



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ฝ่ายตรงน้อย
THONG NOI DIVERSION WEIR HYDROPOWER PROJECT
อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน
AMPHOE MUEANG NAN CHANGWAT NAN

สัญญา C1
CONTRACT C1
งานโยธาและระบบไฟฟ้า
CIVIL WORKS AND ELECTRICAL SYSTEM

เอกสารหมายเลข 2
VOLUME 2
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
TECHNICAL SPECIFICATIONS



บริษัท ฟรอนเทียร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนท์ส จำกัด

กันยายน 2567

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ฝ่ายธงน้อย
ตำบลกองควาย อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน
เอกสารประมูลจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์
เอกสารหมายเลข 2 : ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

ส่วนที่ 1 งานโยธาและระบบไฟฟ้า

สรุปสารบัญ

สารบัญ	หน้า
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 BACKILL)	5-1
หมวดที่ 6 งานถนน (ROAD WORKS)	6-1
หมวดที่ 7 งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)	7-1
หมวดที่ 8 งานป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (SLOPE PROTECTION)	8-1
หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE) (ถ้ามี)	9-1
หมวดที่ 10 งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์	10-1
หมวดที่ 11 งานก่อสร้างอาคาร (BUILDING CONSTRUCTION)	11-1
หมวดที่ 12 งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)	12-1
หมวดที่ 13 งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	13-1
หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้าแรงสูง	14-1

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ฝ่ายธงน้อย
ตำบลกองควาย อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

เอกสารประมูลจ้างด้วยระบบบิเล็กทรอนิกส์
เอกสารหมายเลข 2 : ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
ส่วนที่ 1 งานโยธาและระบบไฟฟ้า

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	XIII
สารบัญรูป	XIV
หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน	1-1
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	1-4
1.9 การทดสอบวัสดุ	1-5
1.9.1 การทดสอบที่โรงงาน	1-5
1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ	1-5
1.10 งานชั่วคราว	1-5
1.10.1 การเตรียมพื้นที่ (Site Preparation)	1-5
1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน	1-5
1.10.3 แคมป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง	1-6
1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง	1-6
1.11 สำนักงานสนาม	1-6
1.12 งานจัดหาหน้า	1-7
1.13 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง	1-7
1.14 งานถ่ายทำและบันทึกภาพ	1-7
1.14.1 บททั่วไป	1-7
1.14.2 ข้อกำหนด	1-7
1.15 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร	1-8
1.16 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม	1-8
1.17 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	1-9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หมวดที่ 2	
งานถางป่า ขุดต่อ และงานเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)	2-1
2.1 ทัวไป	2-1
2.2 งานถางป่า ขุดต่อ (Site Clearing and Grubbing)	2-1
2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน (Stripping)	2-1
2.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	2-1
หมวดที่ 3	
งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)	3-1
3.1 ทัวไป	3-1
3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)	3-1
3.3 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	3-1
หมวดที่ 4	
งานขุดดินและขุด-ระเบิดหิน (EXCAVATION)	4-1
4.1 ทัวไป	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 งานขุดลอก	4-2
4.4 การระเบิดหิน	4-3
4.4.1 การขออนุมัติดำเนินการขุดระเบิดหิน	4-3
4.4.2 การขออนุญาตมีวัตถุระเบิดและการเก็บวัตถุระเบิด	4-3
4.4.3 การทำงาน	4-4
4.4.4 การระเบิดย่อยก่อนทำงานระเบิด	4-5
4.4.5 การวัดความสั่นสะเทือน	4-5
4.5 การขุดรื้อย้ายอาคารเดิม (ถ้ามี)	4-5
4.6 ความคลาดเคลื่อนในการขุด	4-6
4.7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	4-6
หมวดที่ 5	
งานถมบดอัด (FILL AND BACKFILL)	5-1
5.1 ทัวไป	5-1
5.2 คำจำกัดความ	5-1
5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม (SOURCES OF FILL MATERIAL)	5-1
5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ	5-1
5.5 การบดอัดดิน (COMPACTION)	5-2
5.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)	5-2
5.7 ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)	5-2

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน (TEST)	5-2
5.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น	5-2
5.10 การถมทรายบดอัดแน่น	5-3
5.11 การถมบดอัดแน่นหินคลุก	5-3
5.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	5-3
หมวดที่ 6 งานถนน (ROAD WORKS)	6-1
6.1 ทวีไป	6-1
6.1.1 การทำสำรวจ	6-1
6.1.2 แบบก่อสร้าง	6-1
6.1.3 แบบมาตรฐาน (Typical Section)	6-1
6.1.4 การออกแบบอาคารประกอบถนน	6-2
6.2 งานทางพื้นที่และขุดต่อ	6-2
6.3 งานดินตัด (EXCAVATION) และงานขุดระเบิดหิน	6-2
6.4 งานดินถม (EMBANKMENT)	6-3
6.5 งานชั้นรองพื้นทาง และชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง	6-4
6.5.1 วัสดุ	6-4
6.5.2 วิธีการก่อสร้าง	6-5
6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)	6-6
6.6 งานชั้นพื้นทาง (Aggregate Base)	6-6
6.6.1 วัสดุ	6-6
6.6.2 วิธีการก่อสร้าง	6-7
6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)	6-7
6.7 งานลาดแอสฟัลท์ (Prime Coat)	6-8
6.7.1 การลาดแอสฟัลท์ Prime Coat	6-8
6.7.2 วิธีการพ่นยาง Prime Coat	6-9
6.8 ผิวทางแบบแอสฟัลท์ติกคอนกรีต	6-9
6.8.1 รายละเอียด	6-9
6.8.2 ส่วนประกอบของส่วนผสม	6-9
6.8.3 วัสดุ	6-10
6.8.4 วิธีการก่อสร้าง	6-11
6.8.5 การควบคุมและทดสอบ	6-11
6.8.6 การป้องกันผิวงาน	6-12
6.9 มาตรฐานวิธีการทดสอบ	6-12
6.10 งานก่อสร้างสะพาน (ไม่มีงานก่อสร้างสะพานสำหรับโครงการนี้)	6-12
6.10.1 การทำฐานราก	6-13
6.10.2 การขุดบ่อฐานราก	6-14
6.10.3 แบบหล่อคอนกรีตและนั่งร้าน	6-14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.10.4 สะพานเบี่ยง	6-15
6.10.5 การแต่งผิวคอนกรีตและผิวพื้นสะพาน	6-15
6.11 งาน Drain Culvert	6-15
6.11.1 ขอบเขตของงาน	6-15
6.11.2 วัสดุ	6-16
6.12 งาน Pipe Support	6-16
6.12.1 ขอบเขตของงาน	6-16
6.12.2 วัสดุ	6-17
6.13 หลักกันโค้งและหลักกันตก (Guide Post and Guard Post)	6-17
6.13.1 ขอบเขตของงาน	6-17
6.13.2 วัสดุ	6-17
6.13.3 การติดตั้งหลักกันโค้งหรือหลักกันตก	6-17
6.14 การทำสปีบริเวณถนน และป้ายหรือเครื่องหมาย	6-17
6.14.1 ข้อกำหนด	6-17
6.14.2 วัสดุที่ใช้	6-18
6.15 รางระบายน้ำ (Side Ditch)	6-18
6.15.1 ขอบเขตของงาน	6-18
6.15.2 วัสดุ	6-18
6.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	6-18
หมวดที่ 7 งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)	7-1
7.1 ทั่วไป	7-1
7.2 คุณภาพคอนกรีต	7-1
7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)	7-1
7.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต	7-1
7.2.3 ความเหลวของคอนกรีต	7-1
7.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต	7-2
7.2.5 การผสมคอนกรีต	7-4
7.2.6 การลำเลียงคอนกรีต	7-5
7.2.7 การเทคอนกรีต	7-5
7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)	7-6
7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ	7-6
7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด	7-7
7.3 แบบหล่อคอนกรีต	7-8
7.3.1 ทั่วไป	7-8
7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ	7-8
7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก	7-8
7.3.4 การบุแบบไม้ฉิวหยาบ	7-8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.3.5 การยึดแบบ	7-8
7.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน	7-8
7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน	7-9
7.4.1 ทัวไป	7-9
7.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต	7-9
7.5 การซ่อมคอนกรีต	7-9
7.5.1 ทัวไป	7-9
7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)	7-9
7.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต (CONCRETE REPLACEMENT)	7-10
7.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย (MORTAR REPLACEMENT)	7-10
7.5.5 การซ่อมด้วย EPOXY	7-10
7.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต	7-10
7.7 การบ่มคอนกรีต	7-10
7.7.1 การบ่มด้วยน้ำ	7-10
7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต	7-11
7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต	7-11
7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (Curing Compound)	7-11
7.8 รอยต่อคอนกรีต	7-12
7.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)	7-12
7.8.2 รอยต่อเพื่อหด (CONTRACTION JOINT)	7-12
7.8.3 รอยต่อเพื่อขยาย (EXPANSION JOINT)	7-12
7.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต	7-12
7.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)	7-12
7.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ (JOINT SEALANT)	7-13
7.9.3 ELASTIC FILLER	7-13
7.9.4 Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)	7-14
7.10 คอนกรีตมวล (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.	7-14
7.11 การ GROUT คอนกรีต	7-15
7.12 BLOCKOUT	7-15
7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต	7-15
7.13.1 ทัวไป	7-15
7.13.2 คุณสมบัติ และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม	7-15
7.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต	7-16
7.13.4 เหล็ก DOWEL	7-16
7.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต (ANCHOR BOLTS)	7-16
7.14 การทดลองวัสดุก่อสร้าง	7-17
7.14.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม	7-17
7.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพต่างๆ ไป	7-17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.15 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต	7-17
7.15.1 ทั่วไป	7-17
7.15.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต	7-17
7.15.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม	7-18
7.16 งานคานคอนกรีตอัดแรงสำหรับสะพาน	7-18
7.16.1 การออกแบบ	7-18
7.16.2 ข้อกำหนดสำหรับวัสดุ	7-18
7.16.3 การติดตั้งเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น	7-19
7.16.4 การทำคานคอนกรีตอัดแรง	7-19
7.16.5 แม่แรงดึง Prestressing Strands (Jack)	7-20
7.16.6 การทดสอบน้ำหนักบรรทุกบนสะพาน	7-20
7.16.7 Elastomeric Bearing Pad	7-22
7.16.8 การแต่งผิวพื้นสะพาน	7-23
7.17 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	7-23
หมวดที่ 8 งานป้องกันและเพิ่มเสถียรภาพลาดงานขุด (SLOPE PROTECTION)	8-1
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)	8-3
8.3 คอนกรีตพ่นเสริมตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)	8-4
8.3.1 คอนกรีตพ่น	8-4
8.3.2 ตะแกรงเหล็ก	8-7
8.4 ท่อ และรูระบาย (Drain Holes and Perforated Pipes)	8-8
8.4.1 บททั่วไป	8-8
8.4.2 การเจาะรูระบายน้ำ	8-8
8.4.3 ท่อระบายน้ำ	8-8
8.4.4 การหุ้มท่อระบายน้ำ PVC (Perforated Pipe)	8-8
8.5 งานหินทิ้ง หินเรียง หินก่อ หินเรียงยาแนว และงานวัสดุรองพื้น	8-8
8.5.1 งานหินทิ้ง และหินเรียง	8-8
8.5.2 งานหินก่อ และหินเรียงยาแนว	8-9
8.5.3 งานวัสดุรองพื้น	8-9
8.6 งานแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile)	8-10
8.6.1 ทั่วไป	8-10
8.6.2 ลักษณะทั่วไป	8-10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
8.6.3 คุณสมบัติต่างๆ	8-10
8.6.4 การปูแผ่นใยสังเคราะห์	8-10
8.7 งานตาข่ายป้องกันหินร่วง	8-11
8.7.1 วัสดุประสมค์	8-11
8.7.2 วัสดุที่ใช้	8-11
8.7.3 ลักษณะการติดตั้ง	8-12
8.8 งานเกเบียน (Gabion) และ แมทเทรซ (Mattress)	8-12
8.8.1 ขอบข่ายงาน	8-12
8.8.2 รายละเอียดและคุณสมบัติ	8-12
8.8.3 คุณสมบัติของหิน	8-15
8.8.4 การประกอบและเรียงกล่อง	8-15
8.9 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	8-15
หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE) (ถ้ามี)	9-1
9.1 ท่อไป	9-1
9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ	9-1
9.3 การวางและการต่อท่อ	9-1
9.4 การถมอัด	9-2
9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ	9-2
9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	9-3
หมวดที่ 10 งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์	10-1
10.1 ท่อไป	10-1
10.2 มาตรฐาน (STANDARDS)	10-1
10.3 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็กและงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ (STEEL WORKS) และงานโลหะอื่นๆ	10-1
10.4 งานเหล็ก	10-2
10.4.1 การเตรียมงานเบื้องต้น	10-2
10.4.2 การเชื่อม (WELD CONNECTION)	10-2
10.4.3 การยึดด้วยน็อต (BOLT & NUT)	10-2
10.4.4 การประกอบในโรงงาน	10-2
10.4.5 การติดตั้ง	10-3
10.4.6 งานทาสี	10-3
10.5 งานอุปกรณ์ชลศาสตร์	10-4
10.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	10-4
10.5.2 มาตรฐาน	10-5
10.5.3 มาตรฐานคุณภาพวัสดุ	10-6
10.5.4 แรงเค้นใช้งาน	10-7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
10.6 ฝีมือการผลิต (WORKMANSHIP)	10-7
10.6.1 ทัวไป	10-7
10.6.2 การเชื่อมไฟฟ้า	10-7
10.6.3 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ	10-8
10.6.4 เหล็กหล่อ	10-8
10.6.5 การขันเกลียว	10-8
10.6.6 การทาสีเคลือบผิว	10-8
10.7 บานระบายและเครื่องกว้าน	10-9
10.7.1 ขอบเขตงาน	10-9
10.7.2 วัสดุ	10-9
10.7.3 อุปกรณ์ไฟฟ้า	10-10
10.7.4 การป้องกันและการเคลือบสี	10-11
10.7.5 การประกอบและทดสอบ	10-13
10.7.6 การติดตั้ง	10-13
10.7.7 การทำเครื่องหมาย	10-13
10.7.8 การฝึกอบรมและหนังสือคู่มือ	10-14
10.8 STOPLOG	10-14
10.8.1 ลักษณะทั่วไป	10-14
10.8.2 โครงสร้าง STOPLOG	10-14
10.8.3 อุปกรณ์ที่ฝังในคอนกรีต	10-14
10.8.4 อุปกรณ์ยก (LIFTING DEVICE)	10-15
10.8.5 การประกอบติดตั้งและการถอด STOPLOG	10-15
10.8.6 การทำเครื่องหมายการติดตั้ง	10-15
10.9 ประตูน้ำแบบลิ้นยก (GATE VALVE)	10-15
10.9.1 ลักษณะทั่วไป	10-15
10.9.2 การเคลือบผิว	10-16
10.9.3 การทดสอบการผลิต (Production Testing)	10-17
10.9.4 ข้อมูลที่ต้องจัดส่ง (Data to be Furnished)	10-17
10.9.5 การทำเครื่องหมาย (Markings)	10-17
10.9.6 การบรรจุหีบห่อ (Packing)	10-18
10.9.7 หนังสือรับรองและการรับประกัน (Affidavit of Compliance)	10-18
10.10 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	10-18
หมวดที่ 11 งานก่อสร้างอาคาร (BUILDING CONSTRUCTION)	11-1
11.1 การเตรียมสถานที่	11-1
11.2 การขุดหลุมฐานราก (ถ้ามี)	11-1
11.3 งานโครงสร้าง	11-1
11.3.1 คอนกรีตเสริมเหล็ก	11-1
11.3.2 งานไม้	11-2

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
11.3.3 การมุงหลังคา	11-2
11.3.4 การตีฝ้าเพดาน	11-3
11.3.5 งานก่ออิฐ	11-4
11.3.6 งานปูนฉาบ	11-5
11.3.7 การก่อคอนกรีตบล็อก	11-6
11.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์	11-6
11.4.1 ประตูเหล็กม้วน	11-6
11.4.2 วงกบ	11-6
11.4.3 บานประตู	11-6
11.4.4 หน้าต่าง	11-6
11.4.5 กระจก	11-6
11.4.6 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง	11-7
11.4.7 วงกบ ราง และกรอบอลูมิเนียม	11-7
11.5 งานพื้นกระเบื้องยาง (VINYL TILES)	11-7
11.6 งานปูกระเบื้องโมเสกและกระเบื้องเคลือบ	11-8
11.7 งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE (พื้นป้องกันกรด)	11-8
11.8 เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	11-8
11.9 การทาสี	11-9
11.10 ระบบท่อสุขาภิบาล (Plumbing Work)	11-10
11.11 ป้ายชื่อโครงการ (ถ้ามี)	11-11
11.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	11-12
หมวดที่ 12 งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)	12-1
12.1 ทั่วไป	12-1
12.2 งานปลูกหญ้า (SODDING)	12-1
12.2.1 วัสดุที่ใช้	12-1
12.2.2 วิธีการปลูก	12-1
12.3 งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป	12-2
12.3.1 งานพื้นและผิวพื้น	12-2
12.3.2 งานระบายน้ำ	12-2
12.3.3 งานระบบให้น้ำ	12-3
12.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	12-3
หมวดที่ 13 งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	13-1
13.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	13-1
13.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	13-1
13.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ	13-1
13.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	13-1

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
13.1.4	ระบบต่อลงดิน	13-2
13.1.5	แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง	13-2
13.1.6	คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา	13-3
13.1.7	การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ	13-3
13.1.8	มาตรฐาน	13-3
13.1.9	การจัดเรียงและรหัสสี	13-3
13.1.10	คุณภาพของงาน (Workmanship)	13-4
13.1.11	การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี	13-4
13.1.12	งานฝังภายนอกและอื่นๆ	13-4
13.1.13	การทดสอบ	13-4
13.1.14	อุปกรณ์อะไหล่	13-5
13.2	ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	13-5
13.2.1	ทั่วไป	13-5
13.2.2	มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ	13-5
13.3	ระบบแสงสว่าง	13-6
13.3.1	ขอบเขตของงาน	13-6
13.3.2	มาตรฐาน	13-6
13.3.3	หลักการออกแบบ	13-7
13.3.4	ระบบแสงสว่างภายใน	13-7
13.4	สายไฟ และเคเบิล	13-10
13.4.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	13-10
13.4.2	วัสดุ	13-10
13.4.3	การติดตั้ง	13-11
13.5	ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)	13-12
13.5.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	13-12
13.5.2	วัสดุและมาตรฐาน	13-12
13.5.3	การติดตั้ง	13-13
13.6	ระบบรางเดินสายไฟฟ้า	13-14
13.6.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	13-14
13.6.2	วัสดุ	13-14
13.6.3	การติดตั้ง	13-14
13.7	ท่อโลหะ (Non-Metallic Conduit)	13-14
13.7.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	13-14
13.7.2	วัสดุ	13-14
13.7.3	การติดตั้ง	13-15
13.8	ระบบสายดิน	13-15
13.8.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	13-15
13.8.2	วัสดุ	13-15

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
13.8.3	การติดตั้ง	13-16
13.8.4	การทดสอบ	13-16
13.9	ระบบป้องกันฟ้าผ่า	13-16
13.9.1	ความต้องการ	13-16
13.9.2	การติดตั้ง	13-17
13.10	ระบบ Surge Arrester Protection	13-17
13.10.1	Lightning Current Arrester Class B	13-17
13.10.2	Overvoltage Arrester Class C	13-18
13.10.3	Overvoltage Arrester Class D	13-18
13.11	ตัวควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก	13-20
13.11.1	ทั่วไป	13-20
13.11.2	การติดตั้ง	13-21
13.11.3	การทดสอบ	13-21
13.12	ตัวควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย	13-22
13.12.1	ทั่วไป	13-22
13.12.2	การติดตั้ง	13-22
13.13	การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	13-23
หมวดที่ 14	งานระบบไฟฟ้าแรงสูง	14-1
14.1	งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง	14-1
14.1.1	ขอบเขตงานและความต้องการ	14-1
14.1.2	กฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ	14-1
14.1.3	ระบบต่อลงดิน	14-1
14.1.4	แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง	14-1
14.1.5	คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา	14-2
14.1.6	การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ	14-3
14.1.7	มาตรฐาน	14-3
14.1.8	การจัดเรียงและรหัสสี	14-3
14.1.9	คุณภาพของงาน (Workmanship)	14-4
14.1.10	การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี	14-4
14.1.11	งานฝังภายนอกและอื่นๆ	14-4
14.1.12	การทดสอบ	14-4
14.1.13	อุปกรณ์อะไหล่	14-4
14.2	ระบบสายส่ง 22 Kv	14-5
14.2.1	ทั่วไป	14-5
14.2.2	มาตรฐานและอุปกรณ์	14-5
14.2.3	วิธีการติดตั้ง	14-6

