงการพิจารณา ภายใน 15 วันหากเสาเข็มต้นใดเสียผู้รับจ้างจะต้องเป็น ผู้รับผิดชอบ โดยอาจเสนอทำเสาเข็มใหม่หรือเสนอการขยายฐานรากหรือเสนอการ ใส่คานเสริมเพื่อให้ฐานรากอาคารสามารถรับน้ำหนักได้อย่างปลอดภัย แก่เจ้าของโครงการโดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างเอง โดยคำวินิจฉัยว่าเสาเข็มต้นใดถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ ให้ถือคำวินิจฉัยของเจ้าของโครงการเป็นที่สิ้นสุด

8) การตรวจสอบเสาเข็มระหว่างทำและทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ระยะเวลาหรือระยะห่างของเสาเข็มเจาะต้นที่ถัดไป จะต้องมียะห่างไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็มต้นที่เจาะเสร็จแล้ว หากต้องการเจาะต้นถัดไปในระยะใกล้กว่านี้จะต้องให้เสาเข็มต้นที่ เจาะเสร็จแล้ว เวลามาผ่านไปไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

9) วิธีการทำเสาเข็มเจาะระบบลมอัด (Air Rock Drill) แบบโอเวอร์เบอร์เดน (Overburden Drills)

(1) ขั้นตอนการเจาะ ระบบ ลมอัด (Air Rock Drill) แบบ โอเวอร์เบอร์เดน (Overburden Drills) ในระหว่างการเจาะ หัวเจาะกับ casing จะลงไปพร้อมกันจนถึงระดับตามแบบก่อสร้าง

(2) หลังจากได้ระดับความลึกของเสาเข็มเจาะตามแบบก่อสร้างทำการถอดหัวเจาะออก คงค้าง casing ไว้ในหลุมเจาะ

(3) เมื่อหลุมเจาะได้รับการตรวจสอบแล้ว จึงทำการลงเหล็กเสริมและท่อ TREMIE สำหรับอัดฉีดน้ำปูน โดยที่ท่อ Tremie ต้องมีขนาดเหมาะสม ท่อทุกท่อนควรมีหมายเลขกำกับเพื่อความสะดวก ในการตรวจสอบความยาวและความสะดวกในการตัดต่อท่อและรอยต่อต้องแข็งแรงป้องกันน้ำได้และสามารถตัดหรือต่อได้สะดวกในขณะอัดฉีดน้ำปูน

(4) เมื่อเตรียมท่อ TREMIE แล้วจึงทำการอัดฉีดน้ำปูน

(5) คอนกรีตที่หั่วเสาเข็มต้องหล่อเมื่อความสูงไว้กว่าระดับที่ต้องการเพื่อทำการสกัดคอนกรีตส่วนที่ไม่ดีออก

10) รายงานสำหรับเสาเข็ม

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานเกี่ยวกับเสาเข็มแต่ละต้นให้ผู้ควบคุมงาน / ผู้ว่าจ้าง ภายใน 48 ชั่วโมง หลังจากหล่อเสร็จข้อมูลในการหล่อจะต้องมี

- (1) วัน เดือน ปี ที่เจาะและหล่อคอนกรีต
- (2) หมายเลขกำกับเสาเข็ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็ม
- (3) ระดับดินเดิม
- (4) ระดับตัดเข็ม
- (5) ระดับปลายเสาเข็ม
- (6) ระดับชั้นหิน
- (7) ความเอียงจากแนวตั้งโดยประมาณ
- (8) ความคลาดเคลื่อนในแนวราบที่ระดับทำงาน
- (9) ความยาวปลอกเหล็ก
- (10) รายละเอียดเหล็กเสริมตัวเสาเข็ม
- (11) รายละเอียด อุปกรณ์ และความล่าช้าของงาน
- (12) ปริมาณคอนกรีตที่ใช้เท
- (13) เวลาที่ใช้อัดฉีดน้ำปูน
- (14) เวลาที่ใช้ในการใส่โครงเหล็กเสริม
- (15) เวลาที่ใช้ในการเจาะ
- (16) ช่วงเวลานับตั้งแต่เจาะเสร็จ จนเริ่มอัดฉีดน้ำปูน

11) การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

การทดสอบให้ใช้เสาเข็มในกลุ่มฐานรากเป็นตัวทดสอบได้ โดยก่อนทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกให้ทำการทดสอบ SONIC INTEGRITY TEST เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มก่อนการทดสอบให้ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM 1143-81 โดยผู้รับจ้างต้องจัดส่งเอกสารแบบการติดตั้ง เครื่องมือการทดสอบมาให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อนให้ทำการทดสอบเสาเข็มด้วยวิธี STATIC สำหรับเสาเข็มที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 ม. 1 ตำแหน่ง วิธี Dynamic สำหรับเสาเข็มที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 ม. 3 ตำแหน่ง และให้ทำการทดสอบเสาเข็มด้วยวิธี SEISMIC สำหรับเสาเข็มทุกต้น

12) การรายงานผลการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

หลังจากทำการทดสอบฯ ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบเสาเข็มนั้นต่อผู้ว่าจ้าง ภายใน 5 วัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- (1) ตารางแสดงค่าน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัว
- (2) กราฟแสดงผลการทดสอบในรูปของเวลา-น้ำหนัก-การทรุดตัว
- (3) หมายเหตุเกี่ยวกับสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักของเสาเข็ม
- (4) สรุปรายงานผลการทดสอบฯ จะต้องได้รับการลงนามรับรองโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง

13) กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม

ผู้รับจ้างต้องทำการจัดส่งวิธีการก่อสร้างงานเสาเข็มเจาะ เพื่อยืนยันต่อคุณภาพของเสาเข็มเจาะก่อนเริ่มทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะเริ่มงานได้หลังจากที่ได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรถึงวิธีการก่อสร้างจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้วเท่านั้นกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มแต่ละขนาดนามที่ได้ระบุอยู่ในแบบนั้นทางผู้รับจ้างต้องทำการยืนยันกำลังน้ำหนักและระดับความลึกปลายเสาเข็มก่อนที่จะทำการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย ในการเจาะเสาเข็มเพิ่มเติม รวมทั้งค่าใช้จ่ายการขยายฐานรากในกรณีที่ผลการทดสอบเสาเข็ม แสดงว่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มไม่ให้ตามที่ออกแบบไว้

13.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

(2) งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ จะวัดปริมาณงานเป็นต้น และจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อต้นตามที่ระบุไว้ในสัญญาเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งเสาแต่ละต้นเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยราคาดังกล่าวได้รวมถึงค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว

(3) งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วย ตามที่แสดงไว้ในรายการแสดงปริมาณงานและราคา ซึ่งประกอบด้วยการจัดหาและการติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุอุปกรณ์ ส่วนเผื่อหาบ ค่าขนส่ง และค่าแรงงานไว้ด้วยแล้ว ในการวัดปริมาณงานจะไม่วัดในส่วนที่ซ้อนทับเพื่อการต่อและการยึดปลาย

(4) งานเข็มเจาะ วัดปริมาณงานเป็นต้นและจ่ายเงินให้ตามราคาต่อต้นตามที่ระบุไว้ในสัญญาเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งเสาเข็มแต่ละต้นเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยราคาดังกล่าวได้รวมถึงค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว

หมวดที่ 14

งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

14.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

14.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ในที่นี้จะรวมถึงการออกแบบ การจัดทำ ผลิตภัณฑ์ การทดสอบ การจัดส่งเครื่องต่างๆ มาที่สถานที่ทำงาน การจัดเก็บในบริเวณที่ทำงาน การก่อสร้าง และการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งโดยผู้รับจ้าง

(1) ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 1 ชุด โดยติดตั้งบนเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (คอน.) สูง 9 เมตร รอบบริเวณโครงการ เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ สำนักงาน และดูয়ারรักษาความปลอดภัย ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกัน การเดินสาย และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น

(2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามที่ต้องการ ประกอบด้วย โคมไฟ เสาเหล็ก พื้นที่ติดตั้งท่อ การเดินสาย และอุปกรณ์ที่จำเป็น จะต้องจัดไว้สำหรับถนน อาคารควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องเครื่องกล

(3) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

(4) ระบบแรงต่ำจะต่อจากหม้อแปลงมายังอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ระบบควบคุม และวัสดุต่างๆ เครื่องมือและการทดสอบอุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึง ซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน รวมถึงระบบปรับอากาศภายในอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่างๆที่กำหนด

แรงดันตกคร่อมรวมของสายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องสุดท้าย เตารับและไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องไม่เกิน 3%

(5) ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

14.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ

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

14.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องมีพิกัดดังนี้

- | | |
|-------------------|--|
| (1) ระบบแรงดันสูง | 33 kV, 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิร์ตซ์ (อยู่ในส่วนที่ 3) |
| (2) ระบบแรงดันต่ำ | 400/230 V, 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ |

14.1.4 ระบบต่อลงดิน

อุปกรณ์ไฟฟ้าและวัสดุที่เกี่ยวข้องจะต้องต่อลงดินกับระบบต่อลงดิน ที่มีอยู่ในสัญญานี้ ขนาดของตัวนำและฉนวนจะต้องรับการเกิด Fault Grounding ได้มากที่สุดเท่าที่วงจรมันๆ จะเกิดได้ แต่ขนาดของตัวนำจะต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.