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
14.3 หม้อแปลง	14-7
14.3.1 ทั่วไป	14-7
14.3.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ	14-8
14.3.3 การประกอบและการทดสอบ	14-10
14.3.4 วิธีการติดตั้ง	14-11
14.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	14-12

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 6.7-1	อุณหภูมิของแอสฟัลท์ที่ใช้ลาด
ตารางที่ 8.8-1	คุณสมบัติของวัสดุที่ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรซ
ตารางที่ 10.9-1	ขนาดมิติหลักของประตูน้ำแบบลิ้นยก
ตารางที่ 13.4-1	จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 8.8-1 ลักษณะทางกายภาพของกล่องเกเบียน	8-13
รูปที่ 8.8-2 ลักษณะทางกายภาพของกล่องแมทเทรซ	8-13
รูปที่ 8.8-3 วิธีการผูกกล่องลวดตาข่าย	8-14

หมวดที่ 1

ความต้องการขั้นพื้นฐาน

หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน

1.1 บทนำ

ความต้องการขั้นพื้นฐานนี้เป็นความต้องการเบื้องต้นของโครงการ โดยผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขซึ่งกำหนดไว้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมและตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานตามสัญญาสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

ผู้รับจ้างต้องมีความเข้าใจขอบเขตงาน คุณสมบัติงาน และสภาพภูมิประเทศที่จะเข้าไปดำเนินการโดยยึดถือเอกสารสัญญา แบบก่อสร้างและรายละเอียดด้านวิศวกรรม รวมทั้งต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นเกณฑ์ โดยที่ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ และบุคลากรที่มีความสามารถและความชำนาญงาน เพื่อให้ได้ผลงานตามข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา โดยรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานจากสถาบันที่หน่วยงานราชการยอมรับ หากงานหรือวัสดุรายการใดไม่มีสถาบันมาตรฐานรองรับ ผู้รับจ้างจะต้องมีผลการทดสอบและมีหนังสือรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

1.2 มาตรฐานที่ใช้

(1) ข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นหลัก และให้แปลความหมายของมาตรฐานอักษรย่อ ดังต่อไปนี้

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

(2) หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ให้เสนอมาตรฐานนั้นต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยแสดงข้อมูลยืนยันว่า มาตรฐานที่เสนอนั้นมีมาตรฐานเทียบเท่ากับมาตรฐานที่กำหนดไว้ในกรณีนี้ ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบหรือผลการทดลองให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมเล่มนี้ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจำนวนอย่างน้อย 3 ชุด

1.3 คุณภาพวัสดุและฝีมือ

วัสดุก่อสร้างสำคัญทั้งปวง ซึ่งผู้รับจ้างนำมาใช้งานต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนโดยมีเกณฑ์กำหนดดังนี้

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

ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารแสดงคุณสมบัติวัสดุที่จะขออนุมัติ โดยแสดงตารางเปรียบเทียบกับวัสดุตามข้อกำหนด พร้อมทั้งแนบมาตรฐานที่ใช้ทดสอบวัสดุนั้นๆ

(2) การใช้แรงงานฝีมือต้องเป็นงานฝีมือชั้นหนึ่งในประเภทงานชนิดนั้นๆ นอกจากจะระบุในรายละเอียดด้านวิศวกรรม หรือกำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างว่าให้ได้ชิ้นงานตามบทกำหนดเฉพาะงานหรือตามแบบและมีคุณภาพตามมาตรฐานของสัญญานี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

(3) รายการวัสดุก่อสร้างใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา แต่ผู้รับจ้างต้องนำมาใช้งานให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานที่ต้องใช้วัสดุก่อสร้างชนิดนั้นๆ โดยรวมถึงค่าขนส่ง การจัดเก็บ การเคลื่อนย้ายวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ด้วย

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

อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

1.4 การสำรวจวางแผนผัง

ผู้ว่าจ้างได้กำหนดหมวดหลักฐาน เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ระดับของงานและโครงสร้างอาคาร ดังต่อไปนี้

(1) หมวดหลักฐานที่กำหนดแสดงไว้ในแบบคู่สัญญา

(2) ก่อนดำเนินการก่อสร้างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะส่งมอบหมวดหลักฐานให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของค่าพิกัดและค่าระดับที่มอบให้ ยืนยันความถูกต้องต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อนและต้องรับผิดชอบในการดูแลรักษาหมวดหลักฐานข้างต้น ให้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกทำลายตลอดการใช้งาน

(3) ผู้รับจ้างต้องทำการถ่ายค่าระดับ และค่าพิกัดไปยังตำแหน่งต่างๆ ของงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือกำหนดโดยผู้ว่าจ้างรวมทั้งทำการสำรวจค่าระดับ เช่น รูปตัดขวาง รูปตัดตามยาว ระดับอาคารต่างๆ และคำนวณปริมาณงานเบื้องต้นเสนอผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง

ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายระดับ ค่าพิกิต และการสำรวจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อ
อนุมัติทุกครั้งไป การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในความเสียหาย หรือความ
รับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.5 การสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบสุขาภิบาลที่ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง ในการนี้ผู้รับจ้างต้องจัดหาและ
บำรุงรักษาด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น อาทิเช่น ระบบน้ำใช้ น้ำดื่ม ระบบระบายน้ำเสีย ที่ทิ้งขยะ เป็นต้น
ซึ่งจะต้องส่งเรื่องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

งานสุขาภิบาลต้องให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติและกฎกระทรวง และสามารถให้บริการ
พอเพียงแก่บุคคลที่อาศัยและทำงานในโครงการหรือเกี่ยวข้องกับงาน

นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายน้ำเสียที่เกิดจากที่พักอาศัยของผู้รับจ้างหรือ
ผู้ว่าจ้างก่อนระบายทิ้งนอกบริเวณโครงการ ระบบดังกล่าวจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) ผู้รับจ้างต้องมีห้องปฐมพยาบาล เพื่อบริการแก่พนักงานหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของ
ผู้ว่าจ้างไว้ตลอดเวลา โดยจัดให้มี

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

1.6 มาตรการความปลอดภัย

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำมาตรการป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง ตามขอบเขตและรายละเอียด
ที่กำหนดไว้ใน “เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์” การดำเนินงานดังกล่าวให้
ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในค่าดำเนินงานของสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมบุคลากรที่มีคุณสมบัติเฉพาะแต่ละ
ประเภทของงาน โดยมีประสบการณ์พร้อมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการป้องกันภัยต่างๆ เพื่อดำเนินการจัดการระบบ
ความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมติคณะรัฐมนตรีที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับความ
เห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) แสงสว่างในการปฏิบัติงานกลางคืน

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้พอเพียง เพื่อการทำงานในเวลากลางคืนเพื่อประกันว่า

- สภาพแวดล้อมในที่ทำงานมีความปลอดภัยอย่างเพียงพอกับลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของ
ผู้ว่าจ้าง

- งานที่ดำเนินการแล้วมีคุณภาพดีตรงตามข้อกำหนดของสัญญา

เจ้าหน้าที่ควบคุมงาน สามารถทำการตรวจสอบความก้าวหน้าของงานได้ตลอดเวลา

ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่มีคำสั่งเป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติ และจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่างขั้นต่ำสุด
ณ พื้นที่ผิวดินหรืองาน ดังต่อไปนี้

สถานที่/ปฏิบัติงาน	ความเข้มของแสงสว่าง
- งานถมดิน ขุดดิน	35 Lux
- งานก่อสร้างสะพาน	35 Lux
- งานถนน ทางล้าลองที่จุดตัดกัน มีการจราจร	35 Lux
- โรงผสมคอนกรีต	110 Lux

- งานเทคอนกรีต	55 Lux
- โรงซ่อมและอาคารอื่นๆ	110 Lux
- คลังวัสดุระเบิด, คลังพัสดุ, คลังน้ำมัน	55 Lux

เครื่องจักรเครื่องมือที่กำลังทำงานและเคลื่อนที่ในเวลากลางคืน ต้องมีโคมไฟส่องสว่างเพียงพอและให้ติดแถบสะท้อนแสง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างเพียงพอ

ในการทำงานกลางคืน ผู้รับจ้างต้องส่งแผนปฏิบัติงาน และแผนการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้า และขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 3 (สาม) วัน ก่อนเริ่มการทำงาน

การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือการได้ส่งแผนดังกล่าวแก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการชดใช้ค่าเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.7 การบำรุงรักษาทางสัญจร

เมื่อผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานในสถานที่ ซึ่งติดกับหรือใกล้เขตทางหลวง หรือทางสาธารณะ ซึ่งมีการจราจรอยู่ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการสัญจรในทางสาธารณะนั้นปลอดภัยอยู่เสมอและเกิดสภาพคล่องตัวอยู่ตลอดเวลา ในการที่เกิดการกีดขวางทางผู้รับจ้างต้องจัดให้มี อาทิเช่น ทางเบี่ยง สะพานชั่วคราว ทางเข้าหมู่บ้านหรือบ้านเพื่อให้การสัญจรเป็นไปโดยสะดวก และเป็นที่พักพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างใกล้บริเวณดังกล่าว

1.8 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันและรักษาคุณภาพของวัสดุที่จัดหา เครื่องจักรกลที่นำมาเตรียมติดตั้งทุกรายการให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะท้วงติงผู้รับจ้างในการจัดเก็บรักษาวัสดุและงานที่ได้ทำไปแล้วให้ปฏิบัติถูกต้องเหมาะสมดังนี้ คือ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บรักษาวัสดุให้เสื่อมคุณภาพ และคงมีขนาดกระชับพร้อมใช้งานโดยเก็บไว้ได้กำบังปกปิด เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและกำกับดูแลความพร้อมใช้งานของวัสดุ วัสดุขณะเก็บไว้หน้างานและขณะติดตั้งประกอบยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(2) การดำเนินการเทคอนกรีตและงานอื่น อาจจะไม่อนุญาตให้เริ่มดำเนินการ หากเกิดภาวะอากาศแปรปรวน นอกจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าสภาวะนั้นยอมให้ดำเนินการได้เป็นกรณีพิเศษ

หากการหยุดชะงักการทำงานมีสาเหตุจากภาวะอากาศหรือสาเหตุอื่น ผู้รับจ้างต้องป้องกันรักษาวัสดุก่อสร้างนั้นไม่ให้เสียหาย โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง และรักษาสภาพหน้างานให้สะอาดเรียบร้อยตลอดเวลาที่หยุดงาน

หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุหรืองานเกิดความเสียหาย โดยความบกพร่องของผู้รับจ้าง วัสดุหรืองานนั้นจะต้องรื้อย้ายและทำทดแทนขึ้นใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

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

(4) ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างและบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียง มิให้เสื่อมเสียหาย จากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง และป้องกันงานและทรัพย์สินในส่วนของผู้รับจ้างด้วย ถ้าเกิดความเสียหายใดๆ ต้องจัดทำขึ้นใหม่หรือทำให้ดีดังเดิม โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.9 การทดสอบวัสดุ

1.9.1 การทดสอบที่โรงงาน

วัสดุที่นำมาถือเป็นรูปงานทุกชนิดต้องผ่านการทดสอบที่โรงงานผลิต หรือทดสอบที่หน้างานเพื่อพิสูจน์ว่ามีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด ถ้าวัสดุที่ทดสอบ ณ โรงงาน ผลการทดสอบต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ ก่อนดำเนินการขนส่งมาหน้างาน ค่าทดสอบทั้งปวงเป็นของผู้รับจ้าง

1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเผื่อเวลาไว้ล่วงหน้าในการทดสอบวัสดุ เพื่อป้องกันความล่าช้าของงาน ผู้รับจ้างจะไม่นับเป็นข้ออ้างเรียกหรือเอาผลประโยชน์ใดๆ จากผู้ว่าจ้าง หากงานต้องล่าช้าไป เนื่องจากการเสียเวลาไปในการทดสอบวัสดุนั้นๆ

1.10 งานชั่วคราว

1.10.1 การเตรียมพื้นที่ (Site Preparation)

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

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเลือกบริเวณและยินยอมให้ใช้ที่ดินภายในบริเวณงานให้เป็นพื้นที่ชั่วคราวของผู้รับจ้าง เพื่อจัดสร้างโรงงาน คลังวัสดุ 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 ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวจะต้องเก็บเศษสิ่งของและขยะมูลฝอย ออกไปจนหมดสิ้น เศษสิ่งของและขยะจะต้องนำไปทิ้งในสถานที่ ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือให้มีจำนวนเพียงพอ สำหรับงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานที่ทำการก่อสร้างให้ดำเนินงานที่มีคุณภาพ และเสร็จทันตามกำหนดเวลาตามสัญญา

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

(3) ภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องยื่นเสนอแผนการ และวิธีการ ซึ่งแสดงรายละเอียดในการเตรียมและขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือไปทำงานก่อสร้างให้ผู้ว่าจ้างทราบ ทั้งนี้ เพื่อที่จะเป็นเครื่องยืนยันได้ว่า ผู้รับจ้างจะทำการเตรียมและขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือได้ทันภายใน 60 (หกสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำบัญชีแสดงคุณภาพ จำนวน ราคา และรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องจักรเครื่องมือที่จะใช้ในงานภายใต้สัญญานี้ทุกรายการ จะต้องแจ้งลักษณะของทุกรายการให้ถูกต้องชัดเจนเพียงพอที่จะตัดสินได้ว่าขนาด ชนิด ความคงทน การใช้งาน ถูกต้องตรงตามข้อกำหนดนี้ บัญชีดังกล่าวให้มอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นหลักฐาน

1.10.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างที่ทำการ ที่พักพนักงาน ที่พักคนงาน คลังพัสดุ ฯลฯ ในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนลงมือก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีและให้การดูแลรักษาอาคารชั่วคราว เช่น ที่ทำการโรงงานให้มีรั้วกั้นบริเวณกองวัสดุ และบริเวณขนถ่ายตามความจำเป็นเพื่อการดำเนินการตามสัญญา

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

(3) บรรดาอาคารต่างๆ จะต้องให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของทางราชการเข้าตรวจได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวในการทำความสะอาดสถานที่ การฆ่าเชื้อโรค และการดูแลรักษาโดยทั่วไปเกี่ยวกับการสาธารณสุขและอนามัยขั้นมูลฐานของตัวอาคาร

1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง

ผู้รับจ้างต้องทำการก่อสร้าง และดูแลรักษาถนนชั่วคราว ทั้งภายในและภายนอกบริเวณงาน ให้สามารถเข้าถึงถึงบริเวณทิ้งขยะมูลฝอย โรงงาน บ้านพัก โรงเรียน และงานชั่วคราวอื่นๆ ถนนที่จะต้องสร้างขึ้นนี้ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแบบและได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การดูแลรักษาถนนชั่วคราว ประกอบด้วยการกำจัดฝุ่นละอองด้วยการรดน้ำถนนในฤดูแล้ง การกำจัดโคลนตมในฤดูฝน บำรุงรักษา ซ่อมแซมป้าย เครื่องหมายจราจร และการปรับผิวจราจรให้ยานพาหนะสัญจรได้สะดวก

1.11 สำนักงานสนาม

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างที่ทำการสำนักงานสนามสำหรับผู้ว่าจ้างและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวก การดูแลรักษาให้อยู่ในความสะดวก ตลอดระยะเวลาของการก่อสร้าง ในบริเวณที่ได้รับอนุญาต

จากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบโดยผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ ก่อนลงมือก่อสร้าง และก่อสร้างแล้วเสร็จพร้อมเข้าทำงานภายใน 90 วัน หลังจากได้รับคำสั่งให้เริ่มงานก่อสร้าง โดยสำนักงานสนาม สำหรับผู้ว่าจ้างและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 120 ตร.ม.

1.12 งานจัดหาหน้า

เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาไม้สำหรับพนักงาน/ลูกจ้าง หรือผู้รับจ้างช่วง รวมทั้งน้ำ เพื่อใช้ในการก่อสร้าง และเพื่ออุปโภคบริโภคอื่นๆ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง โดยอาจเดินระบบท่อน้ำและจุดต่อต่างๆ เป็นการชั่วคราวได้ แต่ระบบท่อน้ำและจุดต่อชั่วคราวเหล่านั้นต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และก่อนที่จะส่งมอบงานครั้งสุดท้ายต้องจัดการรื้อถอนและกลับเกลี่ยพื้นที่ให้เรียบร้อยเป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วแต่จะขอให้คงไว้ตามเดิม ผู้รับจ้างจะต้องยื่นขออนุมัติแบบแปลนระบบการจ่ายน้ำภายในบริเวณงาน ภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ

1.13 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง

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

1.14 งานถ่ายทำและบันทึกภาพ

1.14.1 บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องถ่ายทำและบันทึกภาพของโครงการในรูปแบบของ DVD ตั้งแต่การเริ่มงานก่อสร้างจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ รวมถึงการลำดับขั้นตอนการทำงาน จุดประสงค์ของการจัดทำ เพื่อแนะนำโครงการให้แก่บุคคลทั่วไปเข้าใจ และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.14.2 ข้อกำหนด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 60 วัน หลังจากได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผังบุคลากรแต่ละขั้นตอนพร้อมประวัติ
- กำหนดเวลาและวิธีการทำงาน
- รายการอุปกรณ์หลัก
- ต้นร่างของแผ่น DVD

(2) แผ่น DVD ฉบับสมบูรณ์สุดท้ายจะต้องจัดเรียงตามนี้

- รายละเอียดด้านเทคนิค 1 แผ่น เป็นภาษาไทยความยาวทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง พร้อมสำเนาจำนวน 3 ชุด

- รายละเอียดทั่วไปของโครงการสาธารณะ 1 แผ่น เป็นภาษาไทยความยาวทั้งหมดประมาณ 30 นาที ภาพบันทึกจะต้องปรับปรุงให้ทันสมัยทุกๆ 6 เดือน ตลอดระยะเวลาทำการก่อสร้าง

1.15 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร

(1) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารด้วยวิทยุการสมัใหม่สำหรับผู้ควบคุมงานในสนามที่มีคุณภาพและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอสำหรับการติดต่อสื่อสารในการก่อสร้าง และเชื่อมต่อกับสถานีหลักที่มีอยู่ของผู้ว่าจ้าง

(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 กำหนดการทำงานจะแสดงขั้นตอนการทำงานตามเวลา ชนิดของงานถาวร หรืองานชั่วคราวที่ต้องสอดคล้องกับกำหนดเวลาตามหนังสือแจ้งเข้าทำงาน

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

(ค) ผู้รับจ้างต้องระบุและเผื่อเวลาการทำงาน เวลาที่เผื่อไว้ต้องสมเหตุสมผลตามหลักการกำหนดการทำงานต้องทำรายละเอียดเป็นรายสัปดาห์และรายเดือน เพื่อให้สามารถติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงานตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

(ง) กำหนดการทำงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่จำกัด หรือตามผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการโดยไม่ยอมให้มีการเบิกจ่ายเงินเพิ่มเติม ผลจากการเปลี่ยนแปลงกำหนดการทำงาน ผู้รับจ้างต้องคำนึงไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกำหนดการทำงานนั้นเพียงพอให้เร่งทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

(จ) ทุกสิ้นเดือน ผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบ ผลงานที่แท้จริงกับรายละเอียดที่กำหนดในกำหนดการทำงานของโครงการ ผลการปรับแก้ต้องเสนอในรายงานประจำเดือน กรณีที่งานล่าช้า ผู้รับจ้างต้องทบทวนปรับเวลางานก่อสร้างพร้อมชี้แจงรายละเอียดที่ทำให้งานล่าช้า

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องปรับตารางโครงการให้เป็นปัจจุบันและส่งมอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่เกินวันที่ 5 ของเดือนถัดไป โดยอยู่บนพื้นฐานความก้าวหน้าของงานทุกวันที่ 25 ของเดือนก่อน การปรับตารางโครงการจะต้องส่งมอบให้พิจารณา ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการพิจารณาแก้ไขใหม่