14.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง

ข้อมูลการคำนวณแบบ ขนาดต่างๆ ในแบบ และแผนภาพ จะต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ในส่วนประกอบและวัสดุ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการจัดซื้ออย่างน้อย 3 เดือน และจะต้องเสนอรายละเอียดของแบบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 6 เดือน

(1) จำนวนของแบบในการเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา มีจำนวนดังนี้

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

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

รายการ	จำนวนสำเนา (ชุด)
1. การถอดแบบของแบบอุปกรณ์ (Reproducible of Drawings)	2
2. แบบต่างๆ (ขนาด A3)	3
3. แบบขั้นสุดท้ายของข้อกำหนด รายการคำนวณ และรายการวัสดุ	2
4. फिल्मของรูปถ่ายในการทำงาน 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	3

ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างต้องการแบบเพิ่มเติม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาและ
ค่าใช้จ่ายต่างๆ 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 และการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่างๆ ภายใต้สัญญานี้

การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาและการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย

ค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้รวมอยู่ในสัญญาว่าจ้าง

14.1.8 มาตรฐาน

ในการออกแบบวัสดุ การผลิตอุปกรณ์ การตรวจสอบ การทดสอบ และคุณสมบัติในการใช้งานของอุปกรณ์ นอกจากจะมีการกำหนดคุณสมบัติ หรือมาตรฐานอื่นๆ 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 ชุดมิเตอร์ต่างๆ ส่วนประกอบอื่นๆ และอุปกรณ์เครื่องมือที่เป็นระบบ 3 เฟส จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

(2) เฟสและแถบสีในการเดินสาย แถบสีของแต่ละเฟส และการเดินสายจะแสดงไว้ดังนี้

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

14.1.10 คุณภาพของงาน (Workmanship)

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงานนั้นๆ คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

ชิ้นส่วนต่างๆ จะต้องสอดคล้องกับแบบ จุดยึดต่างๆ พื้นทีหน้าสัมผัส และส่วนประกอบของอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องมีความเหมาะสมกับตัว (Casting) จะต้องยึดด้วยน็อต (Nuts) และต้องแสดงรูปการติดตั้งที่สมบูรณ์ไว้ในแบบด้วย สำหรับน็อตตัวผู้ น็อตตัวเมีย สลักเกลียว ฯลฯ สำหรับท่อ จะต้องอยู่ในมาตรฐาน International Organization for Standardization โดยใช้มาตรฐานหน่วยการวัดเป็นระบบเมตริก ผู้รับจ้างจะต้องใช้มาตรฐานดังกล่าวในการยื่นข้อเสนอตามสัญญา

14.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้นตู้ควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบด้วยตารางสีแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

14.1.12 งานฝังภายนอกและอื่นๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้างต่างๆ ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้าง ร่องเดินสายกับฝาปิด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยการเจาะและเว้นที่สำหรับขนาดของคอมไฟ โครงสร้างคอนกรีต และท่อพีวีซี

14.1.13 การทดสอบ

เครื่องมือตรวจวัด วัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความจำเป็นสำหรับการตรวจสอบ ผู้รับจ้าง จะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดสอบจะต้องแสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantity)

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะทำการทดสอบการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาว่าเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดหรือไม่ สัญญาจะสิ้นสุดเมื่อไม่มีข้อคัดค้านใดๆ วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติ จะต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ เพื่อพิจารณาถึงการดำเนินการและหน้าที่การทำงานของ อุปกรณ์แต่ละชนิด

ถ้าในการทดสอบเกี่ยวกับการดำเนินการหรือหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่ำกว่าข้อกำหนดที่มีไว้ในสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด และทำการทดสอบอีกครั้ง

14.1.14 อุปกรณ์อะไหล่

จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่ที่เหมาะสม ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องระบุประเภท และการใช้งานไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์อะไหล่ต่างๆ ที่ต้องจัดหานั้น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

14.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

14.2.1 ทัวไป

ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ สำนักงาน บ้านพักราชการระดับ 1-2 (4 ครอบครัว) บ้านพักราชการระดับ 3-4 บ้านพักราชการระดับ 5-6 ตูยามรักษาความปลอดภัย และอาคารควบคุมวาล์วฉกฉวย โดยการปักเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (คอน.) สูง 9 เมตร และพาดสายไฟฟ้า

14.2.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ

(1) มาตรฐาน

อุปกรณ์ในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ จะต้องได้มาตรฐานของ 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 V |
| - กระแส Interrupting | : | 5 kA |

(3) ฟิวส์ (Fuse)

ติดตั้งพร้อมชุด Low tension switch โดยฟิวส์จะต้องสามารถป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้าจากภาวะกระแสเกินพิกัด (over current) หรือลัดวงจร (short circuit)

คุณสมบัติของฟิวส์

- | | | |
|------------------|---|-------------------------|
| - ชนิด | : | HRC Fuse, ติดตั้งภายนอก |
| - พิกัดแรงดัน | : | 0.5 kV |
| - พิกัดกระแสปกติ | : | 200 A (cont) |

(4) สายไฟฟ้าแรงต่ำ

สายไฟฟ้า THW ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนพิกัดแรงดันไฟฟ้า 750 โวลต์

(5) เสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 9 เมตร และวัสดุ

เสาไฟฟ้าสูง 9 เมตร และวัสดุต่าง ๆ จะต้องสามารถรองรับโครงสร้างของระบบสายไฟฟ้าได้ และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือที่กำหนดไว้ดังนี้

(ก) เสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 9 เมตร

เสาคอนกรีตต้องเป็นแบบคอนกรีตอัดแรง ผิวของเสาจะต้องมีไม่พองอากาศซีเมนต์ 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 ลวด จะต้องเป็นแบบ Double Galvanized Stranded Steel พื้นที่หน้าตัดของลวด ชนิดและขนาดของ Anchor Rod Block และการติดตั้งของเสาคอนกรีต ต้องเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(จ) วัสดุอื่นๆ

วัสดุอื่นๆ หรือการติดตั้งอุปกรณ์ เช่น Rack ปรีฟอร์มยึดสาย ลูกถ้วย ตัวจับยึด หลอดพีวีซี ชนิดของฉนวนของพีวีซี ในการติดตั้งและ Concrete Backfill และอื่นๆ โดยทั้งหมดจะต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

14.3 ระบบแสงสว่าง

14.3.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดเตรียมการติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด และอุปกรณ์ต่างๆ ที่แสดงไว้ในแบบหรือที่กำหนดไว้

14.3.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ วัสดุ การประกอบ และการติดตั้งของระบบไฟฟ้าทั้งหมด อย่างน้อยที่สุดจะต้อง สอดคล้องกับมาตรฐาน 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

14.3.3 หลักการออกแบบ

(1) ทั่วไป

ระบบแสงสว่างจะต้องจัดเตรียมไว้โดยจะต้องให้แสงสว่างที่พอเหมาะ สำหรับอาคารควบคุม ถนนที่ใช้สัญจรเป็นประจำในเวลากลางคืน และไฟฟ้าฉุกเฉินในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

(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 โดยใช้เป็นฐานในการออกแบบการติดตั้ง ความส่องสว่างจะต้องสอดคล้องกับข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่า

(ข) เฝ้ารับ (Convenience Receptacle)

เฝ้ารับจะต้องจัดเตรียมไว้ทุกๆ 6 เมตร หรืออย่างน้อย 1 ชุด ในแต่ละห้อง

14.3.4 ระบบแสงสว่างภายในและภายนอก

โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องจัดเตรียมให้พร้อม และติดตั้งให้สมบูรณ์ ชนิด ขนาดของโคมไฟจะต้องมีความเหมาะสมกับสถานที่ติดตั้ง 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 โดยจะต้องมีพิกัด 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

เต้ารับกันน้ำจะต้องมีประเก็นยางโดยรอบ กล่องเหล็กพร้อมฝาปิดแบบสปริง การติดตั้งเต้ารับจะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 0.3 เมตร

(5) แผ่นติดตั้ง (Device Plates)

แผ่นสำหรับ Flush Mounted Devices จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง และเป็นแบบ High Nickel Stainless Steel

(6) ชุดการติดตั้งภายนอก (Outlet Fitting)

อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบจะต้องมีการจัดเตรียมการติดตั้งที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นกล่อง หรือ อุปกรณ์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

ในงานฝังท่อภายนอก จะต้องเตรียม Galvanized Pressed Steel Bar ไว้ โดยกล่องจะออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ และในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาตามท้องตลาดได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำกล่องขนาดพิเศษขึ้นมาโดยจะต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

กล่องลอยที่จะใช้สำหรับใส่สวิตช์และปลั๊กจะต้องเป็นชนิด Cast Type หรือเป็นไปตามความต้องการของอุปกรณ์นั้นๆ โดยกล่องและการติดตั้งในพื้นที่เปียกจะต้องเป็นแบบกันน้ำ

(7) ชุดไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Lighting Unit)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างฉุกเฉินในทุกห้อง โดยในห้องควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องทำงานจะต้องมีอย่างน้อย 1 ชุด ซึ่งแสงสว่างจะต้องเพียงพอต่อการทำงานและความปลอดภัยในขณะระบบไฟฟ้าหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

ไฟฟ้าฉุกเฉินจะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ กั้นสนิมพร้อมแบตเตอรี่ ในแต่ละชุดจะต้องออกแบบไว้สำหรับไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ และระบบ Automatic two-rate solid state charger, ready/off โดยไฟสีแดงแสดงสถานะทำงาน ไฟสีแดงแสดงสถานะประจุไฟ และติดตั้งโวลท์มิเตอร์ที่ด้านหน้าของไฟฉุกเฉิน

ไฟฉุกเฉินแต่ละชุดจะต้องติดตั้งอุปกรณ์หน่วงเวลาไว้สำหรับหน่วงเวลาเมื่อเข้าสู่สภาวะปกติ 3 นาที

14.4 สายไฟ และเคเบิล

14.4.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟ เคเบิล และส่วนที่เพิ่มเติมในส่วนต่างๆ ตามที่กำหนดไว้
- (2) ตัวอย่างของสายไฟและสายเคเบิล จะต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่วๆ ไปในแต่ละตัวอย่าง จะต้องมีความดันขนาดและชนิดของฉนวนเขียนไว้บนเปลือกของสายด้วย
- (3) สำหรับแสงสว่างและระบบกำลังขนาดสายไฟ จะต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สำหรับส่วนควบคุมจะต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

14.4.2 วัสดุ

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

- (1) สายเคเบิล 750 V.