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

- 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 การสั่งการของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

8) อุบัติเหตุ และเหตุสุดวิสัย

9) เหตุการณ์ที่สำคัญ เช่น การต่อสู้ การหยุดงาน เป็นต้น

(ข) รายงานประจำวัน และรายงานประจำเดือน เป็นงานที่ต้องทำตามแบบฟอร์มที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ รายงานประจำวันต้องเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายในเวลา 9.00 น. ทุกวันหรือวันแรกของสัปดาห์ กรณีเป็นรายงานประจำสัปดาห์

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

(2) การประชุมโครงการ

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

(ข) การประชุมโครงการ จะเป็นการทบทวนความก้าวหน้าของงานระหว่างก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าของงาน ทบทวนกิจกรรมต่างๆ ของการทำงาน

(ค) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง อาจใช้เวลาในการประชุมสั้นๆ โดยการร่วมกันพิจารณา พร้อมลงนามในบันทึกการประชุม โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกับตัวแทนผู้รับจ้าง สำเนาที่ผ่านการร่วมพิจารณาจะส่งถึงแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใน 4 วัน

(ง) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจเชิญประชุมเป็นกรณีพิเศษ นอกเหนือจากที่ดำเนินการประชุมโครงการ

1.17 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อการดำเนินงานก่อสร้าง คือ

- งานสำรวจวางแผนผัง
- งานสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ
- งานมาตรการความปลอดภัย
- งานบำรุงรักษาทางสัญจร
- งานเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน
- งานจัดหาผู้ช่วยงานฝ่ายผู้ว่าจ้าง
- งานทดสอบวัสดุ
- งานชั่วคราว ได้แก่ งานเตรียมพื้นที่ งานขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือ งานก่อสร้าง แค้มป์ ที่ทำการคลังวัสดุ

โรงงานที่พัก งานถนน ทางลำลองและทางเบี่ยง

- สำนักงานสนาม
- งานจัดหาน้ำ
- งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง
- งานถ่ายทำและบันทึกภาพ
- งานประสานงานและติดต่อสื่อสาร

งานดังกล่าวข้างต้นนี้จะไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากให้ แต่ให้ผู้รับจ้างคิดรวมไว้ใน “ค่าดำเนินการ” ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา

หมวดที่ 2

งานถางป่า ขุดต่อ 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 ให้ความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างได้ ตามคำสั่งหรือความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ห้ามผู้รับจ้างทำการตัดโค่นต้นไม้ที่ระบุหรือแสดงเครื่องหมายมิให้ตัดโค่น รวมทั้งต้นไม้ที่ยื่นนอกเขตหรือบริเวณดังกล่าว

2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน (Stripping)

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

2.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานถางป่า ขุดต่อ และรากไม้ ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงกันในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานถางป่า ขุดต่อ สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อถมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

(2) งานขุดเปิดหน้าดิน ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงกันในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานขุดเปิดหน้าดิน สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อถมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

หมวดที่ 3

งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ
(COFFER DAM AND DEWATERING)

หมวดที่ 3 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)

3.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ผู้รับจ้างจะต้องสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ เพื่อก่อสร้างอาคารถาวร เช่น อาคารฝ่ายทดน้ำ เนื่องจากอาคารก่อสร้างขวางลำน้ำ ทำหน้าที่ยกระดับน้ำให้ไหลเข้าท่อชักน้ำ และมีอาคารระบายทรายและท่อระบายน้ำลงลำน้ำเดิมตลอดเวลา ซึ่งขณะก่อสร้างจะต้องกั้นน้ำเพื่อทำบ่อก่อสร้าง และสูบน้ำให้แห้งก่อนจึงจะทำการก่อสร้างได้ในช่วงฤดูแล้ง งานอาคารดังกล่าวข้างต้นเป็นงานอาคารที่ก่อสร้างในลำน้ำ ทำให้ในการก่อสร้างอาคารต้องมีแผนงานผันน้ำเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับผู้ใช้ลำน้ำด้านท้าย แนวทางการผันน้ำสามารถกระทำได้โดยเริ่มก่อสร้างอาคารฝ่ายในช่วงที่เป็นช่องระบายทรายและระบายน้ำลงลำน้ำเดิม จะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จโดยเร็วภายในแล้งเดียว เพื่อใช้เป็นอาคารผันน้ำและระบายน้ำในช่วงน้ำหลากในปีต่อไป แนวทางการผันน้ำข้างต้นเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้

3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)

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

3.3 การวัดงานและการจ่ายเงิน

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

(2) การวัดงานสูบน้ำให้วัดปริมาณเป็นเหมาจ่าย ซึ่งค่าใช้จ่ายประกอบด้วยค่างานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบการสูบน้ำและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 60% ของงานสูบน้ำที่ตรวจวัดปริมาณที่สูบน้ำได้และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

และจะจ่ายให้ 10% ของงานสูบน้ำที่ตรวจวัดปริมาณที่สูบได้ทั้งหมดเป็นค่าเรือขนเมื่อหมดความจำเป็นในการสูบน้ำ ส่วนที่เหลืออีก 30% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในงานก่อสร้างอาคาร ฝ่ายและอาคารประกอบที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 4

งานขุดดินและขุด-ระเบิดหิน
(EXCAVATION)

หมวดที่ 4 งานขุดดินและขุด-ระเบิดหิน (EXCAVATION)

4.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานขุดดิน ขุดหินผุ และงานขุด-ระเบิดหิน สำหรับการก่อสร้างของอาคารต่างๆ เช่น งานบ่อก่อสร้าง 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 ผู้รับจ้างจะต้องขุดเผื่อออกไปจากแนวอาคารที่กำหนดอย่างน้อยข้างละ 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น

(5) ในกรณีที่พื้นหินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่ได้กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนใดของหินไหลเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม

(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 ของอาคารดังกล่าวตามที่กำหนดไว้ในแบบของอาคารแต่ละแห่ง หรือตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

4.3.2 งานขุด-ระเบิดหิน และงานดินขุดยาก

การแบ่งลักษณะ “หิน” จะแบ่งตามลักษณะชั้นหิน โดยถือวิธีการขุดเป็นเกณฑ์ดังต่อไปนี้

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

(2) หินชั้น หมายถึง Sound Rock ที่มีความแข็ง (Hardness) จนไม่สามารถทำให้หลวมตัว 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 หรือตามที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควร รวมถึงงานขุดหินเป็นร่องเพื่อการระบายน้ำ

4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการถมบ่ออัดแน่น

4.3.5 งานขุดลอก

หมายถึง การขุดดินเลนโคลนที่ตื้นเขินของคลองหรือลำน้ำให้ได้ระดับที่ต้องการ โดยใช้รถขุดหรือเรือขุด โดยดินที่ถูกขุดขึ้นมาอาจจะนำมากองและปรับแต่งเป็นคันคลอง หรือส่งไปทิ้งตรงจุดที่กำหนด โดยให้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบ หรือภายใต้ดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

4.4 การระเบิดหิน

การขุดระเบิดหิน เป็นงานขุดด้วยการระเบิด ซึ่งหมายถึง งานขุดหินชั้น หินพีตหรือหินก้อนที่ไม่สามารถทำให้แตกย่อยเป็นส่วนย่อยได้โดยใช้เครื่องจักร 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 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามนี้

(1) การควบคุมการระเบิดหิน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ พร้อมแผนงานเพื่อให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดังนี้

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

(2) การจัดแผนป้องกันอุบัติเหตุ การระเบิดหินจะกระทำได้ต่อเมื่อผู้รับจ้างได้มีการเตรียมการป้องกันอันตราย และความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นต่อบุคคล ทรัพย์สินหรืองานในบริเวณใกล้เคียงที่สร้างเสร็จแล้วหรือที่กำลังก่อสร้าง หรือบริเวณฐานรากเขื่อนที่ปรับปรุงแล้ว หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายหรืออันตรายดังกล่าว

- ก่อนทำการระเบิด ต้องมีสัญญาณเตือนให้ได้ยินทั่วไปและเมื่อปลอดภัยแล้วให้แจ้งสัญญาณปลอดภัยอีกครั้งหนึ่ง

- การบรรจุดินระเบิด ห้ามกระทำในระหว่างเวลาฟ้าคะนองหรือขณะที่มีพายุแม่เหล็ก

- หลังระเบิดสิ้นสุดลงเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจตรา โดยละเอียดว่าดินระเบิดได้ระเบิดไปหมดทุกหลุมหรือไม่ ถ้าพบว่าจะระเบิดไม่หมดทุกหลุมให้ทำการระเบิดซ้ำ หรือทำการเป่าออกจากหลุมด้วยลมหรือน้ำก่อนจึงให้สัญญาณปลอดภัยได้

4.4.2 การขออนุญาตมีวัตถุระเบิดและการเก็บวัตถุระเบิด

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัตถุระเบิด แก๊ป สายชนวน และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการระเบิดหินตลอดทั้งแรงงาน โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง

(2) การขออนุญาตมีและใช้วัตถุระเบิด และอุปกรณ์ ตลอดจนการขออนุญาตขนย้ายวัตถุระเบิดและอุปกรณ์เพื่อใช้งานนี้ ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือขออนุญาตโดยผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ทำหนังสือรับรองให้ ส่วนการขออนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

(3) ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างโรงเก็บระเบิดตามแบบของกระทรวงมหาดไทย เพื่อเก็บวัตถุระเบิดและอุปกรณ์ตำแหน่งที่ก่อสร้างโรงเก็บวัตถุระเบิด ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

(4) ผู้รับจ้างต้องนำวัตถุระเบิดดังกล่าว มาเก็บไว้ในโรงเก็บวัตถุระเบิด การนำวัตถุระเบิดไปใช้งานจะต้องอยู่ในความควบคุมดูแลของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และรายงานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบต่อไป

4.4.3 การทำงาน

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

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

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

(4) ในกรณีที่ผู้รับจ้างขุดระเบิดหินผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดไว้ในแบบ อันเกิดความเสียหายของลาดชันหรือเกิดการพังทลายเพราะความบกพร่องของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขซ่อมแซมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างโดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขซ่อมแซมเป็นของผู้รับจ้าง

(5) ในระหว่างดำเนินการถ้าพบว่าสภาพลาดของหินไม่ดี ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้พิจารณาเห็นว่าในระยะเวลาต่อไปอาจพังทลายลงมาได้ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งแก้ไขความเอียงลาดได้ โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่บิดพลิ้ว ส่วนปริมาณและราคางานที่เกินจากแบบ ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินค่างานในส่วนดังกล่าวให้แก่ผู้รับจ้างตามปริมาณงานที่ทำจริง และใช้อัตราราคาต่อหน่วยตามใบแจ้งปริมาณงานและราคา

(6) เมื่อทำการขุดระเบิดหินได้รูปร่าง ขนาด ระดับตามที่แสดงไว้ในแบบแล้วพบว่ามียอยร้าว รอยแยก หรือเป็นโพรง ผู้รับจ้างจะต้องทำการอุดรอยเหล่านี้ด้วย Mortar หรือคอนกรีตล้นให้เรียบร้อยละ

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

(8) วัสดุที่ได้จากการขุดระเบิดนี้ จะต้องขนย้ายไปกองรวมในบริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด แล้วทำการดัน กลิ้ง ตกแต่งให้เรียบร้อยละตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

4.4.4 การระเบิดย่อยก่อนทำงานระเบิด

(1) บริเวณที่จะทำงานระเบิดเพื่อให้ได้รูป ผิวดิน และระดับดังที่แสดงในแบบ หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองระเบิดย่อยเพื่อดูแนวการแตกของหิน ก่อนทำการขุดด้วยการระเบิด เพื่อป้องกันความเสียหายของหินด้านล่างที่ต่ำกว่าระดับที่ทำการระเบิด

(2) ก่อนเริ่มงานอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดวิธีการและขั้นตอนการทำงานขุดด้วยวิธีการระเบิด ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ รวมถึงขั้นตอนการทดลองระเบิดย่อย ระยะห่างและขนาดหลุมฝังวัตถุระเบิดเพื่อทำงาน การทดลองระเบิดย่อยจะเปลี่ยนแปลงวิธีการตามความแข็งแรงของหิน ชนิด และปริมาณการระเบิด ลำดับขั้นตอน และรูปแบบการหน่วง

4.4.5 การวัดความสั่นสะเทือน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องวัดความสั่นสะเทือนเพื่อติดตั้งในบริเวณที่จะทำการระเบิดและอยู่ใกล้กับสถานที่ทำงานคอนกรีต โดยเสนอชนิด ขนาด และบริเวณติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ เพื่อป้องกันมิให้งานคอนกรีตเกิดความเสียหาย ค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งเครื่องวัดความสั่นสะเทือน ผู้ว่าจ้างจะไม่แยกจ่ายให้ต่างหาก แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในงานขุดระเบิดหินบริเวณฐานรากอาคาร หรืองานขุดระเบิดของงานก่อสร้างถนน

(2) คุณสมบัติของเครื่องวัด สามารถตรวจวัดความสั่นสะเทือนจากการระเบิด สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจวัดในรูปของความเร็วที่แสดงผลเป็นแบบตัวเลขดิจิทัล, 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) ตามที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยการรื้อย้ายอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง บานหรือประตูระบายน้ำ และวัสดุป้องกันการกัดเซาะ วัสดุที่ได้จากการขุด รื้อ ที่ผู้ว่าจ้างต้องการให้เก็บรักษาไว้ ผู้รับจ้างต้องนำไปเก็บไว้ยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ส่วนวัสดุที่ได้จากการขุด รื้อ และทำลายต้องนำไปทิ้งยังบริเวณที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเช่นกัน และให้ผู้รับจ้างปรับคืนสภาพเดิม หรือถมดินกลับเพื่อเตรียมงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องในลำดับต่อไป

4.6 ความคลาดเคลื่อนในการขุด

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการขุด ได้ดังต่อไปนี้

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

4.7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานขุดดินด้วยเครื่องจักรให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว สำหรับงานขุดดินจากบ่อถมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบ่ออัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

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

(3) งานขุด-ระเบิดหิน ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว ในกรณีที่ทำงานในบางพื้นที่โดยไม่ได้ทำการถางป่า ขุดต่อแต่ได้ทำงานขุด-ระเบิดหินอย่างเดียว ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาการจ่ายเงินในรายการถางป่าขุดต่อให้ สำหรับงานขุดหินจากแหล่งหินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานหินทั้งหินเรียง หินเรียงยาแนวและหินก่อที่เกี่ยวข้อง รวมถึงงานปู Gabion

(4) งานขุดลอกด้วยรถขุด และงานขุดลอกด้วยเรือขุด ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

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

(6) งานดินขุดด้วยแรงคนให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องมือสำหรับขุดดิน ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

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

หมวดที่ 5

งานถมบดอัด
(FILL AND BACKILL)

หมวดที่ 5 งานถมบดอัด (FILL AND BACKFILL)

5.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณอาคาร ฐานราก ถนน และบริเวณรอบท่อ เป็นต้น เพื่อให้ได้แนว ระดับ และขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ

5.2 คำจำกัดความ

(1) งานถมกลับบดอัดแน่น (BACK FILL) หมายถึง ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้าง และเมื่อทำการก่อสร้างอาคารเสร็จแล้วทำการถมบดอัดดินรอบๆ อาคาร โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างอาคารนั้นหรือ 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 จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้างจากบ่อถมดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

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

5.5 การบดอัดดิน (COMPACTION)

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นขึ้นต่อไป จะต้องดำเนินการดังนี้

(1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำการให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ แล้วทำการบดอัด

(2) ความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้

(ก) เมื่อใช้ลูกกลิ้งดินเกาะ ดินแต่ละชั้นต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของดินเกาะ หรือหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร แล้วแต่อย่างไหนจะน้อยกว่ากัน

(ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร

(ค) การใช้เครื่องจักรอื่นๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดิน แต่ละชั้นเมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(3) 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) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มาตรวจสอบ

5.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการถมดินได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

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

5.10 การถมทรายบดอัดแน่น

การถมทรายบดอัดแน่นรอบๆ อาคาร งานรองพื้น หรืองานอื่นใดที่กำหนดในแบบก่อสร้างจะต้องเป็นวัสดุที่สะอาดปราศจากวัสดุที่ย่อยสลายได้เจือปน วัสดุที่เจือปนจะมีขนาดไม่โตเกินไป และจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและประเภทของงาน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้บดอัดทราย ความหนาของชั้นทรายที่บดอัด และความชื้นจะต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งาน การถมบดอัดทรายเป็นชั้นๆ ให้สูงเสมอกันขึ้นไป จนถึงระดับที่กำหนดไว้

5.11 การถมบดอัดแน่นหินคลุก

การถมบดอัดหินคลุกบริเวณใต้ฐานรากอาคารและหรือรอบๆ อาคาร หรือบริเวณอื่นใดที่กำหนดในแบบก่อสร้าง จะต้องเป็นวัสดุหินคลุกที่สะอาดปราศจากวัสดุที่ย่อยสลายได้เจือปน และมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ 6.6.1 และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้บดอัดหินคลุก ความหนาของชั้นหินคลุกที่บดอัด และความชื้นจะต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งาน การถมบดอัดหินคลุกต้องดำเนินการเป็นชั้นๆ ให้สูงเสมอกันขึ้นไป จนถึงระดับที่กำหนดไว้

5.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

(2) การวัดงานดินถมกลับบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยเครื่องจักร รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(3) การวัดงานทรายถมบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ย และบดอัดแน่นด้วยเครื่องมือเบา รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(4) การวัดงานดินถมบดอัดแน่นด้วยแรงคน ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยแรงคน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(5) การวัดงานหินคลุกถมบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานสั่งการ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายวัสดุ งานเกลี่ยและบดอัดวัสดุด้วยแรงคน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

หมวดที่ 6

งานถนน
(ROAD WORKS)

หมวดที่ 6 งานถนน (ROAD WORKS)

6.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

(1) ถนนเข้าโครงการ (Access Road)

ถนนเข้าโครงการเป็นถนนที่ก่อสร้างปรับปรุงจากเส้นทางสัญจรของชาวบ้านเดิมที่เป็นถนนดิน ให้เป็นถนนชนิด Asphaltic Concrete กว้าง 4.0 ม. ความยาวรวม 212.50 เมตร พร้อมระบายน้ำด้านข้างทั้ง 2 ข้าง หรือตามที่ระบุในแบบ เพื่อเชื่อมต่อถนนลาดยางเดิมกับบริเวณโรงไฟฟ้าของโครงการ

งานถนนเข้าโครงการนี้ ผู้รับจ้างต้องทำการสำรวจภูมิประเทศตามแนวนอนที่กำหนดไว้ในแบบตามสัญญา เพื่อจัดทำแบบรายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณงานเพื่อการก่อสร้างต่อไป

(2) ถนนภายในโครงการ

ก่อสร้างต่อจากถนนเข้าโครงการ เพื่อใช้สัญจรภายในโครงการและเชื่อมต่ออาคารและองค์ประกอบต่างๆ ภายในพื้นที่โครงการ เช่น อาคารโรงไฟฟ้า อาคารสำนักงาน และและบ้านพักของโครงการ เป็นต้น ถนนภายในโครงการก่อสร้างเป็นถนนชนิด Asphaltic Concrete ความกว้างถนนตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

6.1.1 การทำสำรวจ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจแผนที่ภูมิประเทศขนาดมาตราส่วนไม่น้อยกว่า 1:4,000 เพื่อตรวจสอบแนวนอนกับแนวเส้นทางที่แสดงไว้ในแบบ และเก็บรายละเอียดเพื่อประกอบการคำนวณปริมาณงานอื่นๆ เช่น รูปตัดทางระบายน้ำข้างถนน และอาคารอื่นๆ ที่เห็นว่าจำเป็น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการข้อมูลสำรวจ แผนที่สำรวจภูมิประเทศ และรายการคำนวณออกแบบ ส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

6.1.2 แบบก่อสร้าง

ภายใน 60 วัน นับแต่วันที่สั่งให้เริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบก่อสร้างเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาและอนุมัติ หลังจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้อนุมัติแบบแล้ว ให้เริ่มทำการก่อสร้างได้ทันที แบบที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับการลงนามอนุมัติในแบบแล้วจะถือเป็นแบบก่อสร้าง และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสัญญานี้

6.1.3 แบบมาตรฐาน (Typical Section)