สายเคเบิลที่ใช้ในแสงสว่าง มอเตอร์ และระบบดินจะต้องมีฉนวน PVC กันความร้อนสายเคเบิลชนิด IEC01, NYY หรือที่ระบุในแบบ ขนาดตั้งแต่ 2.5 ตร.มม. จนถึง 500 ตร.มม. จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน TIS 11-2531

- (2) สายไฟ

สำหรับระบบลงดินจะต้องเป็นทองแดง โดยต้องได้มาตรฐาน TIS หรือใกล้เคียง

14.4.3 การติดตั้ง

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดึงสายไฟและเคเบิลไปตามที่ต่างๆ และทำการต่อหรือพันเทปปิดปลายสาย

- (2) สายไฟหรือเคเบิลในท่อ

(ก) ใช้ข้อสับที่เป็นลูกกลิ้ง เพื่อป้องกันการบิดงอของสายเคเบิลที่นำเข้าไปร้อยสาย

(ข) จะต้องระวังดินหรือน้ำเข้าไปในท่อ

(ค) ทำความสะอาดท่อเดินและนำ Compound Prior ออกเพื่อทำการใส่สายเคเบิลใหม่ลงไป

(ง) ฉนวนของตัวนำจะต้องไม่เสียหาย

(จ) จะต้องไม่ถอดตัวนำน้อยกว่าที่ขออนุญาตของอุปกรณ์มีไว้

(ฉ) ทำการหล่อลื่นสายเคเบิลถ้าต้องการดึงโดยใช้สารหล่อลื่น (Compound) อย่าใช้น้ำมันหรือ

จารบี

- (ข) การเชื่อมต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องดึงสาย และกล่องเชื่อมสายภายนอก
- (ค) ใช้จันม้วนเคเบิลในการดึงสายไฟไปยังกล่อง และในท่อเพื่อป้องกันการงอของตัวนำที่มากเกินไป และตัวนำจะต้องไม่สัมผัสกับขอบที่มีความคม
- (ฅ) สำหรับสายเคเบิลขนาดใหญ่ ควรใช้กริป (Grip) ในการดึงสาย
- (ฉ) ความตึงในการดึงสายต้องไม่มากกว่าที่ข้อกำหนดของสายกำหนดไว้
- (ง) ถ้าในขณะทำงาน ผู้รับจ้างพบว่าที่ว่างภายในท่อร้อยสายไฟน้อยกว่า 40% ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหยุดการทำงานเพื่อรอผลการพิจารณา แต่โดยทั่วไปจำนวนของสายเคเบิลในท่อมีการกำหนดไว้ตาม**ตารางที่ 14-1**
- (จ) สายเคเบิลทั้งหมดจะต้องทำการตรวจสอบในส่วนของคุณภาพและความยาวก่อนทำการดึงเข้าไปในท่อ เคเบิลที่ดึงไปในท่อผิดขนาดหรือสั้นเกินไปให้นำออกมาและเปลี่ยนใหม่ โดยเคเบิลจะต้องถูกนำออกจากท่อทันที
- (ฉ) เมื่อทำการดึงสายเสร็จจะต้องทำเครื่องหมายที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง ทั้งในส่วนของสายไฟฟ้างำลัง และส่วนสายไฟฟ้าควบคุม โดยจะต้องแสดงขนาดของสายและอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อกับสายนั้นๆ

ตารางที่ 14.4-1 จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ

PVC, 75°C 750 V ขนาดสายเคเบิล (ตร.มม.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ										
	(นิ้ว) (มม.)	½ 15	¾ 20	1 25	1 ¼ 32	1/12 40	2 50	2 ½ 65	3 80	3/12 95	4 100
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

(2) สายเคเบิลในรางเดินสาย

(ก) ติดตั้งลูกรอกและลูกกลิ้ง เพื่อความสะดวกในการดึงสาย ใช้ลูกรอกรัศมีวงกว้างสำหรับการดึงในส่วนที่โค้งงอ

(ข) ใช้ Basket Pulling Grip ดึงสายเคเบิลโดยความตึงจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของสายเคเบิล

(ค) ปรับแต่งสายเคเบิลในรางเดินสายให้สวยงาม

(ง) จัดทำทางเข้าสำหรับสายเคเบิล (Crossovers) ถ้าจำเป็น

(จ) จะต้องมียช่องว่างระหว่างสายเคเบิล นอกจากจะมีการกำหนดไว้อย่างอื่น

(ฉ) ป้องกันสายเคเบิลในรางเดินสายด้วย Bonding Clips

(ช) รัศมีในการโค้งงอต้องไม่น้อยกว่า 7 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิลนั้นๆ

(ซ) การควบคุมคุณภาพ (Field Quality Control)

1) ทดสอบความต่อเนื่องในการเดินสาย ระบบสายดิน และการลัดวงจรจากการต่อของอุปกรณ์อื่นๆ

2) ทดสอบขั้นสุดท้ายในการต่ออุปกรณ์สำหรับความต่อเนื่องของระบบสายดินและการลัดวงจร

- 3) ความต้านทานของฉนวนสำหรับสายป้อนหลักและสายป้อนย่อย
 - ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวน
 - ตรวจสอบข้อผิดพลาดและส่วนต่าง ๆ ด้วย Faulty Insulation
 - แสดงการติดตั้งของระบบดิน การลัดวงจร และความต้านทานของฉนวนตามค่า

ของ ICEA

- 4) ทดสอบสายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง หลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

14.5 ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)

14.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่อและกล่องต่อบนพื้นที่เปิดโล่ง ผนังกำแพง หรือบนโครงสร้าง ยกเว้นในส่วนต่างๆ หรือที่แสดงไว้ในแบบ ในการเดินสายทั้งหมดจะต้องใช้ท่อเหล็กแบบกัลวาไนซ์จุ่มร้อนท่อเหล็กที่นำมาติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

14.5.2 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) เกือบทั้ง 2 ด้านของท่อ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กล่าวไว้ข้างต้น หรือเทียบเท่าซึ่งด้านหนึ่งมี coupling ส่วนอีกด้านหนึ่งหุ้มไว้ด้วยปลอกหุ้ม

(ข) ท่อจะต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์จุ่มร้อน (Hot-Dipped Galvanize) ทั้งภายในและภายนอก

(2) ท่ออ่อนและการติดตั้ง

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

(3) กล่องและการติดตั้ง

กล่องเหล็กอุปกรณ์ประกอบ และฝากล่องต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์ Cast Iron Box สกรูเป็นชนิดกันการกัดกร่อน

14.5.3 การติดตั้ง

ท่อจะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มม. และความงอไม่มากกว่า 90 องศา กล่องดึงสายจะต้องมีการจัดเตรียมตามความต้องการหรือตามข้อแนะนำจะต้องติดตั้งท่อร้อยสายให้สมบูรณ์ตามรายละเอียดทั้งหมดก่อนจึงจะทำการร้อยสายเคเบิลเข้าท่อ

ในส่วนของปลายท่อทุกท่อจะต้องมีถูกปิดกันฝุ่นดินและความเปียกชื้นขณะทำงานอยู่ ท่อโลหะและอุปกรณ์ติดตั้งภายนอกจะต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อ ส่วนรองรับท่อจะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 1.5 เมตรหรือตามความต้องการของท้องถิ่น

การเดินท่อเดี่ยวจะเดินโดยยึดด้วยแคลมป์รัดท่อ ส่วนการเดินท่อเป็นกลุ่มจะใช้เหล็กกรองรับโดยประกอบกับก้านเหล็กเกลียวห้อยจากท้องพื้น

อุปกรณ์ที่แขวนท่อ (Conduit Hangers) จะต้องติดกับโครงสร้างเหล็กของคานของตัวหนีบยึด (Channel Clamp) โดยติดกับผิวคอนกรีต

ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้ได้ฉากและขนานกับผนังโดยรอบ และสอดคล้องกับรูปแบบของเพดาน การงอของท่อจะต้องมีจุดกึ่งกลางจุดเดียวกัน ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้สมบูรณ์แบบและสวยงาม

ปลายท่อที่เข้ากล่องต่อสายจะต้องมี Locknuts และ Bushings ท่อเหล็กอ่อนกันน้ำจะใช้ในการต่อเข้ามอเตอร์ และที่ต่างๆ ที่มีการสั่นสะเทือนในบริเวณเชื่อมต่อของอาคาร จะใช้อุปกรณ์ประกอบท่อชนิดยึดหยุ่นได้

กล่องเหล็กจะต้องใช้กับงานฝัง กล่องเหล็กติดตั้งภายนอกและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นเหล็กหล่อ

สีของท่อกำหนดไว้ดังนี้

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

14.6 ระบบรางเดินสายไฟฟ้า

14.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งระบบรางเดินเคเบิลให้เสร็จตามที่ได้กำหนดไว้รางเดินเคเบิลทั้งหมดจะต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

14.6.2 วัสดุ

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

14.6.3 การติดตั้ง

ความยาวรางเดินเคเบิลต้องไม่ต่ำกว่า 3 เมตร การต่อจะต้องใช้เหล็กประกันราง อุปกรณ์รองรับรางเคเบิลต้องมีทุกระยะอย่างน้อย 1.5 เมตร หรือตามที่ระบุมากับอุปกรณ์ ปลายสุดของรางเคเบิลจะใช้หัวปิดปลายชนิด PVC

14.7 ท่อโลหะ (Non-Metallic Conduit)

14.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่อโลหะสำหรับการติดตั้งท่อใต้ดิน ท่อทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

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

14.7.2 วัสดุ

(1) ท่อ (Pipe)

วัตถุดิบที่นำมาทำท่อต้องเป็นสารจำพวกโพลีเอทิลีน 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 ที่ทุกๆ ระยะไม่เกิน 3 เมตร ดังนี้

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

(ข) อุปกรณ์การติดตั้ง

ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องทำเครื่องหมายบอกถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

14.7.3 การติดตั้ง

ท่อโลหะ ต้องใช้มาตรฐาน NEC สายนำช่วยดึงจะต้องถูกจัดไว้ในท่อเพื่อช่วยในการดึงสายไฟไปตามท่อท่อจะติดตั้งลึกจากพื้น 0.6 เมตร โดยไม่คำนึงถึงขนาดของท่อในการวางท่อจะต้องป้องกันดิน หวาย และน้ำเข้าท่อเมื่อท่อ 2 ท่อ หรือมากกว่าถูกวางเรียงกันในแนวนอน แต่ละท่อจะต้องมีการจัดระยะห่างกัน 50 มม. (Ø 30 มม. และ 50 มม.), 70 มม. (Ø 80 มม., 100 มม. และ 150 มม.), 100 มม. (Ø 200 มม.) การกลบจะใช้ดินกลบการเชื่อมต่อท่อจะใช้ Straight Joining, Bell mouth, Spare Cap และ Waterproof Wall Sealing Compound

14.8 ระบบสายดิน

14.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบจัดเตรียมและติดตั้งระบบสายดินให้ตรงตามที่กำหนด ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับงานผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบ

14.8.2 วัสดุ

(1) สายดิน

จะต้องเป็นตัวยาน้ำทองแดงเปลือย โดยจะต้องเป็นไปตามการแก้ไขครั้งสุดท้ายของ ASTM B3 และผลิตภัณฑ์จะต้องสอดคล้องกับ ASTM Specification B8 (Class B)

(2) แท่งลงดิน

ต้องเป็นแท่งเหล็กอาบด้วยทองแดง เส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (15.8 มม.) ยาวอย่างน้อยที่สุด 10 ฟุต (3 เมตร) ในส่วนปลายของแท่งลงดินจะต้องทำให้เป็นทรงกรวย และมีความหนาของผิวหน้าทองแดงต่อเนื่องอย่างน้อยที่สุด 0.01 นิ้ว (0.254 มม.) เหล็กหุ้มด้วยทองแดงไม่สามารถนำมาใช้ได้

(3) วัสดุสำหรับการเชื่อมด้วยความร้อน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุสำหรับเชื่อมด้วยความร้อนสำหรับ สายดิน-สายดิน สายดิน-แท่งลงดิน และสายดิน-โครงสร้างเหล็ก

อุปกรณ์เชื่อมด้วยความร้อนจะต้องประกอบด้วย Clamp Type Mold, Handle Flint Gun, Thermite Powder Cartridges, Metal Discs และส่วนต่างๆ 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 จะต้องเป็นแบบมีช่องร้อยน็อตช่องเดียวรอบๆ ช่องเป็น High Strength Corrosion Resistance Copper Alloy สลักเกลียวน็อต และแหวนรองที่ใช้กับช่องจะต้องเป็นทองสัมฤทธิ์ (Bronze) สลักเกลียว (Machine Screw) จะใช้เบอร์ 10-32 และยาว 2.54 ซม. (1 นิ้ว)

14.8.3 การติดตั้ง

ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องติดตั้งกับระบบสายดินที่อยู่ใกล้ที่สุด อุปกรณ์ป้องกันจะต้องต่อลงดินด้วย ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำสับสนจุดต่อลงดิน (Grounding Connections) ถ้ามีการทาสีไปแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการขัดออกและติดตั้งใหม่อีกครั้ง

อุปกรณ์ในที่บริเวณฐาน มอเตอร์ และบริเวณตัวถังหม้อแปลง ท่อร้อยสายเคเบิล โครงสร้างโลหะภายนอก และอุปกรณ์ใกล้เคียงจะต้องทำการต่อลงดินทั้งหมด

สายดินจะต้องเดินในท่อเหล็ก รางเคเบิล แผงวงจรไฟฟ้า และแผงควบคุม และจะต้องต่อลงดินโดยใช้สายสีเขียว ถึงแม้ว่าท่อโลหะทั้งหมดจะต้องต่อระบบดิน แต่จะถือว่าเป็นการต่อลงดินสำหรับมอเตอร์และระบบไฟฟ้าอื่นๆ แล้วไม่ได้ การต่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ระบบดินมีความต่อเนื่องระหว่างระบบ ท่อ และอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งถ้าจำเป็น การเดินสายดินแยกต่างหาก ต้องทำด้วย

14.8.4 การทดสอบ

การติดตั้งสายลงดินจะทดสอบตาม AC Method of IEEE Publication No.80, ยกเว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ความต้านทานของระบบลงดินต้องไม่มากกว่า 3 โอห์ม

14.9 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

14.9.1 ความต้องการ

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

(2) ตัวนำลงดิน (Down Conductor) ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด

(3) ตัวนำบนหลังคา (Roof Conductor) ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ตัวนำบนหลังคา 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 ติดตั้งที่สูงที่สุดของอาคาร

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

(6) การเชื่อม (Welding) การเชื่อมต่อโลหะให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่ในกรณีจำเป็นให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยทองเหลืองโดยใช้แก๊ส

14.9.2 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง ดังนี้

- (1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"
- (2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- (3) National Fire Protection Association (NFPA) No.78 โดยต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุดเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

14.10 ระบบ Surge Arrester Protection

Surge Arrester สำหรับระบบ Power supply มีไว้เพื่อป้องกันความเสียหายกับระบบ Power Supply และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อันเนื่องมาจาก lightning และ Switching Surge โดยการติดตั้งจะต้องมีความเหมาะสมกับระบบของโครงการ โดยจะมีมาตรฐานเทียบเท่ากับ Class ต่างๆ ดังต่อไปนี้

14.10.1 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 μ s เพื่อ Discharge High Current และป้องกัน Secondary Arrester โดยมีรายละเอียดทางด้านเทคนิคดังนี้

- Continuous Operating Voltage up to : 255 Volt/50 Hz
- Lightning Impulse Current (10/350/ μ s) : 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

14.10.2 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 μ s 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 (8/20 μ s) : 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 : 25 kA/50 Hz Max Back Up Fuse
- 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 Lightning 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 μ H $\pm$ 20%
- Short Circuit Withstand : 50 kA/50 Hz
- Approval : KEMA

14.10.3 Over voltage Arrester Class D

(1) ทั่วไป

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN VDE 0675 Part 6 และทดสอบด้วย Discharge Current 1.2/50 μ s, 8/20 μ s ตำแหน่งในการติดตั้งจะต้องใกล้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มากที่สุด 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 μ s) : 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 โดยมี

คุณสมบัติดังนี้

- 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 μ s) : 5 kA
- Nominal Discharge Current (8/20 μ s) : 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 μ s) : 600 A.
- Voltage Protection Level : <48 V.
- Response Time : < 1 ns

14.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลง-ตู้ระบบไฟฟ้าหลัก(MDB)-ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า
สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำขนาดสาย 50 ตร.มม. พร้อมท่อชนิด IMC
ขนาด 65 มม. อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

(2) ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า
ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย ประกอบด้วยตู้จ่ายไฟพร้อม CB หลักและย่อยขนาด 24 วงจร และอุปกรณ์ที่
จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

(3) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า
สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำ VAF, THW และ NYY ขนาดตามแบบพร้อม
ท่อชนิด IMC ขนาด 15 มม. อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

(4) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ติดตั้งภายในและภายนอก ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่
โรงไฟฟ้าและที่ถนนจากโรงไฟฟ้าไปบริเวณโครงการ

- ที่โรงไฟฟ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างประกอบด้วยโคมไฟฟ้าขนาดและชนิดตามแบบ ฐานเสาสูง
ท่อร้อยสาย สายไฟ และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

- บริเวณโดยรอบโครงการ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างประกอบด้วยตู้ควบคุมไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้า
คอนเน็คเตอร์ โคมไฟฟ้าขนาดและชนิดตามแบบ ฐานเสาสูง ท่อร้อยสาย สายไฟ สายอลูมิเนียมตีเกลียว
หุ้มฉนวน แร็ค 2 และ 3 ช่อง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

(5) สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า
สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้ง ซึ่งประกอบด้วยสวิตช์ทางเดียวขนาด 1 ถึง 3 ช่องและเต้ารับ
ไฟฟ้าเดี่ยวและคู่ พร้อมติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น
เหนารวม

(6) ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำไปบ้านพักและโรงไฟฟ้า
ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำไปบ้านพักและโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย เสาคอนกรีต อลูมิเนียมตี
เกลียวหุ้มฉนวน แร็ค 4 ช่อง คอนเน็คเตอร์ สมอบกคอนกรีต ล่อฟ้าแรงต่ำ อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว และ
อุปกรณ์อื่นๆ โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

การจ่ายเงินจะเป็นไปตามราคาเหมาจ่ายที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of
Quantity) ราคาเหมาจ่ายนี้เป็นราคาซึ่งรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในส่วนของการออกแบบ การเตรียมงาน
การสำรวจและจัดเตรียมพื้นที่ ค่าธรรมเนียม การทำแบบและข้อมูล วัสดุ แรงงานและอุปกรณ์ในการจัดทำ
การผลิต การจัดส่ง การติดตั้งและการทดสอบของงานไว้เรียบร้อยแล้ว