แบบมาตรฐาน (Typical Section) ของถนน คันทาง และระบบระบายน้ำ ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างตามสัญญาแล้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบรายละเอียดในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามเกณฑ์ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

- (1) เส้นทางแสดงพิกัดจุดเริ่มต้น จุดสุดท้ายของรายละเอียดโค้งตั้งโค้งนอน (Curve Data) การยกโค้ง (Super Elevation) และ Profile ถนน
- (2) ตำแหน่งและประเภทอาคารประกอบถนน เช่น รางระบายน้ำ และท่อลอดถนน
- (3) การรักษาลาดของถนน เช่น การปลูกหญ้า เป็นต้น

6.1.4 การออกแบบอาคารประกอบถนน

- (1) รางระบายน้ำข้างถนน (Side Ditch)
ให้มีแนวรางระบายน้ำข้างถนนทั้งสองฝั่ง โดยการกำหนดให้ก่อสร้างตามรูปแบบในสัญญา
- (2) ท่อลอดถนน
 - (ก) ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างท่อระบายน้ำลอดถนนในบริเวณที่คันทางตัดกับทางน้ำธรรมชาติ หรือในบริเวณพื้นที่ต่ำ โดยแสดงแบบรายละเอียดตามที่ระบุในสัญญา
 - (ข) บริเวณปากท่อลอด หากจำเป็นจะต้องก่อสร้างป้องกันการกัดเซาะ ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
 - (ค) ขนาดท่อลอดจะต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดในแบบตามที่ระบุในสัญญา

6.2 งานวางพื้นที่และชุดต่อ

ในกรณีที่ถนนใหม่ ไม่ทับถนนเดิมที่มีอยู่เดิม พื้นที่ที่ก่อสร้างคันทางขึ้นมาต้องวางวัชพืช เช่น หญ้า ออกให้หมด เมื่อได้ทำการวางวัชพืชออกทั้งหมดตลอดความกว้างของคันทางแล้ว จึงทำการบดอัดดินเดิมในส่วนที่ลึกจากระดับที่ได้วางวัชพืชออกไปอย่างน้อย 15 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบให้ได้ความแน่นอย่างน้อย 95% ของความแน่นสูงสุด ซึ่งได้จากการทดสอบโดยวิธีการทดสอบ AASHTO T99 และจะต้องปรับความชื้นของดินให้ใกล้เคียงกับความชื้นของดินที่ให้ความแน่นสูงสุด (OPTIMUM MOISTURE CONTENT)

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

ในบริเวณใดของตัวคันทางที่ระดับจาก CONSTRUCTION PROFILE GRADE ถึงดินเดิมน้อยกว่า 1 เมตร และบริเวณนั้นมีต่อไม้จะต้องชุดต่อไม้ขึ้นนอก

วัชพืชและต่อไม้ที่ชุดออกจากงานวางพื้นที่ให้เก็บออกให้หมดและนำไปทิ้งภายนอกโครงการก่อสร้าง ในแหล่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

6.3 งานดินตัด (EXCAVATION) และงานขุดระเบิดหิน

บริเวณที่ต้องขุดดินเดิมออกเนื่องจาก CONSTRUCTION PROFILE GRADE อยู่ต่ำกว่าดินเดิม หรือถนนเดิมออกจนถึงระดับที่ต้องการ ถ้าดินที่ระดับที่ต้องการเป็นดินที่เหมาะสมที่จะเป็นชั้น SUBGRADE ของคันทาง ให้ทำการพรวนและบดอัดดินจากระดับ FINISH SUBGRADE ลงไปไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ให้ได้ความแน่นอย่างน้อย 95% ของ

ความแน่นสูงสุดจากวิธีการทดสอบ AASHTO T99 รวมทั้งความชื้นของดิน ก็ต้องปรับให้ใกล้เคียงกับความชื้นที่ให้
ความแน่นสูงสุด (OPTIMUM MOISTURE CONTENT) ของดินนั้นด้วย

ในกรณีที่ขุดจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ปรากฏว่าดินที่ระดับเป็นดินที่ไม่เหมาะสม (UNSUITABLE SOIL) เช่น
เป็นดินที่มีอินทรีย์สารมาก ดินโคลน ให้ขุดดินที่ไม่เหมาะสมนั้นออกให้หมดและให้ถมกลับ โดยใช้วัสดุที่ได้พิจารณาแล้ว
ว่า เหมาะสมที่จะใช้เป็นดินถมคันทาง การถมกลับนี้ จะต้องปูและบดอัดเป็นชั้นๆ ขึ้นมาชั้นหนึ่งๆ เมื่อบดอัดแล้วต้อง
ไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร

6.4 งานดินถม (EMBANKMENT)

วัสดุที่นำมาทำคันทางอาจนำมาจากวัสดุที่มาจากงานดินตัด หรือจากบ่อถมดิน ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่า เหมาะสม
ที่จะนำมาใช้ถมเป็นคันทาง ดินที่ขุดจากบ่อถมดินอาจทำการปรับความชื้นให้ได้ใกล้เคียงกับความชื้นที่ต้องการในบ่อ
ก่อนนำมาลงบนถนน หรืออาจจะมาปรับความชื้นขณะปูบนถนนก็ได้

การถมดินคันทางให้กระทำโดยการปูให้ได้ความหนาสม่ำเสมอ ตามความกว้างของคันทางและบดอัดขึ้นเป็น
ชั้นๆ โดยความหนาหลังจากบดอัดแล้ว ต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร ในขณะที่ปูให้ทำการเก็บรากไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า
ที่ติดมากับวัสดุนั้นออกให้หมด ความกว้างของแต่ละชั้นที่ปูจะต้องเพียงพอสำหรับชั้นนั้นๆ

แต่ละชั้นที่บดอัดแล้วให้ทำการเลี้ยงน้ำผิวหน้าให้ชุ่มอยู่เสมอ เพื่อมิให้เกิดรอยแตกจากการหดตัว
(SHRINKAGE CRACK) สำหรับดินที่มีความเหนียว (COHESIVE SOIL) หรือแห้งปนสำหรับดินทราย เมื่อใดก็ตามที่ดิน
ในแต่ละชั้นได้บดอัดแล้วแตกเป็นหัวระแหง ให้ทำการคราดขึ้นมา ปรับความชื้นและบดอัดใหม่ ก่อนลง แต่ละชั้นบนชั้นที่ได้
ทำเสร็จแล้วให้ราดน้ำบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้ชุ่ม เพื่อให้แต่ละชั้นเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับดินที่มี PI สูง
พอสมควร สำหรับดินที่มี PI ปานกลางถึงต่ำ อาจต้องการคราดผิวหน้าของชั้นที่ทำเสร็จ และรดน้ำให้ชุ่มก่อนลง
ชั้นต่อไป

ในขณะที่ปูดินแต่ละชั้นจะต้องตีดินให้แตก่วน และปรับความชื้นของดินในขณะเดียวกันให้ได้ความชื้น
สม่ำเสมอ ตลอดทั้งชั้นที่กำลังปูนั้น และจะต้องเลี้ยงไว้ไม่ให้แห้งหรือเปียกเกินไป

ในชั้นใดก็ตามที่ได้ทำแล้วเสร็จ ถ้าปรากฏว่าเมื่อรถหนักวิ่งแล้วยุบยวบยาบ จนสังเกตได้จากตาเปล่า ให้ทำการ
รื้อบริเวณนั้นขึ้นมาทำใหม่จนกว่าลักษณะดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น และจะต้องปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้ในทุกชั้น

ชั้นบนสุด 15 เซนติเมตร ของงานดินถม วัสดุที่ใช้จะต้องมี CBR ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และการ
ทดสอบหาค่า CBR ให้ใช้วิธีการทดสอบ AASHTO T193

ทุกชั้นที่บดอัดแล้วต้องได้ความหนาไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นสูงสุดจากการทดสอบ AASHTO T99

ในกรณีที่ขยายคันทางเดิมออกจะต้องทำการ BENCHING เพื่อให้งานดินถมใหม่เกาะยึดกับคันทางเดิม และเพื่อ
ไม่ให้เกิดการเลื่อนตัวระหว่างชั้นคันทางใหม่กับคันทางเก่า หรือในกรณีที่ เป็น HALF FILL AND HALF CUT SECTION
หรือบริเวณที่เปลี่ยนจากดินถมเป็นดินตัดก็ให้ทำเช่นเดียวกัน

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

ลาดคันทางจะต้องบดอัดให้แน่นและจะต้องแต่งให้ได้รูปตามรูปแบบ รวมทั้งร่องระบายน้ำด้านข้าง (SIDE DITCH)
ด้วย

6.5 งานชั้นรองพื้นทางและชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง

งานชั้นรองพื้นทาง หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองพื้นทางโดยถมและบดอัดวัสดุรองพื้นทางให้ได้รูปร่าง และระดับ ตามแบบก่อสร้าง

งานชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง หมายถึง การก่อสร้างชั้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุคัดเลือกหรือลูกรัง หรือ Soil Aggregate เสริมบนคันทางเพื่อเป็นชั้นทางตามโครงสร้างถนนที่ระบุในแบบตามสัญญา

6.5.1 วัสดุ

(1) วัสดุรองพื้นทาง

วัสดุรองพื้นทาง หมายถึง วัสดุลูกรังหรือมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นคันทางหรือใช้เป็นชั้นพื้นทางของถนนชนิดที่มีผิวจราจรเป็นลูกรัง

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องตัดจากแหล่งวัสดุ ซึ่งมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง ดังนี้

- (ก) เป็นวัสดุประกอบด้วยเม็ดแข็ง ทนทานและมีวัสดุเชื้อประสานที่ดีผสมอยู่
- (ข) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ
- (ค) ขนาดวัสดุใหญ่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร
- (ง) ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่า 35
- (จ) ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ระหว่าง 3 ถึง 11
- (ฉ) ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่า 60
- (ช) มีมวลคละผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

หมายเหตุ หากสัดส่วนคละของวัสดุไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้ การเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

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 หรือวัชพืชอื่น ๆ
- (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 และให้มีความหนาแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density
- (5) บริเวณใดหรือช่วงใดวัสดุรองพื้นทางที่เกลี่ยแผ่บดอัดมีมวลหยาบ และมวลละเอียดแยกตัวจากกัน (Segregation) ให้แก้ไขโดยขุดคราด (Scarify) ออก แล้วทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน หรือรื้อออกแล้วใส่วัสดุรองพื้นทางที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอแทน
- (6) ในกรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิด มาผสมเป็นวัสดุรองพื้นทางบนที่ก่อสร้างวัสดุแต่ละชนิดนั้นจะต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอ และต้องได้รับการตรวจสอบถูกต้องตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทางเสียก่อน จึงจะทำการเกลี่ยแผ่บดอัดได้
- (7) เมื่อทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ มีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง
- (8) การก่อสร้างชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรัง เมื่อทำการก่อสร้างชั้นคันทางหรือชั้นรองพื้นทาง เสร็จเรียบร้อยแล้วหากผิวดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางแห้งให้รดน้ำจนมีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นที่ให้ความหนาแน่นสูงสุด

(Optimum Moisture Content) เพื่อป้องกัน ไม่ให้ดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางดูดน้ำจากชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรังที่จะทำการบดอัดในชั้นต่อไป หลังจากนั้นให้นำวัสดุคัดเลือกที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยบนผิวทางทีละชั้น ความหนาหลังบดอัดต้องไม่มากกว่า 15 ซม.หรือตามที่กำหนดในแบบ ขึ้นรูปให้ได้ความลาดผิวทางตามแบบ ลาดน้ำ และบดอัดให้ได้ความแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 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 ให้ตัดส่วนที่เกินออกหรือขูดคราด (Scarify) ออกหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดใหม่ให้แน่นและได้ระดับสม่ำเสมอตามแบบ

6.6 งานชั้นพื้นทาง (Aggregate Base)

งานชั้นพื้นทาง หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุพื้นทางให้ได้รูปร่าง และระดับตามแบบก่อสร้าง

6.6.1 วัสดุ

วัสดุพื้นทาง หมายถึง วัสดุหินคลุก (หินโม) หรือกรวดคลุก (กรวดโม) ซึ่งมีขนาดคละกันสม่ำเสมอจากใหญ่ไปหาเล็กนำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้น 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) ต้องตรวจสอบระดับและความเรียบร้อยละ ของชั้นรองพื้นทางให้ถูกต้องก่อน
- (2) ถ้าแบบกำหนดความหนาชั้นพื้นทางมากกว่า 15 เซนติเมตร ให้แบ่งทำเป็น 2 ชั้น หนาชั้นละเท่าๆ กัน โดยประมาณ
- (3) นำวัสดุพื้นทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดลงบนชั้นรองพื้นทางแล้วพ่นน้ำ (Spray) ผสมคลุกเคล้าโดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอและใกล้เคียงกับ Optimum Moisture Content จึงเกลี่ยแผ่แล้วบดอัดทันทีด้วยรถบดล้อยางหรือเครื่องจักรกลบดอัดที่เหมาะสมให้มีความแน่นสม่ำเสมอไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density
- (4) ในระหว่างการบดอัดให้มีการเกลี่ยแต่งเพื่อช่วยให้ผิวหน้าเรียบปราศจากหลุมบ่อ และวัสดุหลวมๆ และเพื่อให้ผิวหน้าราบเรียบสม่ำเสมอ ให้บดอัดตบแต่งชั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็ก
- (5) บริเวณใดหรือช่วงใดพบว่าวัสดุพื้นทางเกิดการแยกตัว (Segregation) จากการเกลี่ยแผ่บดอัดจะต้องขุดคุ้ย (Scarify) ออกและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันใหม่ หากมีความชื้นลดลงให้พ่นน้ำเพิ่มเติม หากวัสดุพื้นทางที่ขุดคุ้ยทำการผสมคลุกเคล้าใหม่นั้นตรวจพบว่าคุณสมบัติไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดจะต้องขนวัสดุนั้นออกและนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ถูกต้องมาใส่แทน
- (6) ในระหว่างก่อสร้างหากมีน้ำขังหรือเกิดมีฝนตกหรือมีน้ำในพื้นทางมากกว่าปริมาณที่กำหนด เพื่อการบดอัด จนเป็นเหตุให้ชั้นรองพื้นทางเสียหายต้องรื้อพื้นทางออกและทำการตบแต่งบดอัดชั้นรองพื้นทางใหม่ให้ถูกต้อง
- (7) เมื่อทำการก่อสร้างพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมิหน้าเรียบสม่ำเสมอมีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้างและจะต้องเลี้ยงน้ำให้ชั้นพอสมควรอยู่ตลอดเวลา ไม่ให้เกิดฝุ่นหรือกลิ่นจนผิดหน้าร่วน 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 และได้ติดตั้งปรับปรุงถูกต้องตามแบบแล้ว 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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ถังต้มยาง รถพ่นยางเพื่อใช้ในการพ่นยาง รถยนต์ไม่กวาด 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 เป่าฝุ่นที่เกาะบนพื้นออกไปจนสะอาดแล้ว จนหินพื้นทางโผล่ขึ้นมาเล็กน้อย มีความชื้นบนพื้นทางและอุณหภูมิของอากาศสูงกว่า 15°C ไม่มีสภาพหมอกหรือครีမ်ฟ้าครีမ်ฝน

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

(3) เมื่อพ่นยางแล้วเสร็จ ให้ปิดกั้นบริเวณที่พ่นยางไปแล้ว และทิ้งไว้ให้ยางซึมลงผิวทางเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง สำหรับสภาพอากาศที่ดี หรือ 48 ชั่วโมง สำหรับสภาพอากาศที่เลวหลังจากนั้นให้ทรายแห้งสาตลงบนผิวที่พ่นยาง Prime Coat เพื่อช่วยยางที่เยิ้มบนพื้นทาง และยอมให้มีการจราจรได้

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

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

ค่าซ่อมแซมบริเวณชำรุดใดๆ จะไม่มีการจ่ายเงินให้ ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในการดูแลรักษาทั้งสิ้น

6.8 ผิวทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

6.8.1 รายละเอียด

ผิวทางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทาง ปรับระดับ รองผิวทาง ผิวทางหรือไหล่ทางด้วยวัสดุผสมที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับบนชั้นทางใดๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ให้ได้แนว และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ และตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

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.) ปริมาณผ่านตะแกรง % โดยมวล ขนาดตะแกรง	Max.	7.5	6	4.5	6
	Min.	3.5	3	2.5	3
	1"	100	-	-	-
	3/4"	90-100	100	100	100
	1/2"	-	-	-	-
Mix Classification		1	2	3	4
สำหรับชั้นทาง		Bender Course	Wearing Course	Wearing Course	Wearing Course
ปริมาณผ่านตะแกรง % โดยมวล ขนาดตะแกรง					
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 เป็นหินย่อยหรือกรวดย่อยที่มีส่วนค้ำตะแกรงขนาด 4.75 มม. (No.4) มีคุณภาพตามที่กำหนดตามมาตรฐาน AASHTO M80 มวลหยาบควรเลือกใช้เพียงชนิดเดียว เว้นแต่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง กรวดย่อยที่ใช้จะต้องสอดคล้องกับหัวข้อ 2.1 ของ AASHTO M147-65 และมีส่วนค้ำบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. ไม่น้อยกว่า 75% โดยน้ำหนัก ค่าความสึกหรอไม่เกิน 40% ตามมาตรฐาน AASHTO T96

(2) มวลละเอียด

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

(3) สารผสมเพิ่ม (Filler)

สารที่นำมาผสมเพิ่มสำหรับแอสฟัลต์ติกคอนกรีตให้เป็นไปตามมาตรฐาน AASHTO M17 สารผสมเพิ่มนี้ จะไม่มีการวัดปริมาณและคิดค่าใช้จ่ายแยกต่างหาก แต่ให้คิดรวมไว้ในงานแอสฟัลต์ติกคอนกรีต การใช้ปูนขาว (Hydrated Lime) ผสม ส่วนคละของปูนขาวจะต้องค้ำตะแกรงเบอร์ 20 ไม่เกิน 15% โดยน้ำหนัก สำหรับซีเมนต์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 15

- (4) วัสดุแอสฟัลต์ติก
ปริมาณสำหรับแอสฟัลต์คอนกรีตให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70 ตามมาตรฐาน มอก. 851
- (5) การเติมแอสฟัลต์ติก
การเติมแอสฟัลต์จะกระทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

6.8.4 วิธีการก่อสร้าง

- (1) ส่วนผสมที่ถูกบดทับสามารถรับแรงกดเนื่องจากน้ำหนักของรถโดยไม่เกิดการแยกตัวของวัสดุ มีความแน่นภายหลังการบดอัดไม่น้อยกว่า 98% โดยวิธีทดสอบ Marshall จากตัวอย่างที่เก็บมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม.
- (2) ความหนาเฉลี่ยจากการบดอัดในแต่ละวันจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบและความหนาต่ำสุดในบริเวณจุดใดๆ ไม่เกิน 5 มม.
- (3) ผู้รับจ้างจะต้องเก็บตัวอย่างหลังจากที่ทำการบดทับและก่อนเปิดผิวจราจรจากผิวงานที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อทำการทดสอบ 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 โดยวางทาบบนผิวทางในแนวตั้งฉากและแนวขนานกับเส้นกึ่งกลางถนน กำหนดให้มีความแตกต่างของผิวทางที่ทาบภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 3 มม. หากความแตกต่างเกินจากที่กำหนด ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งให้รื้อถอนและทำการบดทับใหม่ในบริเวณดังกล่าวด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

- (5) รอยต่อของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตสำหรับ Wearing Course ให้ใช้ Sawn Joints

6.8.5 การควบคุมและทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาห้องทดสอบและอุปกรณ์สำหรับการทดสอบในแต่ละรายการดังนี้

- (1) การหาขนาดผละของ Aggregate และ Filler
- (2) การหา Flakiness และ Elongation Index ของ Coarse Aggregates
- (3) การทำ Sand Equivalent สำหรับ Aggregates
- (4) การหา Bulk Specific Gravity ของวัสดุมวลรวม
- (5) การหาความแน่นของวัสดุมวลรวม
- (6) การหาความแน่นของวัสดุมวลรวม 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) ขนาดคละของวัสดุมวลรวมและปริมาณแอสฟัลท์
- (6) ปริมาณอากาศในส่วนผสม

6.8.6 การป้องกันผิวงาน

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

6.10 งานก่อสร้างสะพาน (ไม่มีงานก่อสร้างสะพานสำหรับโครงการนี้)