(7) ระบบปรับอากาศภายในอาคาร

ระบบปรับอากาศภายในอาคาร ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในอาคารขนาดตามพื้นที่ใช้สอย (ไม่น้อยกว่าจำนวนพื้นที่ใช้สอยคูณด้วย 700 บีทียู) โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

(8) ระบบการต่อลงดิน (Grounding System) ที่ Power house ขนาดตามแบบพร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม

(9) ระบบกันฟ้าผ่า

การจ่ายเงินจะเป็นไปตามราคาเหมาจ่ายที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantity) ราคาเหมาจ่ายนี้เป็นราคาซึ่งรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในส่วนของการจัดหาเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ การจัดส่งและการติดตั้งไว้เรียบร้อยแล้ว

หมวดที่ 15

งานระบบไฟฟ้าแรงสูง

หมวดที่ 15 งานระบบไฟฟ้าแรงสูง

15.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง

15.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ในที่นี้จะรวมถึงการออกแบบ การจัดทำ ผลิตภัณฑ์ การทดสอบ การจัดส่งเครื่องต่างๆ มาที่สถานที่ทำงาน การจัดเก็บในบริเวณที่ทำงาน การก่อสร้าง และการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งโดยผู้รับจ้าง

(1) ระบบสายส่งแรงสูง 33 kV จะต้องต่อเชื่อมโยงกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) จากเสาไฟฟ้าเดิมที่ทางเข้าหลักของโครงการหรือตำแหน่งที่กำหนดในแบบมายังที่จุดติดตั้งหม้อแปลงตรงที่ระบุไว้ในแบบ

(2) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย (โหลตเซ็นเตอร์) 400 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 1 ชุด พร้อมเบรกเกอร์หลักและเบรกเกอร์ย่อย โดยจัดหาสายไฟฟ้าชนิดและขนาดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย เพื่อต่อรับไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ณ ห้องควบคุม ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันการเดินสาย และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น

(3) หม้อแปลงและลานไถไฟฟ้า (Transformer and Switch Yard)

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานติดตั้งหม้อแปลง ระบบควบคุม และวัสดุต่างๆ เครื่องมือและการทดสอบอุปกรณ์ การก่อสร้างลานไถไฟฟ้าพร้อมองค์ประกอบ ตามรูปแบบที่กำหนด จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึง ซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน

(4) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ระบบควบคุม และวัสดุต่างๆ เครื่องมือและการทดสอบอุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึง ซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และต้องดำเนินงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่างๆ ที่กำหนด

แรงดันตกคร่อมรวมของสายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องสุดท้าย เติร์บและไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องไม่เกิน 3%

ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

15.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ

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

15.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องมีพิกัดดังนี้

- | | |
|-------------------|------------------------------------|
| (1) ระบบแรงดันสูง | 33 kV, 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิร์ตซ์ |
| (2) ระบบแรงดันต่ำ | 400/230 V, 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ |

15.1.4 ระบบต่อลงดิน

อุปกรณ์ไฟฟ้าและวัสดุที่เกี่ยวข้องจะต้องต่อลงดินกับระบบต่อลงดิน ที่มีอยู่ในสัญญานี้ ขนาดของตัวนำและฉนวนจะต้องรับการเกิด Fault Grounding ได้มากที่สุดเท่าที่วงจรมันๆ จะเกิดได้ แต่ขนาดของตัวนำจะต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.

15.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง

ข้อมูลการคำนวณแบบ ขนาดในแบบ และแผนภาพ จะต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ในส่วนประกอบและวัสดุ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการจัดซื้ออย่างน้อย 3 เดือน และจะต้องเสนอรายละเอียดของแบบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 6 เดือน

(1) จำนวนของแบบในการเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา มีจำนวนดังนี้

รายการ	จำนวนสำเนา (ชุด)
1. ตารางงานโครงสร้าง (Master construction schedule for approval)	2
2. แบบ รายการคำนวณ ข้อกำหนด และ รายการวัสดุที่ใช้	2
3. การตรวจสอบจากโรงงานและในโครงการ และ ขั้นตอนดำเนินการ (Rest Procedure)	2
4. รายงานผลในแต่ละเดือน (Monthly Progress Schedule Report)	2
5. รายงานการตรวจสอบและการทดสอบ	2
6. แบบในการจัดทำและตารางงานสำหรับโครงการ ก) ใช้สำหรับการทำงานจริง (Actual Size)	3
ข) ขนาด A3	2

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

รายการ	จำนวนสำเนา (ชุด)
1. การถอดแบบของแบบอุปกรณ์ (Reproducible of Drawings)	2
2. แบบ (ขนาด A3)	3
3. แบบขั้นสุดท้ายของข้อกำหนด รายการคำนวณ และรายการวัสดุ	2
4. फिल्मของรูปถ่ายในการทำงาน 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	2

ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างต้องการแบบเพิ่มเติม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาและ
ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

15.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา

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

15.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ

หลังจากการติดตั้งและตรวจรับงานเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทางผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำของผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับการบำรุงรักษา การปฏิบัติงาน และการซ่อมแซมอุปกรณ์ทั้งหมด ภายใต้สัญญานี้ การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาและการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นให้รวมอยู่ในสัญญาว่าจ้าง

15.1.8 มาตรฐาน

ในการออกแบบวัสดุ การผลิตอุปกรณ์ การตรวจสอบ การทดสอบ และคุณสมบัติในการใช้งานของอุปกรณ์ นอกจากจะมีการกำหนดคุณสมบัติหรือมาตรฐานอื่นไว้ 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

15.1.9 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
นิวทรัล	ฟ้า
วงจรหลังสวิตช์ไฟ	ดำ
ระบบสายดิน	เขียว หรือ เขียวแถบเหลือง

15.1.10 คุณภาพของงาน (Workmanship)

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงาน คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

ชิ้นส่วนวัสดุจะต้องสอดคล้องกับแบบ จุดยึด พื้นผิวสัมผัส และส่วนประกอบของอุปกรณ์ จะต้องมีความเหมาะสมกับตู้ (Casting) จะต้องยึดด้วยน็อต (Nuts) และต้องแสดงรูปการติดตั้งที่สมบูรณ์ไว้ในแบบด้วย สำหรับนอตตัวผู้ นอตตัวเมีย สลักเกลียว ฯลฯ สำหรับท่อ จะต้องอยู่ในมาตรฐาน International Organization for Standardization โดยใช้มาตรฐานหน่วยการวัดเป็นระบบเมตริก ผู้รับจ้างจะต้องใช้มาตรฐานดังกล่าวในการยื่นข้อเสนอตามสัญญา

15.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้นตู้ควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบด้วยตารางสีแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

15.1.12 งานฝังภายนอกและอื่น ๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้าง ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้าง ร่องเดินสายกับฝาปิด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยการเจาะและเว้นที่สำหรับขนาดของคอมไฟ โครงสร้างคอนกรีต และท่อพีวีซี

15.1.13 การทดสอบ

เครื่องมือตรวจวัด วัสดุ แรงงาน และอุปกรณ์ ที่มีความจำเป็นสำหรับการตรวจสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดสอบจะต้องแสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantity)

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะทำการทดสอบการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาว่าเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดหรือไม่ สัญญาจะสิ้นสุดเมื่อไม่มีข้อคัดค้านใดๆ วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติ จะต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ เพื่อพิจารณาถึงการดำเนินการและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด

ถ้าในการทดสอบเกี่ยวกับการดำเนินการหรือหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่ำกว่าข้อกำหนดที่มีไว้ในสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด และทำการทดสอบอีกครั้ง

15.1.14 อุปกรณ์อะไหล่

จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่ที่เหมาะสม ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องระบุประเภท และการใช้งานไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์อะไหล่ที่ต้องจัดหานั้น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

15.2 ระบบสายส่ง 33 kV

15.2.1 ทั่วไป

งานในส่วนนี้จะประกอบด้วย อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบแรงสูง 33 kV โดยจะกำหนดการต่อในส่วนไฟฟ้ากับส่วนประกอบอื่น ให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่ได้กำหนดไว้

ระบบสายส่ง 33 kV พร้อมติดตั้ง Overhead ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะมี 3 เฟส 3 สาย และสายดิน 1 สาย โดยการติดตั้งสายจะต้องติดตั้งกับเสาไฟฟ้าคอนกรีตสูง 12 เมตร ระยะห่างระหว่างเสาไฟฟ้าประมาณ 40 เมตร หรือเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าภูมิภาค การติดตั้งสายจะต้องมีส่วนรองรับบนฉนวน ซึ่งจะอยู่บนคานคอนกรีต (Cross Arm) โดยคานคอนกรีตจะติดตั้งอยู่บนส่วนบนสุดของเสาไฟฟ้า

15.2.2 มาตรฐานและอุปกรณ์

(1) มาตรฐาน

อุปกรณ์ในระบบแรงสูง 33 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	:	36 kV
- พิกัดความถี่	:	50 Hz
- สัญญาณอิมพัลส์	:	150 kV
- กระแส Interrupting	:	10 kA

(3) เพาเวอร์ฟิวส์ (Power Fuse)

เพาเวอร์ฟิวส์จะต้องสามารถป้องกันการลัดวงจรของระบบ เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของระบบจากความเสียหาย และจะต้องได้ตามมาตรฐาน IEC 222 หรือ ANSI C37.41 หรือเทียบเท่า

คุณสมบัติของเพาเวอร์ฟิวส์

- ชนิด	:	1 ขั้ว, ติดตั้งภายนอกในแนวตั้ง
- พิกัดแรงดัน	:	36 kV
- พิกัดความถี่	:	50 Hz
- พิกัดความทนต่อสัญญาณแรงดัน	:	125 kV
- พิกัดกระแสปกติ	:	100 A (cont.)
- กระแส Interrupting	:	10 kA (Asym rms)

(4) หม้อแปลงมิเตอร์และ Revenue มิเตอร์

อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องประกอบด้วย หม้อแปลงแรงดัน หม้อแปลงกระแส และ Revenue มิเตอร์ โดยเป็นไปตามมาตรฐานของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(5) สายส่งแรงสูง 33 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 ผิวของเสาจะต้องมีไมโครอากาศซีเมนต์ จะต้องเป็นแบบ Portland Cement ตามมาตรฐาน ASTM C-150 หรือเทียบเท่า คอนกรีตหรือเสาไฟฟ้า คอนกรีตอัดแรงจะต้องมีคุณสมบัติตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

(ข) คานคอนกรีต (Cross Arm)

คานคอนกรีตจะติดตั้งบนยอดของเสาคอนกรีตสูง 12 เมตร ขนาดของคานคอนกรีตเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(ค) สายดินและเหล็กตีเกลียวสำหรับยึดสายส่ง พร้อมอุปกรณ์จับยึด

สายดินจะติดตั้งบนเสาคอนกรีตสูง 12 เมตร โดยมีเหล็กยึด (Bayonet) เป็นตัวรองรับ ซึ่งเหล็กยึดจะต้องทำมาจากกล้าไนซ์ ขนาดและรูปร่างเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(ง) ลวดยึด (Guys)

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

(จ) วัสดุอื่น

วัสดุอื่น หรือการติดตั้งอุปกรณ์ซึ่งเป็น Galvanized Steel Flat Brace สำหรับยึด คานคอนกรีตตัวเชื่อม ตัวจับยึด หลอดพีวีซี ชนิดของฉนวนของพีวีซี ในการติดตั้งและ Concrete Backfill และอื่นๆ โดยทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

15.2.3 วิธีการติดตั้ง

ในการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง 33 kV จะต้องเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตามข้อกำหนดดังนี้

(1) เสาไฟฟ้าแรงสูง 12 เมตร

เสาไฟฟ้าจะต้องติดตั้งในแนวตั้งกับพื้นทุกระยะประมาณ 40 เมตร และฝังลึกลงใต้ดินประมาณ 2 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่นั้น

(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) เพาเวอร์พิวส์

เพาเวอร์พิวส์ หรือดรอปปเอาท์พิวส์แรงสูง และอุปกรณ์ตัดตอน (Cutout) จะติดตั้งบริเวณ สถานีติดตั้งหม้อแปลงบนคานคอนกรีตอัดแรงขนาด 100 x 100 x 3,200 มม. หรือแบบแขวนเสาจะติดตั้ง ดรอปปเอาท์พิวส์และอุปกรณ์ตัดตอน (Cutout) ที่คานคอนกรีต ขนาด 100 x 100 x 2,500 มม.

(4) หม้อแปลงมิเตอร์และ Revenue

หม้อแปลงมิเตอร์ และ Revenue ใน Anodized Aluminum Cabinet การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นผู้จัดเตรียม

(5) สายส่ง 33 kV

สายส่งเป็นแบบ หุ้มฉนวนเต็มพิกัด (SAC) ติดตั้งบนฉนวนบน คานคอนกรีต (Cross Arm) ความตึงของสายไฟ และระยะดกท้องข้างจะต้องสอดคล้องกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(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 จะต้องมีความยาวเท่ากับตำแหน่งที่ติดตั้งและวิธีการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(7) ลวดยึด (Guys)

ลวดยึดจะติดตั้งที่เสาไฟฟ้าแบบ Dead End Angle Structure หรือ เสาคอนกรีตสูง 12 เมตร หรือเสารองรับในการยึดข้ามถนน วิธีการติดตั้งลวดยึดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(8) การติดตั้งระบบสายดิน

สายดินและแท่งลงดินของระบบสายส่ง 33 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 และระยะดกท้องข้างระหว่างสายส่งกับพื้นน้ำ จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

15.3 หม้อแปลงไฟฟ้าและลานไกวไฟฟ้า

15.3.1 ทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานของ IEC และเป็นไปตามมาตรฐานของประเทศไทย

15.3.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าตามชนิดที่ระบุในแบบและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง จะต้องจัดให้มีหม้อแปลงไฟฟ้าแบบสแต็ปอัพ เพื่อรับพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วส่งออกไปยังระบบกริดของ กฟผ. ในทางกลับกัน หม้อแปลงไฟฟ้านี้จะต้องสามารถรับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้า 33kV ของ กฟผ. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด Oil Immerse Type สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ที่ลานไกวไฟฟ้า (Switch Yard) ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบและให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ขนาดของงานฐานรากจะต้องสามารถรองรับขนาดและน้ำหนักตามหลักวิศวกรรม ความสูงของรั้วต้องไม่น้อยกว่าความสูงของหม้อแปลงไฟฟ้า ระยะห่างรอบรั้วกับฐานหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 1.60 ม. และต้องมีรางดักน้ำมันหม้อแปลงในกรณีการเกินรั้วซึม เพื่อรองรับปริมาณน้ำมันจากหม้อแปลง โดยออกแบบล้อมรอบฐานหม้อแปลงทั้ง 2 หน่วย มีฝาดตะแกรงเหล็กปิดพร้อมวัสดุปิดหน้าเพื่อการโรยหินเบอร์ 2 ทับรางดักน้ำมัน ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงอย่างน้อย 1.50 ม. รูปแบบลานไกวไฟฟ้านอกอาคารเป็นไปตามที่แบบกำหนด และจะต้องจัดเตรียมหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด Oil Immerse Type สำหรับใช้ภายนอกอาคารบริเวณพื้นที่ฝ่ายยกระดับน้ำ อีก 1 ชุด ขนาดพิกัดและการติดตั้งระบุไว้ในแบบ

15.3.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

พิกัด หม้อแปลงต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้

- a. Number of units: 3
- b. Rated output: 800 kVA 2 set สำหรับระบบผลิตไฟฟ้า
- c. Rated frequency: 50 Hz
- d. Rated voltage: HV side 33 kV, LV side 400 V
- e. Insulation level of winding and accessory equipment: as per IEC standard
- f. Efficiency: as per IEC standard
- g. Transformer winding: Copper
- h. Cooling type: Oil Cooled, Self-Cooled
- i. Transformer tank: steel plate or corrugated tanks
- j. Transformer type: Conservator or Hermetically Seal tank
- k. Vector group: Delta-Wye
- l. Impedance: not more than 6 %
- m. Top oil temperature rise: 60°C (design value)
- n. Winding temperature rise: 65°C (design value)
- o. Tap changer: Off-circuit tap change on HV side, $\pm 2 \times 2.5$ %
- p. Audible sound level: as per IEC standard
- q. Applicable standards for design, manufacturing and testing: IEC standard

คุณสมบัติและสมรรถนะอื่นๆ ดังนี้

- แกน ฉนวน แคลมป์ ฯลฯ จะต้องมีการออกแบบที่ทันสมัยที่สุดในขณะที่ขดลวดทองแดงจะต้องได้รับการออกแบบให้มีแรงดันอิมพัลส์และความเค้นของไฟฟ้าลัดวงจร วัสดุจะต้องได้รับการยอมรับหลังจากได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- ใต้ตัวหม้อแปลงให้เตรียมพื้นที่ และติดตั้งพัดลมเป่าหม้อแปลงเพื่อเพิ่มขนาดหม้อแปลงขึ้นได้ (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) หม้อแปลงแต่ละตัวอย่างน้อยจะต้องมีวาล์วระบายน้ำและตัวกรองตามทีละบูไว้ในที่นี้ พร้อมข้อต่อเกลียวมาตรฐานและจุดอุดท่อสำหรับการป้องกัน
- ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์แรงสูง หรือเป็นแบบสำหรับต่อกับสายเคเบิลแรงสูง ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ
- ขั้วต่อสายแรงต่ำ ต้องทำสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ และขั้วต่อสายศูนย์ต้องทนกระแสได้เท่ากับขั้วสายเฟส
- ตู้หม้อแปลงไฟฟ้าต้องออกแบบให้สามารถระบายอากาศ และป้องกันฝุ่นได้เป็นอย่างดี โดยไม่ทำให้พิกัดของหม้อแปลงลดลงหรืออุณหภูมิสูงเกินกว่าที่กำหนด ในกรณีที่ตู้หม้อแปลงทำภายในประเทศต้องประกอบตามแบบและคำแนะนำของผู้ผลิตหม้อแปลงทุกประการ โดยที่ใช้เหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 2 mm ช่องต้องมีตะแกรงลวด และด้านในมีมุ้งลวดกันแมลงและวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบตู้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