(1) ทั่วไป

งานในหมวดนี้เป็นงานก่อสร้างสะพาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานก่อสร้างถนนเข้าบริเวณโครงการก่อสร้าง ซึ่งได้กำหนดสถานที่ที่จะทำการก่อสร้างไว้ในแบบก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างสะพานให้ได้แนว ระดับ และตำแหน่งของสะพานให้ถูกต้อง ตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

(2) ขอบเขตของงานก่อสร้างสะพาน

การก่อสร้างสะพานจะประกอบด้วยงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินทำฐานตอม่อสะพาน
- งานฐานรากสะพานชนิดฐานแผ่
- งานทำสะพานเปียง กรณีที่จำเป็นหรือสะพานนั้นอยู่ในแนวถนนเดิม ซึ่งมีความจำเป็นจะต้องให้มีการจราจรได้ตลอดเวลา

- งานผันน้ำสำหรับก่อสร้างฐานตอม่อสะพาน
- งานก่อสร้างตัวสะพาน ราวกันตก และงานอื่นๆ ที่แสดงในแบบรูปของงานก่อสร้างสะพาน

- งานอื่นๆ ที่จำเป็นจะต้องทำ เพื่อให้งานก่อสร้างแล้วเสร็จสมบูรณ์ ตามแบบรูปหรือตามที่วิศวกรควบคุมงานก่อสร้างสั่งการ

6.10.1 การทำฐานราก

(1) ฐานรากแผ่

ในกรณีที่แบบกำหนดเป็นฐานรากแผ่ ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างฐานรากให้ลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และพื้นดินใต้ฐานรากจะต้องต้านทานน้ำหนักกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และจะต้องให้คณะกรรมการตรวจรับวัสดุเห็นชอบเป็นหนังสือเสียก่อน ผู้รับจ้างจึงจะเริ่มทำการก่อสร้างฐานรากต่อไปได้

ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจะขุดดินถึงระดับที่กำหนดไว้ จะเนื่องด้วยเหตุประการใดก็ตาม (เว้นแต่เนื่องจากพบหินฟิต ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ ข) ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองบรรทุกน้ำหนักบนพื้นดินที่จะฝังฐานรากนั้นๆ โดยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้นและให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้ คือ แรงต้านทานน้ำหนักกดของพื้นฐานราก (Bearing Capacity of Soil) ที่คณะกรรมการตรวจรับวัสดุยอมรับว่าเป็นแรงกดที่ปลอดภัย (Accepted Load) จะต้องไม่เกิน 1 ใน 2 ของแรงต้านทานน้ำหนักกดบนพื้นดินที่คำนวณได้จากการทดลองในข้อที่กล่าวต่อไปนี้

(ก) การทดลองนี้ต้องทำสำหรับพื้นฐานรากทุกๆ บ่อที่มีปัญหาดังกล่าวข้างต้น และในการทดลองคราวหนึ่งๆ ต้องให้มีเนื้อที่พื้นดินที่ถูกกดโดยน้ำหนักบรรทุกไม่น้อยกว่า 0.25 ตารางเมตร

(ข) ให้ใช้จำนวนน้ำหนักบรรทุกที่มีแรงกดบนพื้นดินเท่ากับแรงกดบนพื้นดินอันแท้จริง (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) และรักษาไว้มิให้ถูกความเคลื่อนไหวก็ให้เพิ่มน้ำหนักอีกร้อยละ 50 ของน้ำหนักบรรทุกในข้อ (ค) และรักษาไว้มิให้ถูกความเคลื่อนไหวติดต่อกันเป็นเวลา 4 วัน ในระหว่างนี้ให้วัดการทรุดทุกๆ 12 ชั่วโมงด้วย

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

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

(ฉ) ถ้าในระยะเวลาทดลองระยะใดระยะหนึ่ง ปรากฏว่าการทรุดทั้งหมดเกินกว่า 2 ซม. หรืออาการทรุดเร็วเกินสมควร หรือไม่สิ้นสุดลงภายในเวลาอันสมควรแล้ว คณะกรรมการตรวจรับวัสดุมีสิทธิสั่งเลิกการทดลองครั้งนี้ และให้เริ่มทำการทดลองใหม่โดยใช้น้ำหนักบรรทุกต่ำลง หรือตัดสินถือว่าน้ำหนักที่บรรทุกไว้ขณะนั้นเป็นน้ำหนักที่ใช้คำนวณแรงต้านทานของพื้นดินเพื่อเทียบส่วนในการคำนวณเพิ่มฐานรากต่อไปก็ได้

(ช) ในกรณีที่ขุดดินสำหรับฐานรากแผ่ลึกไม่ถึงระดับที่กำหนดไว้ในแบบ เพราะติดชั้นหินฟิตเสียก่อน จะต้องฝังฐานรากอยู่ในหินฟิตลึกไม่น้อยกว่า 50 ซม. (วัดส่วนที่ตันที่สุด) และเพื่อให้ทราบแน่นอนว่าเป็นชั้นหินฟิตจริงสามารถรับน้ำหนักกดได้ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบชั้นหินฟิตนี้โดยเจาะรูขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ซม. และลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร ฐานรากหนึ่งๆ ไม่น้อยกว่า 2 รู ตามตำแหน่งที่นายช่างควบคุมงานจะได้กำหนดให้

(2) ฐานรากเสาตอก (ถ้ามี)

ในกรณีที่แบบกำหนดเป็นฐานรากเสาตอก ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณน้ำหนักที่เสาต้นหนึ่งๆ จะรับได้ โดยคำนวณจากการทดลองบรรทุกน้ำหนักหรือคำนวณจากผลของการตอกเสาทุกๆ ต้น ตามวิธีหรือสูตรที่ผู้ว่าจ้าง

กำหนดไว้ และผู้รับจ้างต้องเสนอบัญชีรายละเอียดแสดงการตอกเสาเข็มตามแบบของผู้ว่าจ้าง มอบให้แก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่อทำการตรวจสอบ เมื่อได้ตรวจสอบถูกต้องแล้ว จึงจะทำการก่อสร้างต่อไปได้ การตอกเสาเข็มต่อม่อสะพานนี้จะต้องใช้เครื่องกว้านยนต์และลูกตุ้มน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 50 % ของน้ำหนักเสาเข็มและลูกตุ้มต้องหนักไม่น้อยกว่า 3 ตัน

การตอกเสาต้นหนึ่งๆ ต้องตอกรวดเดียวให้เสร็จ หากมีอุปสรรคเกิดขึ้นต้องเสียเวลาหยุดพักต้องพยายามแก้ไขให้เร็วที่สุด และต้องตอกเสาต่อไปตามคำวินิจฉัยของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ อนึ่งน้ำหนักดบนเสาต้นหนึ่งๆ จะต้องไม่เกินกว่า 1 ใน 3 ของน้ำหนักที่คำนวณได้จากผลของการบรรทุกเสาต้นที่รับน้ำหนักได้น้อยที่สุด เมื่อน้ำหนักที่บรรทุกนั้นไม่กระทำให้เสาต้นนั้นทรุดเลยภายใน 24 ชั่วโมง และการทรุดทั้งหมด (Total Settlement) ถ้ามีก่อนนั้นต้องไม่เกิน 0.25 ซม. ต่อเมตรต้น ของจำนวนน้ำหนักที่บรรทุก

การตอกเสา ถ้าปรากฏว่าเสาแตกร้าวเนื่องจากประการใดๆ ก็ตาม ซึ่งรอยแตกมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ที่ระยะห่าง 5 เมตร หรือวัดได้กว้างเกินกว่า 0.25 ซม. ในขณะที่รอยแตกกว้างที่สุด ผู้รับจ้างต้องไม่นำเสานั้นไปใช้ตอกเป็นเข็มฐานรากสะพานเป็นอันขาดจนกว่าจะซ่อม โดยสกัดรอยแตกร้าวออกกว้างไม่น้อยกว่า 5 ซม. ตลอดและหล่อคอนกรีตใหม่ ซึ่งเมื่อแห้งแล้วจะต้องไม่มีรอยแตกร้าวใดๆ เหลืออยู่ หรือให้สกัดคอนกรีตทั้งต้นแล้วหล่อใหม่ ซึ่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะได้ตรวจและสั่งให้กระทำการต่อไป ถ้าผู้รับจ้างได้ใช้เสาต้นที่แตกร้าวไปตอกก่อนได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผู้รับจ้างต้องถอนเสาขึ้นทิ้งเสียหรือตอกเสาอื่นแทนให้รับน้ำหนักได้เท่าเทียมหรือมากกว่าเสาที่แตกนั้นทันที โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มขึ้นแต่ประการใด

6.10.2 การขุดบ่อฐานราก

การขุดบ่อฐานรากสะพานต้องขุดให้ได้ขนาดและระดับตามแบบ ผู้รับจ้างต้องทำการป้องกันไม่ให้ดินพังทลายดินที่ขุดขึ้นต้องนำไปกองไว้ให้เรียบร้อยตามคำแนะนำของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผู้รับจ้าง ต้องกลบ่อดินให้คงสภาพเดิม ส่วนดินที่เหลือต้องทำการเกลี่ยให้เรียบร้อย แต่ก่อนที่ผู้รับจ้างจะกลบ่อดินต้องแจ้งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุทราบ เพื่อจะได้ตรวจสอบฐานรากที่ได้ทำการหล่อแล้วและส่งอนุญาตโดยหนังสือแล้วจึงทำการกลบได้ ในการกลบ่อดินนี้ต้องถมดินเป็นชั้นๆ หนาไม่เกินชั้นละ 20 ซม. และกระทุ้งให้แน่นทุกๆ ชั้น

6.10.3 แบบหล่อคอนกรีตและนั่งร้าน

(1) ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้คำนวณออกแบบนั่งร้านและแบบหล่อคอนกรีต โดยรับผิดชอบทุกกรณีหากมีการเสียหายเกิดขึ้นก่อนที่จะทำการก่อสร้างนั่งร้านคณะกรรมการตรวจรับพัสดุอาจจะขอให้ผู้รับจ้างส่งรายการคำนวณและแบบนั่งร้านที่จะใช้ในการก่อสร้างงานนั้นๆ ให้พิจารณาตรวจสอบเสียก่อน ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้พิจารณาเห็นสมควรให้แก้ไขส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเปลี่ยนแปลงตามคำสั่งทุกประการ แต่คำสั่งให้แก้ไขแบบนั่งร้านของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ มิได้เป็นเหตุให้ผู้รับจ้างหมดความรับผิดชอบในเมื่อเกิดการเสียหายขึ้นแม้แต่ประการใดทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบและก่อสร้างนั่งร้านให้มั่นคงและแข็งแรง สามารถที่จะรับน้ำหนักต่างๆ ได้โดยปลอดภัยและการทรุดตัวของนั่งร้านจะต้องมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังในการก่อสร้างฐานรากของนั่งร้านเป็นพิเศษ

(2) ระดับของแบบเทคอนกรีตที่จะสร้างนั้น จะต้องเป็นระดับที่แสดงไว้ในแบบบวกระยะแอนตัว ซึ่งเกิดจากน้ำหนักของตัวสะพาน (Dead Load Deflection) ซึ่งจะได้กำหนดให้หรือระบุไว้ในแบบ พร้อมทั้งบวกด้วยระยะที่เกิดจากการทรุดตัว (Settlement) ของนั่งร้าน (ถ้ามี)

(3) ห้ามวางน้ำหนักรบรรทุกใดๆ บนตัวสะพาน เช่น เครื่องมือเครื่องใช้หรือวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น จนกว่าคอนกรีตที่หล่อจะมีอายุได้ไม่น้อยกว่า 28 วัน เพราะอาจจะเป็นอันตราย แก่คอนกรีตหรือทำลายการยึดเหนี่ยว (Bond) ระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริมได้ แม้ว่าจะมีนั่งร้านรองรับอยู่ก็ตาม

6.10.4 สะพานเบี่ยง

ในกรณีที่จะต้องสร้างสะพานเบี่ยง ผู้รับจ้างต้องออกแบบและจัดสร้างสะพานเบี่ยงด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง ตลอดจนถึงรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นจากสะพานเบี่ยงเหล่านั้นทั้งหมดแต่ผู้เดียว

การคำนวณออกแบบสะพานเบี่ยง ผู้รับจ้างต้องออกแบบให้รับน้ำหนักของรถบรรทุกขนาดไม่น้อยกว่า 10 ตัน หรือตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ตามความจำเป็น

ในกรณีที่จำเป็น ผู้ว่าจ้างจะทำการตรวจแบบและรายการคำนวณของสะพานเบี่ยงที่ผู้รับจ้างทำขึ้นก่อนที่จะทำการก่อสร้างสะพานเบี่ยง หากเห็นสมควรให้แก้ไขส่วนหนึ่งส่วนใดหรือทั้งหมดของแบบสะพานเบี่ยงแล้ว ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำสั่งทุกประการ แต่คำสั่งให้แก้ไขแบบสะพานเบี่ยงของผู้ว่าจ้างมิได้ทำให้ความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นจากสะพานเบี่ยงนั้นน้อยลงไปแต่อย่างใด

6.10.5 การแต่งผิวคอนกรีตและผิวพื้นสะพาน

(1) เมื่อถอดแบบหล่อออกแล้วแต่งผิวคอนกรีตที่ขรุขระแล้วเป็นรูด้วยซีเมนต์ผสมทราย ส่วนผสม 1:1 อัดและถูเพื่อให้ผิวคอนกรีตเรียบ

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

(3) ผิวพื้นสะพานเมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัวแล้วจะต้องใช้ไม้กวาด (Broom) ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้อนุมัติให้ใช้แล้ว การกวาดผิวคอนกรีตพื้นสะพานให้กวาดตามขวางจากขอบด้านหนึ่งไปยังอีกขอบหนึ่ง และให้ตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางสะพาน การกวาดแต่ละครั้งให้กวาดคลุมทับส่วนหนึ่งของครึ่งก่อนด้วย และต้องระมัดระวังมิให้เนื้อคอนกรีตสึกเกินกว่า ¼ ซม. เพราะต้องการเพียงแต่ให้ผิวเนื้อหยาบ เท่านั้น ผิวพื้นและสะพานเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องไม่มีรูโปรงหรือโพรงขรุขระเป็นหลุมหรือเป็นก้อนเล็กๆ หรือพวกกรวด หิน ฝอยอยู่ติดผิว

6.11 งาน Drain Culvert

6.11.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำทางระบายน้ำในกรณีที่ถนนตัดผ่านทางน้ำเดิม โดยมีขนาดที่เหมาะสมกับทางน้ำเดิม สามารถก่อสร้างเป็นงานท่อลอดถนนหรือท่อเหลี่ยม ให้ทางน้ำเดิมลอดผ่านถนนได้ ตามตำแหน่ง แนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ พร้อมทั้งสามารถรองรับน้ำผิวดินที่ระบายจาก Side Ditch และน้ำใต้ผิวดินผ่าน Perforate Pipe ลงบ่อบัก

การก่อสร้างท่อลอดถนนจะประกอบด้วย งานต่างๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินหรือหินเพื่อก่อสร้างบ่อบัก วางท่อ หรืออาคารระบายน้ำ
- งานก่อสร้างบ่อบักหรืออาคารระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก

- งานวางท่อหรือท่อเหลี่ยม และรองพื้นรับท่อหรือท่อเหลี่ยม
- งานถมดินรอบอาคารและหลังท่อหรือท่อเหลี่ยม ถึงระดับบ่อก่อสร้าง
- งานปูหินเรียงยาแนว
- งานติดตั้งท่อรับน้ำใต้ดิน และงานอื่นๆ ที่แสดงในแบบรูปของงาน Drain Culvert

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างงาน Drain Culvert ตามวิธีการที่กำหนดในรายละเอียดด้านวิศวกรรม กรณีที่เป็นถนนเดิม 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 ตัดผ่านพื้นที่ต่ำ สมควรทำเป็น Support ให้ท่อข้ามผ่านไป โดยมีจำนวน Pipe Support ที่เหมาะสมกับขนาดความกว้างของพื้นที่ต่ำ ตามตำแหน่ง แนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การก่อสร้างตลอดถนนจะประกอบด้วย งานต่างๆ ดังต่อไปนี้

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

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างงาน Pipe Support ตามวิธีการที่กำหนดในรายละเอียดด้านวิศวกรรม กรณีที่เป็นถนนเดิม 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 และหลักกันตกให้มีขนาดคุณภาพและตามตำแหน่ง ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

6.13.2 วัสดุ

- (1) คอนกรีตและเหล็กเสริม
งานคอนกรีตและเหล็กเสริม ให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 175 กก.ต่อตารางเซนติเมตรหรือตามที่กำหนดในแบบ
- (2) การทาสีและการติดแถบสีสะท้อนแสง
ให้ผู้รับจ้างจัดหาและทาสี ตามวิธีการและให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 11 แถบสีสะท้อนแสง จะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าแถบสี “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 ขณะร้อน ส่วนการทาสีที่ Curb และ Barrier ให้ทาด้วยสีชนิดไม่สะท้อนแสง หรือสีชนิดสะท้อนแสงตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและเตรียมเครื่องมือ เพื่อการตรวจสอบสี หรือการทดสอบอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีความประสงค์

6.14.2 วัสดุที่ใช้

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

6.15 รางระบายน้ำ (Side Ditch)

6.15.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดแต่งร่องระบายน้ำ ทำการหล่อและเทคอนกรีตให้มีแนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

6.15.2 วัสดุ

(1) คอนกรีต

งานคอนกรีตให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 โดยคอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 140 กก. ต่อตารางเมตร

(2) วัสดุประกอบอื่นๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงานตลอดถนนตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรม

6.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

- (1) งานดินถมคันทาง หรือทรายถมคันทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (2) งานรองพื้นทางและวัสดุคัดเลือกให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (3) งานพื้นทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (4) งาน Prime Coat ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
- (5) งานผิวจราจร Asphaltic Concrete ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
- (6) งานหลักกันโคลง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยจ่ายในหน่วยตัน
- (7) งาน W-Beam Guard Beam ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร
- (8) งานคันขอบคอนกรีตทางเท้า (ถ้ามี) ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร
- (9) งานตีเส้นจราจร ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร
- (10) งานทาสีผิวถนนและทำป้ายจราจร จะวัดตามปริมาณงานที่ทำได้จริง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามอัตราราคาต่อหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา
- (11) งานรางระบายน้ำ ค.ส.ล. ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร

- (12) บ่อพักคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยแห่ง
- (13) งาน Drain Culvert และ Pipe Support ให้วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยแห่ง
- (14) งานรื้อผิวทางเดิมและบดอัดพื้นทางเดิม ให้วัดงานเป็นปริมาณเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร

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

หมวดที่ 7

งานคอนกรีต
(CONCRETE WORKS)

หมวดที่ 7 งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)

7.1 ทัวไป

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีต โครงสร้างที่มีงานคอนกรีตเป็นหลัก เช่น งาน Pipe Support เป็นต้น อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ซึ่งได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว คอนกรีตนั้นไม่ว่าจะเป็น คอนกรีตเสริมเหล็กหรือไม่ก็ตามและอาจจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE) หรือไม่ก็ตาม จะต้องก่อสร้างตาม ข้อกำหนด (SPECIFICATION) นี้ทุกประการ โดยให้ได้แนวได้ระดับ ได้ลำดับชั้น (GRADES) ได้ขนาดตรงกันกับแบบ ก่อสร้าง และตรงตามความต้องการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอนกรีตดังกล่าวนี้จะต้องประกอบด้วย ส่วนผสม ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุหยาบ (หินย่อยหรือกรวด) วัสดุละเอียด (ทราย) และอาจจะรวมถึงน้ำยาผสม คอนกรีต

7.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติตามดำเนินงาน กับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปคือ ข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความ เห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหาอัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES) ขึ้นให้ตรงกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้ระบุกำลังกด (COMPRESSIVE STRENGTH) ไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว และต้องเสนอต่อวิศวกรผู้ควบคุมการก่อสร้าง เพื่ออนุมัติ

7.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต

วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตตามข้อ 7.2.1 นั้น ต้องเป็นวัสดุเช่นเดียวกันกับวัสดุที่จะใช้งาน จริง ซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว ณ บริเวณก่อสร้าง