- หม้อแปลงแต่ละตัวต้องมีอุปกรณ์ลดแรงดันทางกลที่ติดตั้งฝาครอบซึ่งออกแบบมาเพื่อบรรเทาแรงดันที่เป็นอันตรายซึ่งอาจสร้างขึ้นภายในถังหม้อแปลงไฟฟ้า และจะกระตุ้นสัญญาณเตือน มาตรฐานต้องมีชุดล้อเลื่อนให้สามารถเคลื่อนที่ได้ หรือสามารถหมุนได้อย่างน้อย 90 องศา
- ต้องมีตัวปิดวงจรที่ดำเนินการได้จากภายนอก สำหรับการเปลี่ยน HV taps ภายในในกรณีเมื่อหม้อแปลงไม่มีไฟฟ้าผ่าน
- หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละตัว จะเป็นต่อกล่องขั้วสายไฟแบบระบบปิด ทนต่อสภาพอากาศ สามารถมีการเชื่อมต่อได้ ทั้งสำหรับไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ
- น้ำมันฉนวนต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมดของมาตรฐาน ASTM (ASTM D3487 และ D1275 ซึ่งจำกัดค่าปัจจัยการกัดกร่อนที่มีฤทธิ์กัดกร่อนคือ 1A หรือ 1B) และต้องมีปริมาณสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชันสูงสุด 0.3% โดยมวล หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องมีปริมาณน้ำมันเพียงพอ เพิ่มร้อยละ 10 เพื่อเติมถังหม้อน้ำและบุชซึ่งแต่ละถังให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม น้ำมันจะต้องจัดส่งในถังเหล็กและจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมกลั่นที่เป็นไปตามข้อกำหนดที่เท่าเทียมกันหรือได้รับการรับรองต่อไปนี้อย่างทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D-117 หรือ IEC 60296
- เกจวัดระดับน้ำมันชนิดแม่เหล็ก มีเตือนระดับน้ำมันต่ำและสูง มาตรวัดต้องสามารถอ่านได้จากกระดานฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า และช่วงระดับน้ำมันต้องสอดคล้องกับอุณหภูมิน้ำมันระหว่าง 15°C ถึง 90°C โดยมีระดับน้ำมันที่ 30°C ระบุไว้อย่างชัดเจน
- ถ้ามี การรวมตัวของก๊าซและแรงดันน้ำมันกะทันหัน รีเลย์ Buchholz, ฟันลอยคู่, ตัวเตือนแผ่นดินไหว ข้อกำหนดนี้ควรจะใช้สำหรับหม้อแปลงรูปแบบดั้งเดิม ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- อุปกรณ์สำหรับการเตือนภัยทั้งหมด ควรจัดไว้ 2 ส่วนที่ไม่ได้ลงกราวด์ วงจรแบบปิด แบบอิสระทางไฟฟ้าเหมาะสำหรับ 48 VDC ต้องใช้ความระมัดระวังเพื่อป้องกันอุปกรณ์เหล่านี้ จากสภาพอากาศและจากความชื้น อุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องเดินสายในท่อเหล็กกับตู้ขั้วต่อบนหม้อแปลงแต่ละตัวซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกได้อย่างสะดวก จะต้องระบุการเดินสายขั้วต่อบนแผงขั้วต่อที่ติดตั้งแถบกำหนดและติดตั้งในกล่องขั้วต่อแบบแยกเดี่ยวที่ด้าน LV ลิงค์ที่ถอดออกได้หรืออุปกรณ์ตัดการเชื่อมต่ออื่นๆ จะต้องจัดเตรียมตามความจำเป็น วงจรที่มีแรงดันไฟฟ้าต่างกันจะต้องแยกจากกันโดยแยกสิ่งกีดขวางต้องจัดให้มีฉนวนท่อร้อยสายไฟภายนอกหรือท่อสายเคเบิลจากกล่องขั้วต่อ
- แผ่นป้ายบอกรายละเอียดต้องเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมที่ติดอยู่กับหม้อแปลงแต่ละตัวในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนแก่ผู้ใช้เครื่อง การทำเครื่องหมายแผ่นป้ายต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้องและต้องเป็นภาษาอังกฤษ

15.3.4 การติดตั้ง

ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามมาตรฐานการติดตั้งสำหรับประเทศไทย และของการไฟฟ้าฯ และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบทุกประการ โดยติดตั้งบนฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก สูงจากระดับพื้น 150mm เช่นเดียวกับสวิตช์เกียร์แรงสูง เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จให้ตรวจสอบฉนวนไฟฟ้า รวมทั้งตรวจสอบโดยการไฟฟ้าฯ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

15.3.5 การทดสอบที่โรงงาน

หม้อแปลงต้องผ่านการทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิต และมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน ผู้รับจ้างต้องรายงานผลการทดสอบดังกล่าวต่อการไฟฟ้าฯ และผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติให้ผู้รับจ้างส่งหนังสือรับรองดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด ให้ทำการทดสอบต่อไปนี้กับหม้อแปลงแต่ละตัว

- a. Leak test for 24 hours
- b. Resistance measurement of each winding.
- c. Turn ratio at all taps.
- d. Polarity and phase relation.
- e. Audible sound level.
- f. Efficiency. (25%, 50%, 75% and 100% rated load)
- g. No-load losses.
- h. Excitation current.
- i. Temperature rise test on main transformer.
- j. Dielectric tests on windings
- k. Impulse tests on all line and neutral terminals.

ผู้รับเหมาต้องจัดให้มีหลักฐานว่าหม้อแปลงที่มีการออกแบบ ความจุ และชั้นฉนวนเหมือนกับที่ระบุไว้ในที่นี้ ได้รับการทดสอบแรงกระตุ้นสำเร็จแล้ว และหากหลักฐานดังกล่าวพิสูจน์ได้ว่าไม่เป็นที่พอใจต่อผู้ว่าจ้าง การทดสอบแรงกระตุ้นตามมาตรฐาน IEC จะต้องดำเนินการโดยผู้รับเหมา โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมทั้งสิ้น

15.3.6 การทดสอบที่สถานที่ก่อสร้าง

การทดสอบต่อไปนี้จะต้องได้รับการตรวจสอบบนหม้อแปลงแต่ละตัวหลังการติดตั้ง

- a. Damage incurred in shipment
- b. Inspect bushings for chips or cracks
- c. Inspect all gaskets, fittings and radiators for leaks
- d. Check liquid level
- e. Check out and test control wiring
- f. Check no-load tap changer for proper movement
- g. Check operation of temperature indicator, pressure relay and other devices
- h. Check operation of pressure relief valve as recommended by the manufacture
- i. All transformers shall be subjected to one-minute megger tests
- j. The high-potential tests shall be applied only if the megger tests pass minimum requirement
- k. All control, alarm and metering circuits shall be checked

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ได้คะแนน "เข้าข่ายต้องสงสัย" จะต้องได้รับการตรวจสอบโดยผู้รับเหมาอีกครั้ง หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีคะแนน "เกณฑ์ต่ำมาก" จะไม่ได้รับการอนุมัติให้ใช้งาน จนกว่าจะติดต่อกับผู้ผลิตเพื่อขอคำแนะนำในการปรับสภาพให้ปกติ

15.3.7 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้งาน การบำรุงรักษา และแบบแปลนหม้อแปลง จำนวน 3 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

15.4 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย

15.4.1 ทั่วไป

ตู้ไฟฟ้าย่อยจะมีชื่อวงจรตามส่วนวงจรย่อย เช่น วงจร LP1 หรือ LP2 ซึ่งมีคุณสมบัติ มีรายละเอียดของโครงสร้าง 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 นอกจากนี้จะมีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- (3) ทองแดงเป็นแบบ Hard Drawn และต้องทนกระแสได้ถึง 1,000 แอมป์ต่อตารางนิ้ว (พื้นที่หน้าตัด) โดยจะต้องเตรียมบัสบาร์ไว้สำหรับแต่ละเฟส
- (4) ตู้จะต้องติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิด Molded Case Circuit Breaker ขนาดแรงดันจำนวนข้างจะต้องเป็นไปตามแบบ และจะต้องจัดเตรียมบัสบาร์สำหรับนิวทรัลไว้ด้วย
- (5) ตู้จะต้องจัดเตรียมช่องด้านข้างสำหรับท่อร้อยสายอย่างน้อย 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว สำหรับตู้ไฟฟ้ากำลัง (Power Panel Board)
- (6) จะต้องจัดทำป้ายชื่อของแต่ละรายวงจร โดยจะต้องติดตั้งไว้ภายในบริเวณฝาตู้ของแต่ละตู้ไฟฟ้าย่อย
- (7) ตู้หลายๆ ตู้อาจใช้สายบัสร่วมกัน จุดต่อจะต้องใช้แบบ Double Lugs หรือ Tapped Connectors ดังนั้นจะต้องมีการจัดเตรียมชนิดของ Lugs หรือจุดต่อสำหรับการต่อกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม
- (8) ตู้จะต้องผลิตภัณฑ์ของ Square “D”, General Electric, Wasting House หรือเทียบเท่า
- (9) อุปกรณ์ป้องกันฟ้ากระแสจะต้องจัดไว้สำหรับลดแรงดันเกินจากระลอกกระแสฟ้าผ่า และการสับปลดเปิดปิดสวิตช์ของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสฟ้าผ่าจะต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการป้องกันอุปกรณ์ทั้งหมดได้

15.4.2 การติดตั้ง

- (1) จะต้องมียึดช่องว่างระหว่างตู้กับผนังอย่างน้อย 50 มม.
- (2) ตู้ชนิดติดบนผนังจะต้องยึดด้วยหมุดและนอต อย่างน้อย 4 ชุด
- (3) ตู้ชนิดติดฝังในผนังจะต้องจัดเตรียมให้ฝาตู้ล้าออกนอกผนัง
- (4) วงจรสำรองของตู้จะต้องมีไม่น้อยกว่า 20% ของวงจรทั้งหมดที่มีในตู้ ยกเว้นแต่จะมีการกำหนดไว้แล้ว
- (5) แผงควบคุม 3 เฟส จะถูกควบคุมโดย Isolating Switch Integral ในตู้
- (6) บัสบาร์ทองแดงจะต้องเคลือบด้วยดีบุก ก่อนที่จะนำไปติดตั้งภายในตู้

15.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

15.5.1 ทัวไป

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (Grounding System) ให้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตัดตอนใหญ่ประจำอาคาร ส่วนการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Grounding Equipment) คือการต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะที่ไม่มีการแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดิน ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด เช่น ท่อโลหะ ดวงโคม เป็นต้น สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้ตามที่กำหนด จะต้องทำตาม NEC และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของประเทศไทย IEC และ NEC ทุกประการ อุปกรณ์ทุกชิ้นที่เป็นโลหะต้องทำจากวัสดุปลอดภัย

15.5.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ของอุปกรณ์ไฟฟ้าระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสาร และของระบบป้องกันฟ้าผ่าพร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ทุกประการ

15.5.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

อุปกรณ์และขนาด ระบบการต่อลงดินประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 อย่าง คือ สายดิน และรากสายดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

หลักสายดินสำหรับการต่อลงดิน ต้องเป็นแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 3 ม. จำนวนไม่น้อยกว่า 3 หลักต่อระบบ และต้องฝังห่างจากโลหะอื่นที่ต่อลงดินไม่น้อยกว่า 3 ม. และค่าความต้านทานของดิน (Earthing Resistances) ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้ามีค่าความต้านทานมากกว่าที่กำหนด ให้ฝังหลักสายดินเพิ่มขึ้นและต่อเข้ากับหลักสายดินชุดที่ฝังไว้แล้ว โดยที่ผู้รับจ้างเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

- สายตัวนำลงดินให้ใช้สายเส้นเดียวกันตลอดโดยไม่มีการตัดต่อ หากสายตัวนำลงดินที่กำหนดให้ร้อยในท่อโลหะ จะต้องต่อสายลงดินเข้ากับปลายทั้งสองข้างของท่อโลหะโดยใช้ปะกับโลหะ

- การต่อเชื่อมทุกๆ จุดของสายดิน สายดินกับหลักสายดิน สายดินกับเหล็กโครงสร้าง และสายดินกับระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding (ยกเว้นจุดประสานตาข่ายของเหล็กเสริมในพื้นที่ของ Pump Room ที่ให้ใช้วิธีพันเหล็กตาม โดยจุดประสานนี้จะทำให้เกิดตาข่ายไม่เล็กกว่า 5mx5m) โดยให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของประเทศไทย และ NEC หัวข้อที่ 250 หรือ VDE No.0100 ซึ่งการต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ การต่อสายตัวนำแยกเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการใช้ปะกับโลหะ ชนิดใช้เครื่องมือกลัด ต่อแยก เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเมื่อถูกแยกออกจากวงจรไฟฟ้าไปแล้วระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่นๆ ไม่ถูกตัดขาด

- ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ของอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบต่อลงดิน สำหรับระบบสื่อสารนี้ต้องเป็นไปตามความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

- จุดต่อลงดินจะต้องอยู่ห่างจากโครงสร้างตึกไม่น้อยกว่า 0.6 m และจะต้องทำเป็นบ่อหลักดินมีฝาปิดอย่างมิดชิด

- ในกรณีที่ระบบสายดินเป็นแบบ Grid (Mesh) และในแบบให้มี Tap จาก Ground Grid ขึ้นมาต่อกับโครงโลหะของอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจตำแหน่งที่แน่นอนของอุปกรณ์แล้วจึง Tap ขึ้นมาให้ตรงจุด
- การเชื่อมต่อที่จุดใดๆ ระหว่างตัวนำทองแดงกับเหล็กห้ามกระทำการต่อกันโดยตรง เช่น ห้ามใช้วิธีมัด ห้ามใช้วิธีบัดกรี และห้ามใช้วิธีเชื่อมแก๊ส แต่ต้องใช้วิธี Exothermic Welding หรือ Adapter หรือ ตามที่ระบุในแบบเท่านั้น

15.5.4 การติดตั้ง

1. การต่อสายศูนย์ลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องต่อลงดินใกล้ๆ กับหม้อแปลงไฟฟ้า และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องนั้นๆ
2. การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้
 - ดวงโคม เตารับ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกหุ้มภายนอกเป็นโลหะ
 - ส่วนของแผงสวิตช์ที่เป็นโลหะ
 - โครงเหล็กหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องที่เป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้า
3. ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดินหรือสายดินเป็นสายศูนย์
4. สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ ให้ร้อยในท่อโลหะ
5. การต่อลงดินของระบบล่อฟ้า (หากในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ให้ดูรายละเอียดในหัวข้อ “ระบบป้องกันฟ้าผ่า”
6. ขนาดของสายดินสำหรับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของประเทศไทย หรือที่ระบุไว้ในแบบ
7. ผู้รับจ้างต้องทำแบบการต่อลงดินของระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง
8. สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามใช้ร่วมกับสายดินของระบบอื่น ยกเว้นให้ใช้หลักสายดิน (Ground Rod) ร่วมกันได้และสายตัวนำลงดินของการต่อลงดินแต่ละอัน จะต้องเป็นชนิดและมีขนาดเดียวกันกับสายตัวนำลงดินที่ต่อไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ
9. ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันฟ้าผ่า ห้ามใช้สายตัวนำลงดินร่วมกัน แต่ให้ใช้สายตัวนำอย่างน้อยสองเส้นต่อหลักสายดินของทั้งสองระบบถึงกัน ท่อโลหะ รางร้อยสายไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะ และอุปกรณ์ของระบบลิฟต์(ถ้ากำหนดให้ติดตั้ง) ถ้าอยู่ในรัศมี 2 เมตร จากสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วย
10. หลักดินของระบบอื่นๆ เช่น ระบบสื่อสาร ระบบตรวจจับเพลิงไหม้ ต้องต่อรวมกับระบบสายดินของระบบไฟฟ้ากำลังที่แห่งหลักดิน

15.5.5 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดินและความต้านทานของดิน ต่อหน้าผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างรีบทำการแก้ไขโดยทันที โดยที่ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างและผลของการทดสอบให้ผู้รับจ้างจัดทำเป็น รายงานส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง 2 ชุด

15.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) ระบบสายส่ง 33 kV

สำหรับสายส่งแรงสูง 33 kV จากจุดต่อขยายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปยังโรงไฟฟ้า จะประกอบด้วยเสาคอนกรีต คานคอนกรีต รีโคสเซอร์และอุปกรณ์ ลูกถ้วย เหล็กประกบคอน แคล้ม สเตรน สายอลูมิเนียมเปลือย ฉนวนป้องกัน ระบบต่อลงดิน ลวดเหล็กตีเกลียว เหล็กรับสายล่อฟ้า สมอบก คอนกรีต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม หรือ ตามที่ระบุ ในใบแจ้งปริมาณและราคา

(2) หม้อแปลงไฟฟ้าและลานโกไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าตามขนาดและตำแหน่งที่ระบุ การติดตั้งและแท่นหม้อแปลง ล่อฟ้าอุปกรณ์ ป้องกัน รื้อล้อมหม้อแปลง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม หรือ ตามที่ระบุใน ใบแจ้งปริมาณและราคา

(3) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลง-ตู้ระบบไฟฟ้าหลัก(MDB)-ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า

สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำขนาดตามที่ระบุในแบบ วางไปตามรางสายไฟ อุปกรณ์ติดตั้งและอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม หรือ ตามที่ระบุในใบแจ้ง ปริมาณและราคา

(4) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB)

จำนวนตู้ระบบไฟฟ้าหลัก ซึ่งประกอบด้วย ตู้เหล็ก สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ รีเลย์ ไฟ แสดงสถานะ หม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน บัสบาร์ กักดับฟ้าผ่า สายเคเบิล ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็น เหนารวม หรือ ตามที่ระบุในใบแจ้งปริมาณและราคา

(5) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดินสายไฟฟ้าแรงต่ำ ประกอบด้วย หลักสายดิน แท่งเหล็ก ทุ้มทองแดงหลัก สายนำขนาดตามที่ระบุในแบบ อุปกรณ์ติดตั้งและอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัด ปริมาณเป็น เหนารวม หรือ ตามที่ระบุในใบแจ้งปริมาณและราคา

การจ่ายเงินค่างานระบบไฟฟ้าแรงสูงจะเป็นไปตามราคาต่อหน่วยที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณ และราคา (BOQ) ราคาต่อหน่วยซึ่งประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายวัสดุ ค่าแรงงานในการติดตั้ง ค่าอะไหล่และ เครื่องมือ ค่าทดสอบ ค่าฝึกอบรม ค่าขนส่งค่าใช้จ่าย อื่นๆ เพื่อจัดทำงานก่อสร้างให้เสร็จเรียบร้อยบรรลุ วัตถุประสงค์ และการจ่ายเงินต้องเป็นไปตามที่เหมาะสม โดยจ่ายเงินตามเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1) ร้อยละ 10 ของมูลค่าอุปกรณ์ เมื่อผู้รับจ้างได้รับการอนุมัติแบบ Shop Drawing หรือ รายการคำนวณ

2) ร้อยละ 50 ของมูลค่าอุปกรณ์ เมื่ออุปกรณ์นั้นได้ขนส่งมาถึงสถานที่ติดตั้ง และได้รับการตรวจสอบและยอมรับจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว

หมายเหตุ : ความเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ขณะที่เก็บไว้ที่เตรียมติดตั้งเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3) ร้อยละ 25 ของมูลค่าอุปกรณ์เมื่ออุปกรณ์นั้นๆ ได้ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์และรายงานการทดสอบภาคสนาม และได้รับการตรวจสอบและยอมรับจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว

4) ร้อยละ 15 ของมูลค่าอุปกรณ์ เมื่ออุปกรณ์นั้นๆ ได้รับการทำ commissioning และได้รับการยอมรับจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง พร้อมส่งมอบ แบบหลักฐาน As-Built เป็นที่เรียบร้อยแล้ว