7.2.3 ความเหลวของคอนกรีต

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

7.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

(1) ปูนซีเมนต์

(ก) ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PORTLAND CEMENT) ประเภทหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 ครั้งล่าสุด การใช้ปูนซีเมนต์ประเภทอื่น เช่น สอง สาม หรือห้า ต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษร จากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ผู้รับจ้างสามารถใช้ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (HYDRAULIC CEMENT) ชนิดใช้งานทั่วไป “GU” ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2594 ครั้งล่าสุด แทนการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้ สำหรับกรณีการใช้ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิกชนิดอื่นๆ เช่น HE, MS, HS, MH และ LH ต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษร จากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ค) ต้องเป็นปูนซีเมนต์ใหม่ และไม่หมดอายุใช้งาน ไม่เสื่อมคุณภาพ ไม่เปียกชื้น โดยนับอายุตั้งแต่ออกจากโรงงานไม่เกิน 1 เดือน ในฤดูฝน และไม่เกิน 3 เดือน ในฤดูแล้ง

(ง) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(จ) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยา ที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้อยคุณภาพ

(ฉ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(2) ทราย (วัสดุละเอียด)

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

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

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

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

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้ทรายมีความชื้นเพิ่มขึ้น

(3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องมือหินหรือย่อยด้วยค้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนเรียวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือส่วนเฉลี่ยมากที่สุดทางด้านเรียวยาวไม่มากกว่า 5 เท่าของส่วนเฉลี่ยน้อยที่สุดทางด้านแบน

(ค) ขนาดหินย่อยและกรวดต้องพิจารณาเลือกใช้ขนาดให้เหมาะสมกับลักษณะของอาคาร และความหนาแน่นของเหล็กเสริม 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
(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 2 1/2 " เล็กสุด 1 1/2 ")

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

ขนาดและลำดับขนาดของกรวด

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

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ฝุ่นและฝุ่นผ่านตะแกรงเบอร์ 200	1.5
วัสดุอ่อนมาก ASTM C-142	0.25
วัสดุอ่อนอื่น ASTM C851	5

การขัดสี (RESISTANCE TO ABRASION) ASTM C-131 50

ความมั่นคง (SOUNDNESS) ASTM C-88 12

- ในกรณีที่ใช้กรวด ให้อนุโลมเกณฑ์กำหนดต่างๆ เช่นเดียวกับหินย้อย
- ไม่ยอมให้ใช้กรวดผสมหินย้อยเป็นส่วนผสมของคอนกรีต

- การเก็บและกองหินย้อย ต้องเก็บและกองไว้บนพื้นแข็งราบเรียบสูงกว่าบริเวณรอบด้าน พร้อมทั้งระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อเป็นมาตรการป้องกันการเปราะเปื้อน และอาจจะมียัตถุอื่นเข้าไปเจือปน หินย้อยแต่ละขนาดตามเบอร์ ต้องแยกการเก็บกองไม่ให้ปนกัน

- การเก็บและกองกรวดให้อนุโลมตามวิธีของหินย้อย

(4) น้ำ

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

(5) น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE)

ในกรณีที่มีความต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตกับงานคอนกรีต ต้องเสนอขออนุมัติจากวิศวกรควบคุม การก่อสร้างล่วงหน้าก่อนในเวลาอันสมควร พร้อมกับส่งตัวอย่างน้ำยานั้นๆ เพื่อพิจารณาเห็นชอบ การใช้น้ำยาผสม คอนกรีตแต่ละชนิดต้องพิจารณาตามความเหมาะสม ของลักษณะงานและเมื่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นควรต้องใช้ เพื่อให้มีความสามารถทำงานได้ (WORKABILITY) ง่ายกับงานคอนกรีตนั้น น้ำยาผสมคอนกรีตทุกชนิด ต้องมี คุณสมบัติถูกต้องตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM ดังต่อไปนี้

(ก) AIR ENTRAINING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มฟองอากาศในคอนกรีตต้องตรง ตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-260

(ข) WATER REDUCING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีต สำหรับลดปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต เพื่อให้ได้คอนกรีตมีความสม่ำเสมอตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

(ค) SET RETARDING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตสำหรับหน่วงเวลาการแข็งตัวของคอนกรีต ต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

7.2.5 การผสมคอนกรีต

(1) วัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีต

ต้องจัดเตรียมวัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีตให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงานคอนกรีตได้ ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา

(2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต

(ก) บรรดาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือและสิ่งจำเป็นทั้งหมดที่จะนำเข้าใช้ในการผสมคอนกรีตต้อง ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่ จะทำงานได้ดี

(ข) ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตรให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด

(ค) เครื่องผสมคอนกรีต (CONCRETE MIXER) จะต้องเป็นแบบ DRUM TYPE ที่มีประสิทธิภาพและ ขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิตหิน ทราย ซีเมนต์และน้ำให้ คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้และเมื่อเทคอนกรีตออกจากเครื่องผสมแล้ว ส่วนผสมจะต้องไม่ แยกตัวออกจากคอนกรีต (SEGREGATION)

(3) อัตราส่วนผสมและการผสม

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

(ข) วัสดุที่ใช้ผสม เช่น หิน ทราย และปูนซีเมนต์ ต้องให้ได้สัดส่วน โดยการชั่งน้ำหนัก นอกจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยอมให้วัดปริมาตรจากการเทียบหาสัดส่วนจากน้ำหนักของวัสดุอื่นๆ

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

7.2.6 การลำเลียงคอนกรีต

วิธี เครื่องมือ และเวลาในการลำเลียงคอนกรีตไปเทยังที่ ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมหยาบ แยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

7.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้อง และให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ถือว่าผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ

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

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

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

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

(6) ระยะทางเทคอนกรีตทางดิ่งต้องไม่เกิน 150 ซม. และใช้วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง เพื่อไม่ให้เกิด SEGREGATION และเกิดการเลื่อนตัวของเหล็กเสริม

(7) จะไม่มีการเทคอนกรีตถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีความเห็นว่าจะเกิดความเสียหาย เนื่องจากเหตุการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศหรือคาดว่าจะการปฏิบัติงานนั้นจะไม่สำเร็จลุล่วงไปตามปริมาณงานคอนกรีตที่กำหนดไว้ (SCHEDULED VOLUME)

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

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

(10) ไม่ว่ากรณีใดๆ จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่ที่มีน้ำหรือเทได้ น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษนอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว

(11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้าตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)

(1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเป็ดกันแน่น

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

(3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก่อนโคลนในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกันประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหวที่ผิวหน้าคอนกรีต การพึงเสียของการสั่นคงที่หรือความรู้สึกที่มีต่อเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีตในชั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้นสมานกันได้ดีทุกครั้งที่การใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริม

7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดการอุปกรณ์ที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถ เพื่อเก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

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

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

(3) การทดลองแท่งคอนกรีต

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

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อนั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องการให้ผู้รับจ้าง เก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการลำเลียงไปถึงที่ ที่จะเทเข้า

แบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

(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) หลักการปฏิบัติงานนอกเหนือจาก (1), (2) และ (3)

(ก) พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ

(ข) พื้นที่วางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใด ๆ

(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. แล้วจัดส่งให้ห้องทดลองเพื่อทดลองคุณภาพ

(ณ) แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรนำมาทดลอง

7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดลองหาแรงอัด

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 แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 175 กก./ซม ² แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 210 กก./ซม ² แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 240 กก./ซม ²	ต้องไม่ต่ำกว่า 100 กก./ซม ² ต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม ² ต้องไม่ต่ำกว่า 170 กก./ซม ² ต้องไม่ต่ำกว่า 190 กก./ซม ²	ถ้าผลการทดสอบกำลังกดที่อายุ 7 วัน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวจะต้อง เปลี่ยนส่วนผสมใหม่ แต่การพิจารณา กำลังของคอนกรีตจะพิจารณาที่อายุ 28 วัน

7.3 แบบหล่อคอนกรีต

7.3.1 ทัวไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยร้าว อันที่จะทำให้หน้าซีเมนต์ไหลออกได้และมีความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีต โดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนวผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็ก

7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม่บิดเบี้ยวไม่มีรอยบุปผะ สะอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมียุณภาพเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลับสายตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและมีความหนาสม่ำเสมอ การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

7.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ

ควรใช้ไม้แบบหรือไม้บุแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวผิวปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน จะอนุโลมให้ใช้ไม้แบบเช่นนี้ได้

7.3.5 การยึดแบบ

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

7.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวผิวปูน จะไม่ต้องการทาด้านน้ำมัน

7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

7.4.1 ทัวไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ฉะนั้น ควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหายหรือได้รับการยอมรับจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยปกติทั่วไปจะไม่มีการถอดแบบหล่อคอนกรีตมีอายุน้อยกว่า 48 ชม.

7.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต

การรับน้ำหนักและแรงต่างๆ ของอาคารบางตอนไม่เหมือนกัน อาจจะมีลักษณะและขนาดของแรงที่กระทำต่ออาคารนั้นต่างกัน ฉะนั้นการถอดแบบหล่อต้องพิจารณาความแข็งแรงตามอายุคอนกรีตที่จะใช้งานได้ของแต่ละส่วนในอาคารนั้นๆ ซึ่งพอประมาณได้ดังนี้

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

จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณแสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.5 การซ่อมคอนกรีต

7.5.1 ทัวไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้ โดยเฉพาะก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบและต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

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

7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้งจะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

- (1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัด ลวด เหล็ก หรือนอตที่ใช้ยึดแบบออก
- (2) ร่องแคบๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตกแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกพร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะดังนี้

- (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) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและกึ่งตั้งถิ่นฐานไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต
- (2) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

7.5.5 การซ่อมด้วย EPOXY

การซ่อมด้วย EPOXY นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือจะใช้เมื่อไม่มีความมั่นใจว่าการซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัสดุที่ใช้ซ่อมกับคอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำให้ได้ตามคาคัดหมาย และจะใช้ EPOXY เมื่อคอนกรีตเป็นแผลรอยกะเทาะบาง

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

7.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดีเมื่อเกิดฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องหาวัสดุมาปิดผิวหน้าคอนกรีต เพื่อป้องกันผิวหน้าคอนกรีตถูกฝนชะล้าง ถ้าจะป้องกันโดยใช้กระสอบคลุม จะต้องไม่ใช่กระสอบที่เคยใส่น้ำตาล เกลือ หรือปุ๋ย

7.7 การบ่มคอนกรีต

เพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตระเหยออกได้ จำเป็นจะต้องป้องกันผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศและโดนแสงแดดเผา โดยการบ่มด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

7.7.1 การบ่มด้วยน้ำ

เมื่อผิวหน้าคอนกรีตแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีอยู่ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป จะต้องรักษาคอนกรีตไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการหล่อน้ำขังไว้ คลุมด้วยวัสดุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้น้ำยา 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำทันทีหลังจากการแต่งผิวหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยการฉีดน้ำให้เป็นฝอยจนกระทั่งผิวนั้นไม่ดูดความชื้นเข้าไปอีก ทันใดที่น้ำที่ติดอยู่บนคอนกรีตแห้งแต่คอนกรีตยังชื้นอยู่ จะต้องพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงไปทันที หลังจากพ่นน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเมื่อแต่ละผิวหน้าแห้งแล้ว ก็จะเริ่มทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมได้ การซ่อมแต่ละแห่งนั้น เมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะต้องทำความสะอาดและทำให้เปียกชื้นแล้วพ่นด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตอีกครั้งหนึ่ง

ภายในระยะเวลา 28 วัน หลังจากพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต การดำเนินการใดๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องทำการพ่นใหม่ทันทีและถ้าจำเป็นในการก่อสร้างจะต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เคลื่อนที่บนผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องใช้ทรายหรือดินหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วฟุต ปิดทับผิวนั้นเสียภายหลังที่น้ำยาแห้งตัวดีแล้ว

7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

หลังจากได้ทำการพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตและน้ำยาที่ฉาบแห้งสนิทแล้ว ให้ทำเครื่องหมายแสดงวัน เดือน ปี ที่ทำงานคอนกรีตนั้นเสร็จไว้บนผิวคอนกรีต โดยการเขียนด้วยสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

(1) ลักษณะทั่วไป น้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไม่ไวไฟ และไม่เป็นน้ำยาที่หมดอายุแล้ว

(2) คุณภาพ น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

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

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

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

7.8 รอยต่อคอนกรีต

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามที่แสดง หรือกำหนดไว้ในแบบอย่างเคร่งครัด รอยต่อในอาคารคอนกรีต แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

7.8.1 รอยต่อง่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบหรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อง่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดส่วนที่ยู่สกปรกและไม่แข็งแรงต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้ น้ำฉีดหรือทรายฉีด (SAND BLAST) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อง่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

7.8.2 รอยต่อหด (CONTRACTION JOINT)

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

7.8.3 รอยต่อแผ่ขยาย (EXPANSION JOINT)

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

7.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต

7.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)

จะต้องเป็นวัสดุประเภทยาง (RUBBER) หรือสารสังเคราะห์ P.V.C. (POLYVINYL CHLORIDE) ก็ได้ ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แผ่นกันน้ำรั่ว (WATERSTOP) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ต่อตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้หรือตามที่แบบกำหนด การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่วต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่ว จะต้องฝังแผ่นกันน้ำรั่วในแต่ละส่วนของคอนกรีตที่มาต่อกันให้มีระยะเท่ากัน แต่ทั้งนี้ตำแหน่งของแผ่นกันน้ำรั่วอาจคลาดเคลื่อนจากระยะครึ่งหนึ่งของความหนาของคอนกรีตได้บ้าง ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ลักษณะของแผ่นกันน้ำรั่วจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่ว ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นกันน้ำรั่วติดกับแบบจนทำให้แผ่นยางกันน้ำรั่วที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันตราย

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./ชม. ²	ไม่น้อยกว่า 175 กก./ชม. ²
3.	แรงดึงเมื่ออบด้วย ออกซิเจนภายใต้ อุณหภูมิ 70° C แรงดัน 21 กก./ชม. 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 แรงกด ทดลองที่ 70° C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 30 %
5.	ส่วนยืด (Elongation)	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 325%	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 450%
6.	คุณสมบัติอื่น ๆ	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้

7.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ (JOINT SEALANT)

ทุกแห่งที่กำหนดไว้ว่าเป็นรอยต่อคอนกรีตชนิดรอยต่อเมื่อขยายตัว (EXPANSION JOINT) บริเวณใกล้เคียงถึงผิวคอนกรีต ต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้แน่นดีน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณลักษณะของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยึดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยึดตัวได้ไม่น้อยกว่า 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 ขานอ้อย หรือเส้นใยอื่นๆ ที่เหมาะสมอัดเป็นแผ่นและอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว จะต้องมียุทธสมบัติดังนี้

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

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

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

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

(5) การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบจะต้องส่งตัวอย่างแผ่นโย 1 ตารางฟุต สี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อจำนวนแผ่นโย 1,000 ตารางเมตร หรือน้อยกว่า หรือแต่ละครั้งที่นำแผ่นโยมาไว้ใช้ในงานก่อสร้าง เพื่อทำการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบจะต้องเป็นของผู้รับจ้าง

7.9.4 Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler)

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

(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 หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

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

7.10 คอนกรีตมวล (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.

งานคอนกรีตชนิดนี้จะใช้กับงานฝายกันน้ำ (อาจจะรวมทั้งกำแพงที่บริเวณฝายและส่วนอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง) ที่ประกอบด้วย วัสดุก่อสร้างระหว่างคอนกรีตมวลกับหินใหญ่ หรือกรวดใหญ่มีขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม. ซึ่งมีคุณภาพตามข้อ 7.2.4 และ 7.2.5

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

การปฏิบัติในการเทคอนกรีตมวลผสมกับหินใหญ่จะต้องเทคอนกรีตมวลกับหินใหญ่สลับกันเป็นชั้นๆ ส่วนหลักเกณฑ์และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆ ให้ยึดถือตามข้อกำหนดของสัญญา

(1) ชั้นแรก ต้องใช้คอนกรีตมวลเทลงไปก่อน ให้มีความหนาหลังจากการเกลี่ยน้ำเสมอและทำให้แน่นแล้ว 20 ซม.

(2) ชั้นที่สอง เทหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ทับลงให้มีความหนาไม่เกิน 30 ซม. โดยให้มีช่องว่างระหว่างหินเพียงพอที่คอนกรีตที่จะเททับชั้นที่สาม สามารถแทรกตัวเข้าไปได้ หลังจากได้จัดเรียงหน้าให้เสมอกันแล้ว

(3) ชั้นที่สาม เทคอนกรีตมวลทับชั้นที่สอง และใช้เครื่องเขย่าแบบหัวจุ่มเหยตามซอกหินจนทั่ว ถ้าเป็นซอกหินเล็กๆ ก็ใช้เหล็กเกลี้ยงกลมขนาด 16 มม. ทำหัวให้มนกระทุ้งตามซอกที่เล็กๆ หรือใช้เครื่องมือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำการเขย่าและการกระทุ้งต้องทำจนกระทั่งคอนกรีตมวลแทรกซึมเข้าไปในซอกหินตลอดทั่วถึงกัน จนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หลังจากเทคอนกรีตมวลทับหินใหญ่เสร็จแล้ว ชั้นอื่นๆ ต้องให้คอนกรีตมวลปิดทับบนหินใหญ่มีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 ซม.

(4) ชั้นต่อไป ให้ทำตามขั้นตอนดังกล่าวนี้ คือ เทหินใหญ่และแล้วเทคอนกรีตมวลสลับกันไปจนแล้วเสร็จ

7.11 การ GROUT คอนกรีต

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

7.12 BLOCKOUT

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

7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต

7.13.1 ทัวไป

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

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น เหล็กเสริมต้องผลิตขึ้นในประเทศไทย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือ มอก. ซึ่งอาจจะเป็นเหล็กเกลี้ยงกลม (ROUND BARS) หรือเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง โดยเหล็กเกลี้ยงกลม (ROUND BARS) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.20-2559 และเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.24-2559

เหล็กเสริมทั้งหมดต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสีหรือการเสียหายอย่างอื่น ๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม

เหล็กเสริมชนิดเกลี้ยงกลม (ROUND BARS) ให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ (GRADE) “SR24” ส่วนเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ “SD30” หรือ “SD40” ทั้งนี้ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง คุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริมทั้งสองชนิดที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างโครงการ จะต้องเป็นดังต่อไปนี้

(1) คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ (GRADE)	แรงเค้นดึงที่จุดยึด กก./มม. ² ไม่น้อยกว่า	แรงเค้นดึงสูงสุด กก./มม. ² ไม่น้อยกว่า	ความยืด ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	การทดสอบการดัดโค้งเย็น	
				มุมดัด องศา	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายในของส่วนโค้ง
SR24	24	39	21	180	1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD30	30	49	17	180	4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD40	40	57	15	180	5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

(2) ส่วนประกอบทางเคมี

ชั้นคุณภาพ	ส่วนประกอบทางเคมีไม่เกินร้อยละ (โดยน้ำหนัก)				
	คาร์บอน	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน	คาร์บอน+แมงกานีส/6
SR24	0.25	-	0.05	0.05	-
SD30	0.27	-	0.05	0.05	0.50
SD40	-	1.80	0.05	0.05	0.55

7.13.3 การตัด ตัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องตัดให้ตรง การตัดและตัดต้องใช่วิธีตัดด้วย (BENT AND CUT COLD) ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบและได้รูปร่างตามส่วนโค้งงอที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

การผูกเหล็กเสริมให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบและต้องผูกมัดให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้งให้ออปปัวข้างหลังเหล็กเสริมอื่นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดให้ผูกมัดด้วยลวดเหล็กอย่างน้อย 2 รอบและต้องผูกมัดให้มั่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้งให้ออปปัวข้างหลังเหล็กเสริมอื่นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดต้องให้มีระยะห่างจากผิวคอนกรีตตามที่กำหนดไว้ คือ สำหรับผิวคอนกรีตด้านที่ดินหรือหินต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. ด้านที่ติดกับแบบหรือคอนกรีตหยาบต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. สำหรับเสา คานและพื้น 2.5 ซม. ฉะนั้นเพื่อบังคับให้เหล็กห่างจากแบบหล่อคอนกรีตตามระยะดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องหล่อแท่งคอนกรีตโดยมีส่วนผสมเหมือนคอนกรีตของอาคารส่วนนั้นให้มีความหนาตามระยะที่เหล็กห่างจากผิวคอนกรีตดังกล่าวและฝังลวดเหล็กปล่อยปลายไว้เพื่อผูกมัดและผูกมัดเหล็กเสริมไม่ให้เคลื่อนไปจากระยะที่กำหนด ในการผูกมัดเหล็กเสริมนี้ห้ามใช้ก้อนหินหรือวัตถุอื่นหนุนเป็นอันตราย เหล็กเสริมทั้งหมดเมื่อติดตั้งลงในแบบหล่อแล้ว ให้ผูกมัดติดกันให้แน่นหนาทุกเส้นและต้องไม่เคลื่อนที่ในขณะเทคอนกรีตและขณะเขย่าคอนกรีต

7.13.4 เหล็ก DOWEL

เหล็ก DOWEL ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียดก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด DOWEL ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่ และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

7.13.5 เหล็กฝังยึดในคอนกรีต (ANCHOR BOLTS)

ANCHOR BOLTS หรือเหล็กประกอบชนิดอื่นๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ในขณะเทคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีทำการ 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 ตรวจสอบคุณภาพก่อนใช้งาน ในกรณีกำหนดส่วนผสมคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุผสมคอนกรีตที่จะใช้จริงๆ ในงานก่อสร้าง ตามจำนวนต่อไปนี้

7.14.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม

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

7.14.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพต่างๆ ไป

วัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างโครงการ จะต้องทำการทดสอบหรือทดสอบคุณสมบัติ ทั้งก่อนที่จะนำไปใช้งาน และในระหว่างการก่อสร้าง เพื่อควบคุมคุณภาพ และมั่นใจได้ว่าวัสดุก่อสร้างมีคุณสมบัติเป็นไปตามสมมติฐานของผู้ออกแบบ ทั้งนี้จำนวนวัสดุที่จะนำไปทดสอบในแต่ละครั้งจะต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ต่อไปนี้

- ปูนซีเมนต์ 25 กก.
- ทราย 1/2 บิ๊บ
- กรวด หิน แต่ละขนาด 1 บิ๊บ
- 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 ผู้รับจ้าง จะต้องทำการก่อสร้างงานคอนกรีตทั้งหมดให้ได้ตามแนวระดับและขนาดที่บ่งไว้ในแบบ แต่เมื่อทำด้วยความระมัดระวังดีที่สุดแล้วยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ความคลาดเคลื่อนจะต้องไม่เลยขีดกำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมรับความคลาดเคลื่อนนั้น เมื่อพิจารณาเห็นว่าจะมีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้าง รูปร่าง และการใช้งานของอาคาร งานที่ไม่ยอมรับนี้ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนหรือทุบออก แล้วทำการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

7.15.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต

นอกจากจะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบรายละเอียด

(1) ความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่ง

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

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

- (2) ความคลาดเคลื่อนของระดับ จากที่บ่งไว้ในแบบ
- (ก) พื้น เพดาน และ คาน
- สูง 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร
 - สูง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
 - สูง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- (ข) ธรณีประตู หน้าต่าง ราวลูกกรง และส่วนที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ ยอมให้คลาดเคลื่อนเป็นครั้งหนึ่งของข้อ (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 งานคานคอนกรีตอัดแรงสำหรับสะพาน

7.16.1 การออกแบบ

ก่อนที่จะดำเนินการหล่อคานคอนกรีตอัดแรง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายการคำนวณออกแบบพร้อม Shop Drawings ตามข้อกำหนด ให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนเข้าทำงานอย่างน้อย 14 (สิบสี่) วัน โดยให้สามารถรับน้ำหนักรถ H20-44 ได้ตามมาตรฐานของ AASHTO การออกแบบจะต้องออกแบบให้คานคอนกรีตอัดแรงอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างปลอดภัย ซึ่งทั้งนี้รวมถึงความปลอดภัยในขณะขนส่งหรือขณะที่ทำการวางคานคอนกรีตอัดแรงด้วยจำนวนคานและมิติของคานจะระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

7.16.2 ข้อกำหนดสำหรับวัสดุ

(ก) คอนกรีต

คานคอนกรีตอัดแรง (PC Plank Girder) ชนิดตึงเหล็กก่อน ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (HYDRAULIC CEMENT) ชนิดใช้งานทั่วไป “GU” ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2594 ค่าแรงอัดประลัย (Ultimate Compressive

Strength) ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างเป็นอย่างอื่น จะต้องมีความไม่ต่ำกว่า 425 กก./ตร.ซม. เมื่อทดสอบด้วยแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานขนาด $\phi 15 \times 30$ ซม. หรือไม่ต่ำกว่า 510 กก./ตร.ซม. เมื่อทดสอบด้วยแท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์ขนาด $15 \times 15 \times 15$ ซม. เมื่อครบอายุ 28 วัน โดยวิธีทดสอบมาตรฐาน มอก.409 หรือ ASTM C39

(ข) Prestressed Concrete Wire

1) ลวดเหล็ก (Prestressing Wire)

- ลวดเหล็กที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติทางกลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 95-2540 ASTM A421-74 หรือเทียบเท่า : มาตรฐานลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง
- ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็กที่ยอมให้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 95 : มาตรฐานลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง

2) ลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น (Uncoated Seven-Wire Stress-Relieved Strand)

- ลวดเหล็กตีเกลียวที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติทางกลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 420-2540, ASTM A416-74 หรือเทียบเท่า : มาตรฐานลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง
- ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็กตีเกลียวที่ยอมให้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 420 “มาตรฐานลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง”

7.16.3 การดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดเป็นอย่างอื่นแล้ว ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว จะทำการดึงหรือตัดได้ก็ต่อเมื่อค่าแรงอัดของแท่งทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐานขนาด $\phi 15 \times 30$ ซม. ของคอนกรีตโครงสร้างส่วนนั้นมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด ดังนี้

- | | | |
|--------------|-----------|----------------------------|
| - งานอาคาร | ร้อยละ 80 | ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้ |
| - งานสะพาน | ร้อยละ 85 | ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้ |
| - งานเสาเข็ม | ร้อยละ 70 | ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้ |

แต่ทั้งนี้การดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว จะต้องทำให้เกิดค่าแรงอัดในคอนกรีตไม่เกินร้อยละ 60 ของค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตในขณะดึงลวด

7.16.4 การทำคานคอนกรีตอัดแรง

(1) โรงงานทำคอนกรีตอัดแรง

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอ Shop Drawing ต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อยืนยันก่อนที่จะทำการหล่อคอนกรีต ซึ่งประกอบด้วยแท่งคานเหล็กที่แข็งแรงสามารถรับแรงดึงที่ปลายทั้งสองข้างของลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น ทั้งหมดได้อย่างปลอดภัย แบบหล่อคานทั้งหมด และรายละเอียดการยึดแบบหล่อคานให้ติดแน่น ไม่เคลื่อนที่ระหว่างการเทคอนกรีต

(2) การติดตั้งเหล็กเสริม

เหล็กเสริมให้ผูกตามแบบ ตามตำแหน่งที่แสดงไว้ใน Shop Drawing เหล็กตามยาวและเหล็กผูกตั้งจะต้องผูกติดกันให้มั่นคงแข็งแรง และก่อนการเทคอนกรีตจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) การดึงลวดและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายการคำนวณพร้อมแผนลำดับก่อนและหลังการดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น ก่อนที่จะดำเนินการต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่ออนุมัติแรงดึงของลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น จะต้องตรวจสอบโดยการอ่านแรงดึงจาก Gauge ของ Jack และตรวจสอบโดย Elongation ของลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น ที่คำนวณได้ ซึ่งได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้ว

ทั้งนี้ในการดึงลวดและลวดเหล็กตีเกลียว จะต้องไม่ทำให้เกิดค่าแรงอัดในคอนกรีตเกินกว่าร้อยละ 60 ของค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตในขณะดึงลวด และในการปฏิบัติงานดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องบันทึกรายการดังต่อไปนี้เสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

- กำลังอัดคอนกรีต
- แรงดึงที่อ่านได้จาก Gauge ของ Jack
- การลื่นหลุดของ Prestressing Strands เมื่อจับยึดแล้ว
- การโก่งและการเปลี่ยนรูปร่างของคานคอนกรีตอัดแรง

(4) การตัดลวด

การตัดลวดให้ตัดได้เมื่อซีเมนต์เหลวแข็งตัวไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยการตัดทำได้ดังนี้

- ใช้เครื่องตัดชนิดความเร็วสูง (High Speed Abrasive Cutting Wheel) หรือเลื่อยตัด (Friction Saw) หรือวิธีอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้ว
- ใช้เครื่องตัดโลหะชนิดใส่แก๊ส Acetylene – Oxygen ตัด โดยการเพิ่มปริมาณของ Oxygen เข้าไปขณะที่โลหะหลอมละลาย แต่ควรระวังไม่ให้เปลวไฟหรือประกายไฟ กระเด็นไปถูกสมอยึด (Anchorage) ลวดเหล็ก และลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น จะมีความยาวแต่ละเส้นที่เหมาะสมกับระยะที่ยึดปลาย ส่วนที่ยาวเกินความจำเป็นให้ตัดออก การขนส่งการเก็บรักษาต้องป้องกันไม่ให้เกิดการร่อน การแตกเกลียว และการเป็นสนิม

7.16.5 แม่แรงดึง Prestressing Strands (Jack)

แม่แรงที่จะนำมาใช้ดึง จะต้องเป็นแม่แรงที่ใช้สำหรับงานประเภทนี้ และจะต้องมีความเที่ยงตรง รวมทั้งต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีชื่อเสียงยอมรับจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ พร้อมทั้งใบรับรอง เพื่อให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนที่จะนำมาใช้งาน

ผู้รับจ้างต้องเสนอผลการทดสอบของแม่แรงซึ่งอ่านค่าจาก Gauge ของ Jack เทียบเป็นแรงดึงเป็นกิโลกรัม อย่างละเอียดเพื่อสะดวกในการใช้งาน ซึ่งเป็นค่าเฉพาะสำหรับแม่แรงตัวหนึ่งๆ หากมีการเปลี่ยนแม่แรงอันอื่นมาใช้งาน ผู้รับจ้างก็ต้องแสดงผลการตรวจสอบดังกล่าวนี้ เพื่อให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติเช่นเดียวกัน

7.16.6 การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกบนสะพาน

ในกรณีที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเห็นสมควร ให้ผู้รับจ้างดำเนินการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกทุกของสะพาน ตามแนวทางดังต่อไปนี้คือ

(1) ให้ใช้น้ำหนักบรรทุกทุกแผ่นสม่ำเสมอเต็มพื้นสะพาน น้ำหนักบรรทุกทุกนี้ต้องมีผลทำให้เกิดแรงดัดโค้ง (Bending Stress) หรือแรงเฉือน (Shearing Stress) ขึ้นในช่วงสะพานเท่ากับ 150% ของแรงดัดโค้ง หรือแรงเฉือนสูงสุดที่ได้คำนวณออกแบบไว้เฉพาะส่วนนั้นๆ ส่วนทางเดินเท้าให้ใช้น้ำหนักบรรทุกทุกเพียง 300 กิโลกรัมต่อ 1 ตารางเมตร ตลอดทางเดินเท้าทั้งสองข้างสะพาน

(2) การยกน้ำหนักบรรทุกทุกตามข้อ (1) ออก จะทำได้โดยวิธีหนึ่งวิธีใดซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นสมควรแก่กรณีหนึ่งๆ เพื่อให้เกิดระยะโก่ง (Deflection) มากที่สุด

ระยะโก่ง (Deflection) จะต้องไม่เกิน $1/2000$ ของช่วงสะพานนั้น ระยะโก่งถาวร (Permanent Deflection) จะต้องไม่เกิน $1/2$ ของ Elastic Deflection ภายหลังเมื่อได้บรรทุกน้ำหนักเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้ว

(3) ในการทดสอบนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทรายเป็นจำนวนพอเพียงสำหรับการบรรทุกทุกตามข้อ (1) และวัสดุสัมผัสอื่นๆ ซึ่งจำเป็นสำหรับการใช้ทดสอบนี้ เช่น ทรายสำหรับใส่ทราย ฯลฯ ตลอดจนเครื่องชั่งสำหรับชั่งทราย เพื่อเทียบจำนวนน้ำหนักบรรทุกทุกสิ่งทุกอย่าง ตลอดจนแรงงานต่างๆ โดยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น วัสดุสัมผัสต่างๆ ที่ผู้รับจ้างได้จัดหาใช้ในการทดสอบนี้ เมื่อเสร็จการทดสอบแล้วให้เป็นสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด นอกจากทรายซึ่งจะต้องมอบให้ผู้ว่าจ้างรับไป โดยผู้รับจ้างต้องขนไปกองไว้บนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งที่ไม่มีกีดขวางกับการปฏิบัติงาน สุดท้ายแต่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควร

(4) ในการทดสอบบรรทุกน้ำหนักหนักที่กล่าวนี้ ถ้าปรากฏว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของสะพานแตกร้าวจนรอยแตกร้าวนั้นมองเห็นได้ในระยะ 4 เมตร หรือวัดรอยแตกได้กว้างกว่า 0.25 ซม. และถ้าปรากฏว่ารอยแตกร้าวนั้น เกิดจากฝีมือหยาบหรือคุณภาพวัสดุที่นำมาใช้ไม่ดี ฯลฯ ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขเพิ่มเติมกำลังส่วนนั้นๆ หรือก่อสร้างส่วนนั้นๆ ใหม่ จนกระทั่งเมื่อทำการทดสอบบรรทุกอีกครั้งหนึ่งแล้วไม่เกิดเสียหายแตกร้าวจนประการใดๆ เลย จึงจะนับว่าผู้รับจ้างได้ปฏิบัติตามรายการข้อนี้โดยสมบูรณ์ การแก้ไขที่กล่าวนี้ส่วนใด จำเป็นต้องแก้ไขหรือไม่อย่างไรนั้น สุดแต่คณะกรรมการการตรวจรับพัสดุจะระบุและจะแจ้งให้ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร

การทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกบนสะพานนี้ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะพิจารณาว่าสมควรทำการทดสอบหรือไม่เพียงใด เป็นรายๆ ไป

ค่าใช้จ่าย ค่าวัสดุ อุปกรณ์เพื่อการทดสอบบรรทุกน้ำหนักทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

7.16.7 Elastomeric Bearing Pad

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว Elastomeric Bearing Pad ต้องมีคุณสมบัติตามที่แสดงไว้ข้างล่าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผ่นรองรับน้ำหนักที่หัวตอม่อสะพานตามที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่กำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง แผ่น Elastomer จะต้องทดสอบโดยวิธีของ ASTM Designation D15 ซึ่งผลการทดสอบจะต้องเป็นไปตามนี้

Test	ASTM Designation	Requirements
Tensile Strength, psi	D 412	2,500 Min.
Elongation at Brake, %	D 412	350 Min.
Tensile Stress (Modulus)		
at 50% elongation, psi	D 412	250 Max.
at 100% elongation, psi	D 412	450 Max.
Compression Set, 22 hrs. at 158° F, %	D 395	25 Max.
	(Method B)	
Tear Strength, pounds per inch	D 624	275 Min.
	(Die)	
Hardness (shore A)	D 676	55 ± 3
Ozone Resistance 20% Strain 100 hrs. at 100 °F	D 1149	No cracks
± 2 °F Low Temperature Stiffness, Young's		
Modulus at -30 °F, psi	D 797	5,000 Max.
Low Temperature, Brittleness, 3 hrs. at -40 °F	D 736	passed

หลังจากการทดสอบเพื่อเร่งอายุการใช้งานตามมาตรฐานของ ASTM Designation D 573 เป็นเวลา 70 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 212 oF แผ่น Elastomer จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าวเกินกว่าที่กำหนดไว้ดังนี้

Tensile Strength	+ 15%
Elongation at Brake	-40% (but not less than 300% total elongation of the material)
Hardness	+ 10 points
การเคลื่อนไหว (Movement)	20 มม.
Max. Reaction at Bearing Pad	45 ตัน/ตร.ม.
Min. Reaction at Bearing Pad	35 ตัน/ตร.ม.

อนึ่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาใบรับรองของผู้ผลิตให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างที่แสดงว่าแผ่น Elastomeric Bearing Pads ที่ใช้นั้นมีผลการทดสอบตามที่ระบุไว้ข้างต้นทุกประการ เพื่ออนุมัติก่อนที่จะใช้งาน

7.16.8 การแต่งผิวพื้นสะพาน

(1) ในขณะที่เทคอนกรีตพื้นผิวจราจร ขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ผู้รับจ้างจะต้องใช้บรรทัด (Straight Edge) ขนาดยาว 3 เมตร หรือมีความยาวมากกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างของผิวจราจรอีก 1.00 เมตร เพื่อตรวจสอบคอนกรีตพื้นคอนกรีตของผิวจราจร การตรวจสอบพื้นผิวจราจรนี้ระดับของผิวพื้นสำหรับบรรทัดยาว 3.00 เมตร จะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

(2) ก่อนที่คอนกรีตพื้นผิวจราจรที่เทจะแข็งตัวจะต้องใช้ไม้กวาด (Broom) ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ใช้กวาดผิวคอนกรีตพื้นสะพาน โดยให้กวาดด้านข้างของขอบหนึ่งไปยังอีกขอบหนึ่ง และให้ตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางสะพาน การกวาดแต่ละครั้งให้กวาดคลุมทับส่วนหนึ่งของพื้นที่ที่ได้กวาดไปแล้ว และต้องมีให้เกิดร่องลึกลงไปบนผิวพื้นคอนกรีตเกินกว่า 3 มิลลิเมตร เพราะต้องการให้พื้นผิวสะพานหยาบเท่านั้น พื้นผิวสะพานเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องไม่มีรูหรือเป็นโพรง หรือเห็นก้อนหินหรือกรวดโผล่ที่ผิว

7.17 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานคอนกรีต เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- การวัดปริมาณงานคอนกรีต หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่แบบกำหนด หรือภายในขอบเขตที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของผู้ว่าจ้างเป็นเกณฑ์
- การวัดปริมาตรคอนกรีต จะหักปริมาตรของช่องว่างส่วนที่เป็นช่องเปิด และโลหะที่ฝังไว้ ออก แต่จะไม่หักปริมาตรของเหล็กเสริม สกรู น็อต แท่งปูนรองเหล็ก การลบลม และการลบลื่นออก
- การจ่ายเงิน จะจ่ายตามราคาต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรของงานคอนกรีตที่ระบุไว้ในสัญญา โดยจะรวมค่าวัสดุ ค่าอุปกรณ์ในการเทคอนกรีต ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง ค่าแบบคอนกรีต การเตรียมรอยต่อ การแต่งผิว การปรับแต่งดินเพื่อเตรียมเทคอนกรีต การสูบน้ำออก การทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนเทคอนกรีต การป้องกัน การบ่ม การควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต การจัดหาและขนส่งแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพตามที่ระบุไว้ในรายการรายละเอียดที่กล่าวแล้วข้างต้น
- 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) คอนกรีตไม่รวมเหล็กเสริมและคอนกรีตเทครั้งที่สอง ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต และสารเคมีผสมเพิ่ม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา

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

(4) WATERSTOP ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือโดยคำสั่งของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(5) ELASTIC FILLER, CELOTEX WITH TAR และ ASPHALT PAPER ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(6) MASTIC JOINT SEALER หรือ JOINT SEALANT 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 การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่างานติดตั้งหรือฝังเหล็ก ค่าวัสดุอุปกรณ์ ไว้แล้ว

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

(10) งานจัดหาและติดตั้ง PC PLANK GIRDER ขนาด 0.99x0.275 ม. สำหรับงานสะพาน ให้วัดปริมาณงานเป็นเมตร ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยดังกล่าวได้รวมค่าจัดหา PC PLANK GIRDER ค่าแรงและค่าเครื่องจักรในการติดตั้ง ค่าค้ำยัน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว

(11) งานจัดหาและติดตั้ง ELASTOMERIC BEARING PAD หนา 10 มม. ให้ตรวจวัดปริมาณงานขนาดมีหน่วยเป็นตารางเมตร เมื่อผู้รับจ้างได้ติดตั้ง Bearing Pad แล้วเสร็จ มีขนาด แนว ระดับ ตามที่แบบกำหนดไว้ การตรวจวัดปริมาณงานนี้ให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นเกณฑ์ ตามที่แสดงไว้ในรายการตารางแสดงปริมาณงานและราคาสัญญานี้ ซึ่งประกอบด้วยไปด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงติดตั้ง ค่าทดสอบวัสดุ ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(12) งานเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ให้วัดปริมาณงานในตัน ตามชนิดหน้าตัดเสาเข็ม ขนาด ความยาว และตำแหน่งที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตันตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยดังกล่าวได้รวมค่าจัดหาเสาเข็ม ค่าขนส่ง ค่าแรง ค่าเครื่องจักรในการตอกติดตั้ง และค่าใช้จ่ายในส่วนที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว

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) คอนกรีตพื้นเสริมตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh)
- 4) รูและท่อระบายน้ำ (Drainage Holes and Pipes)

(ค) ลาดงานขุดที่เป็นดินเป็นลาดงานขุดที่ประกอบด้วยวัสดุที่หลวมตัวไม่แน่น หรือเป็นไปตามรายละเอียด ข้อ 4.3.1 “งานขุดดิน” โดยทำการป้องกัน และเพิ่มเสถียรภาพด้วยวิธีการ ดังนี้

- 1) งานหินทิ้ง หินก่อ หินเรียง และหินเรียงยาแนวพร้อมงานวัสดุรองพื้น
- 2) งานปลูกหญ้า

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

(จ) ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมและจัดเก็บวัสดุต่างๆ ที่จะใช้ในการทำงานตามสัญญาไว้ในโครงการให้เพียงพอสำหรับงานที่จะดำเนินการในระหว่างการก่อสร้าง

(ฉ) ปริมาณงานที่ทำจริงในสนามอาจคลาดเคลื่อนไปจากปริมาณงานตามที่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงาน และราคา ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพของดินหรือหิน

8.1.2 การรับผิดชอบในความปลอดภัย

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความปลอดภัยในการดำเนินงานชุด โดยรวมถึงการรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตของผู้ใด หรือการเสียหายของทรัพย์สินอันเกิดจากการนี้แต่เพียงผู้เดียว

(ข) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันหรืออุปกรณ์ก้ำยันเพื่อความปลอดภัย โดยให้ถือเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

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

8.2.1 การเสนอขออนุมัติวัสดุและวิธีการติดตั้ง

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 ขันยึดติดกับคอนกรีตพ่นไว้

(ข) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งสลักยึดหินตามตำแหน่งหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติ

(ค) สลักยึดหินสำหรับงานก้ำยันต้องทำการป้องกันการผุกร่อนของแผ่นเหล็กรับแรง แป้นเกลียว และแหวนรอง โดยชุบด้วยกัลวาไนท์เหลวในอัตรา 0.60 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หลังจากการติดตั้งถ้ากัลวาไนท์ที่เคลือบอยู่เสียหายจะต้องทำการซ่อมแซมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) วัสดุ

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

2) ขนาดและรูปร่างของแผ่นเหล็กรับแรง (Bearing Plate) แหวนรอง และแป้นเกลียวผู้รับจ้างต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ สำหรับแผ่นเหล็กรับแรงแหวนรองและแป้นเกลียว ซึ่งต้องสัมผัสอากาศตลอดเวลา นั้น ต้องชุบด้วยกัลวาไนท์เหลวในอัตรา 0.60 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เพื่อป้องกันการผุกร่อน หลังจากการติดตั้งถ้ากัลวาไนท์ที่เคลือบอยู่เสียหายจะต้องทำการซ่อมแซมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

3) ปูนมอร์ตาร์ที่ใช้อัดฉีดในงานสลักยึดหินจะประกอบด้วย 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 ของเหล็กสลัก และเมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมงรับแรงได้ร้อยละ 100 ของ Breaking Load ของเหล็กสลัก

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

(3) รูปแบบการติดตั้ง

รูปแบบ และความยาวของสลักยึดหินที่จะติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพของหินที่จะทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบรูปเพิ่มเติม (Shop Drawings) ที่แสดงรายละเอียดการติดตั้งและรูปแบบการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนที่จะเริ่มงาน

(4) วิธีการติดตั้งและการทดสอบ

(ก) วิธีการติดตั้งและการทดสอบสลักยึดหินให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ผู้รับจ้างเสนอ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ข) ก่อนการติดตั้งสลักยึดหิน ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการติดตั้ง โดยต้องมีสภาพเช่นเดียวกับการติดตั้งจริง

(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 เพื่อใช้สำหรับยึดตาข่ายเหล็กเพื่อเพิ่มเสถียรภาพของลาดงานชุด หรือเพื่อยึดคอนกรีตเพื่อเพิ่มเสถียรภาพของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

(ข) บริเวณใดๆ ของลาดงานชุดที่เป็นหินที่ไม่มีเสถียรภาพจำเป็นต้องพ่นคอนกรีตพ่นเพื่อเพิ่มเสถียรภาพ ผู้รับจ้างต้องเสนอรูปแบบและรายละเอียดในการติดตั้งสมอเหล็กให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ค) ผู้รับจ้างต้องไม่ทำการติดตั้งสมอเหล็กโดยปราศจากการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) วัสดุ

(ก) สมอเหล็กสำหรับงานเพิ่มเสถียรภาพของลาดงานชุด ให้ใช้เหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 24-2548 ชั้นคุณภาพ เป็นไปตามที่กำหนดในแบบรูป มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ข) สมอเหล็กสำหรับงานเพิ่มเสถียรภาพของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้ใช้เหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่ระบุไว้ในแบบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 24-2548 ชั้นคุณภาพ เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ โดยมีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(ค) มอร์ตาร์ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หายละเอียด และน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสม โดยน้ำหนัก ปูนซีเมนต์: หาย เท่ากับ 1:1 หรือมีอัตราส่วนผสมโดยปริมาตรปูนซีเมนต์: หาย เท่ากับ 1:3 หรือตามที่กำหนดในแบบรูป และมีค่าการยุบในช่วง 70 - 90 มิลลิเมตร

(ง) ปูนซีเมนต์ที่ใช้ให้เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ตามมาตรฐานเลขที่ มอก.15 เล่ม 1-2555

(จ) วัสดุอื่นใดตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดหรืออนุมัติหรือกำหนดไว้ในแบบ

(3) การติดตั้ง

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องทำการเจาะรูให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสมอเหล็กตามตำแหน่ง 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)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งตะแกรงเหล็กและพ่นคอนกรีตพ่นในบริเวณผิวหินที่ทำการชุด ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบรูปหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ผู้รับจ้างต้องไม่ทำคอนกรีตพ่นก่อนที่จะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง รายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับงานคอนกรีตพ่นและตะแกรงเหล็กได้กำหนดไว้ ดังนี้

8.3.1 คอนกรีตพ่น

(1) บททั่วไป

(ก) คอนกรีตพ่น จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานทุกประเภทที่ต้องการเพิ่มความแข็งแรงให้ผิวหน้าหิน สำหรับหน้าหินชุดทั่วไปและหน้าหินชุดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(ข) การปฏิบัติ และควบคุมงานให้ใช้ ตามมาตรฐานของ American Concrete Institute “Recommended Practice for Shotcreting” (ACI 506) และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(ค) บริเวณใดที่กำหนดใช้คอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องทำงานคอนกรีตพ่นให้ได้ความหนาต่ำสุดตามที่กำหนดในแบบหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) วัสดุ

(ก) วัสดุที่สำคัญสำหรับคอนกรีตพื้นที่ใช้เหมือนงานคอนกรีตให้ใช้ตามข้อกำหนดรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมในหมวดที่ 7

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

(ค) น้ำยาผสม (Admixture) สำหรับคอนกรีตพื้นต้องมีคุณสมบัติทำให้ส่วนผสมแข็งตัวเร็วและมีความแข็งแรงสูง ต้องไม่มีส่วนผสมของสารที่ละลายน้ำได้ คลอไรด์ หรือสารอื่นใดที่มีผลต่อการกัดกร่อนเหล็กและไม่มีผลต่อความเสียหายต่อสิ่งอื่นใด อาทิ เกิดรอยแตก รอยแยกในคอนกรีตพื้น

(ง) อัตราส่วนการผสมของน้ำยาผสมที่ใช้ไม่ควรเกิน 5% ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ยกเว้นในกรณีที่ต้องพื้นคอนกรีตพื้นในบริเวณที่ต้องการเพิ่มเสถียรภาพของหินผุอย่างเร่งด่วน หรือในบริเวณที่มีอัตราการซึมของน้ำสูง

(จ) ผู้รับจ้างต้องเสนอน้ำยาผสมพร้อมรายละเอียดคุณสมบัติให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ฉ) น้ำที่ใช้ผสมให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการใช้ในงานคอนกรีต

(3) การผสม (Mixing)

(ก) ผู้รับจ้างต้องออกแบบส่วนผสมให้ได้คอนกรีตพื้น (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 วัสดุผสมระหว่างซีเมนต์และวัสดุคละ (แห้ง) ต้องถูกผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเสียก่อน

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

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

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการ และการควบคุมการผสมวัสดุตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมให้ได้สัดส่วนการผสมที่ถูกต้อง และคงที่สำหรับการพ่นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

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

(ซ) อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุคละ วิธีการพ่นความต้องการเพิ่มการยึดเกาะ

(4) บุคลากร เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานและการปฏิบัติงาน

(ก) อย่างน้อย 30 วัน ก่อนเริ่มงานคอนกรีตพื้น ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดของเครื่องจักรและบุคลากรที่ใช้ตามรายการดังนี้

- ประเภท จำนวน และข้อกำหนดการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผสมและพ่นคอนกรีต
- จำนวนและรายชื่อของคนจับหัวพ่นคอนกรีตพื้น (Nozzlemans)

(ข) เครื่องจักรที่ใช้ในงานคอนกรีตพื้นให้จัดทำรายการตามรายการดังนี้

- แรงดันน้ำที่หัวพ่น
- ปริมาตรของน้ำที่ใช้
- แรงดันลมที่ออกจากเครื่องพ่น
- อัตราการพ่นของส่วนผสม
- อัตราการใช้น้ำยาผสม

(ค) เครื่องพ่นคอนกรีตพื้นต้องตั้งอยู่ในบริเวณที่ง่ายต่อการควบคุมปริมาณและการควบคุมงานที่ถูกต้องของคนพ่น และคนคุมเครื่อง

(ง) แรงดันและปริมาตรของลมและน้ำสำหรับงานพ่นคอนกรีตต้องเพียงพอต่อการใช้งานตามข้อกำหนดรายละเอียดในการทำงานของเครื่องจักร ทั้งนี้ระบบแรงดันลมที่ใช้ต้องไม่มีน้ำมันปนเปื้อน

(จ) เครื่องพ่นคอนกรีตพื้นที่ใช้ต้องมีไม่แบบหมุนหรือแบบอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ แต่ทั้งนี้การลำเลียงส่วนผสมและน้ำยาผสมออกจากเครื่อง ต้องมีอัตราสม่ำเสมอในการผสมน้ำยาผสมกับส่วนผสม ก่อนที่จะเข้าไปในโมของเครื่องพ่น ต้องใช้อุปกรณ์ในการจ่ายน้ำยาผสมที่มีอัตราการจ่ายสม่ำเสมอที่บริเวณปากโมของเครื่อง

(ฉ) เครื่องพ่นคอนกรีตพื้นที่ใช้ต้องสามารถลำเลียงส่วนผสมแบบแห้ง (Dry Mix) ไปตามท่อภายในอัตราความเร็วที่สม่ำเสมอ และพ่นออกจากหัวยิงด้วยความเร็วที่ทำให้วัสดุต่าง จากส่วนผสมยึดเกาะติดหน้าหิน โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับ(Re-bond) น้อยที่สุด และการยึดเกาะของวัสดุแน่นมากที่สุด

(ช) กรณีใช้เครื่องพ่นแบบเปือก สัดส่วนของวัสดุเปือกและน้ำยาผสมที่ใช้ต้องทำการพ่นทดลองดูก่อน เพื่อตรวจเช็คความแน่นหนา ส่วนเครื่องพ่นต้องสามารถพ่นส่วนผสมเปือกให้ยึดติดหน้าหินได้แน่นมากที่สุด โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับน้อยที่สุด

(ซ) คนจับหัวพ่น (Nozzelman) อาจจะใช้ลมและน้ำจากเครื่องพ่นคอนกรีตพื้นสำหรับทำความสะอาดผิวหน้าหินก่อนพ่นคอนกรีตพื้น หรือพ่นทำความสะอาดหลังจากทำงานเสร็จแล้ว

(ฌ) ก่อนที่จะทำการพ่นคอนกรีตพื้น ต้องทำความสะอาดหน้าหิน และช่วงรอยต่อระหว่างหินกับคอนกรีตพื้น ที่พ่นครั้งสุดท้ายให้สะอาดปราศจากเศษหินและทำให้ผิวหน้าหินเปียก เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ ดังนั้นผิวหน้าหินที่จะพ่นคอนกรีตพื้นต้องชื้น แต่ต้องไม่มีน้ำไหลตามผิวหน้า

(ฎ) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการในการควบคุมน้ำใต้ดิน ที่จะส่งผลต่อการพ่นคอนกรีตพื้น การไหลของน้ำบริเวณหน้าหินจะมีผลทำให้แรงยึดเกาะของคอนกรีตพื้นกับหินลดลง การติดตั้งท่อหรือทำร่อง หรือวิธีการอื่นๆ ที่เป็นการระบายน้ำตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติหรือวิธีการอื่นๆ ที่ผู้รับจ้างเสนอ โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผิวคอนกรีตพื้นบริเวณใดๆ ก็ตามที่ได้รับผลกระทบจากการไหลของน้ำ และได้แก้ปัญหาการไหลของน้ำแล้ว บริเวณนั้นต้องทำการพ่นคอนกรีตพื้นเพิ่มเติมให้เพียงพอตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาและอนุมัติ

(ฏ) ส่วนผสมสำหรับพ่นต้องใช้ให้หมดภายในเวลาไม่เกิน 90 นาที หลังจากการผสมตามสภาพของงานที่ทำและตามผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด แต่ทั้งนี้ผลของการทดสอบต้องผ่านตามข้อกำหนด

(ถ) ในขณะที่ทำการพ่น ถ้าส่วนผสมที่พ่นออกมาแห้งบ้างเปียกบ้างไม่สม่ำเสมอ ให้หยุดทำการพ่นทันที และคอนกรีตพื้นที่ได้พ่นไว้แล้วให้รื้อออก

(ฑ) ผิวคอนกรีตพื้นใดๆ ที่พ่นเสร็จแล้ว เมื่อตรวจสอบพบว่าไม่แน่น มีโพรงและการกระจายตัวของส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ หรือทดสอบกำลังอัดได้ต่ำกว่าที่กำหนดจะต้องทำการรื้อออกหรือทำการพ่นซ้ำ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ท) รอยต่อของการก่อสร้างอาจทำเป็นร่องตัววีที่มีมุมประมาณ 30° หรืออาจจะตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลึกและต่อเนื่องด้วยร่องตัววีมุม 30° รอยต่อทั้งหมดต้องทำความสะอาด และให้เปียกขึ้นก่อนที่จะยาแนวด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกับส่วนผสมที่ใช้ในงานคอนกรีตพื้น

- (ฅ) ส่วนผสมที่เหลือจากการพ่นให้ขนย้ายออกทันทีระหว่างการพ่น และห้ามนำกลับมาใช้อีก
- (ณ) สำหรับงานคอนกรีตพ่นบริเวณลาดเขาหลังจากพ่นคอนกรีตพ่นเสร็จ ให้บ่มเป็นระยะเวลา 7 วัน
- (ด) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง อาจจะสั่งการให้ผู้รับจ้างเจาะรูระบายน้ำหลังจากพ่นคอนกรีตพ่นเสร็จแล้ว

(5) การทดสอบกำลังอัด

กำลังอัดที่จะทำการทดสอบได้กำหนดไว้ในหมวดที่ 7 เรื่องการผสมแท่งทดสอบที่จะใช้ทดสอบกำลังอัดนี้ต้องมีขนาด 100 x 100 x 100 มม.

(ก) การทดสอบก่อนการก่อสร้าง (Pre-Construction Test)

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

(ข) การทดสอบในระหว่างก่อสร้าง

ในระหว่างทำงานคอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องจัดเก็บตัวอย่างและทดสอบกำลังอัดทุกๆ 30 ลูกบาศก์เมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยเก็บแท่งทดสอบจำนวน 6 แท่งไปทดสอบกำลังอัดที่ 24 ชั่วโมงและ 28 วัน อย่างละ 3 แท่งตามลำดับ โดยผลการทดสอบจะพิจารณา

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

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างเจาะแท่งทดสอบจากบริเวณหน้างาน ถ้าผลการทดสอบจากแท่งตัวอย่างไม่ได้กำลังอัดตามที่กำหนด

(6) การตรวจสอบหรือการทดสอบอื่นๆ ไป

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้าง เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. เพื่อตรวจสอบความหนาของคอนกรีตพ่นในบริเวณที่สงสัยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตพ่นในสนามเพื่อทดสอบกำลังอัดในกรณีที่ผลการทดสอบกำลังอัดจากแท่งตัวอย่างไม่ได้ค่ากำลังอัดตามข้อกำหนด หรือเนื่องมาจากสาเหตุอื่นๆ โดยหลุมเจาะที่เกิดจากการเจาะเก็บตัวอย่างให้ทำการอุดด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมที่ใช้ในการพ่น

8.3.2 ตะแกรงเหล็ก

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

8.4 ท่อ และรูระบายน้ำ (Drain Holes and Perforated Pipes)

8.4.1 บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเจาะรู และติดตั้งท่อระบายน้ำตามขนาดตำแหน่ง และความลึกตามที่ได้แสดงไว้ในแบบรูป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดหรืออนุมัติ

8.4.2 การเจาะรูระบายน้ำ

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

8.4.3 ท่อระบายน้ำ

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

8.4.4 การหุ้มท่อระบายน้ำ PVC (Perforated Pipe)

จะต้องหุ้มตลอดความยาวท่อเพื่อป้องกันเศษวัสดุดิน กรวด หรือหิน หลุดรอดเข้าไปภายในท่อ ซึ่งอาจทำให้ท่ออุดตัน โดยกำหนดระยะหุ้มของแผ่นใยสังเคราะห์จะอยู่ประมาณ 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 และระดับตามแบบรูปหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(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 เพื่อป้องกันการถูกพัดพาออกไปเนื่องจากลม

(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 และระดับตามที่กำหนดในแบบรูปหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติและวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการก่อหินและการวางหินแต่ละก้อนต้องวางอย่างประณีตและก่อยึดด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) ปูนทรายรองพื้นให้หนาอย่างน้อย 1 เซนติเมตร ทั้งในแนวตั้ง และแนวราบ รอยต่อโดยรอบจะต้องเคาะให้ติดกันแน่นและปาดปูนทรายส่วนที่เกินออกแล้วแต่งด้วยเกรียงเหล็กให้เรียบ หินที่นำมาก่อต้องทำให้ชุ่มน้ำ และล้างทำความสะอาดเอาฝุ่นที่เกาะติดตามผิวหินออกด้วย

(2) หินเรียงยาแนว

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและเรียงหินให้ได้ความหนา ความกว้าง ความยาว รูปร่าง ตำแหน่ง แนว และระดับตามที่กำหนดในแบบรูป หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยวัสดุที่นำมาใช้มีคุณสมบัติและวิธีการเรียงหินเช่นเดียวกับงานหินเรียง สำหรับการยาแนวด้วยปูนทรายในอัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) อุดช่องว่างระหว่างก้อนหิน โดยมีความหนาของมอร์ตาร์พอสมควร แล้วแต่งด้วยเกรียงให้เสมอผิวหินโดยตลอดดูเรียบร้อยและได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

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 มีความหนาพอ เพื่อรองรับแรงกระทำของสิ่งมีคมได้เป็นอย่างดี

เส้นใยที่ใช้ทำจากสาร Polypropylene 100%

ความกว้างของม้วน ไม่น้อยกว่า 4 เมตร และความยาวของม้วนไม่น้อยกว่า 100 เมตร

8.6.3 คุณสมบัติต่างๆ

ตารางแสดงคุณสมบัติของแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับวัสดุกรอง

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 2,650
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 การต่อเชื่อมแผ่นใยสังเคราะห์ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1) การต่อโดยให้แผ่นเหลื่อมกัน (Overlapping)

ระยะทับของแผ่นใยสังเคราะห์จะอยู่ประมาณ 50 เซนติเมตรในแนวราบและ 80 เซนติเมตรในแนวเอียง สำหรับชั้นดินบดอัดที่แน่นและเรียบ ให้วางทับปกติโดยไม่ต้องเชื่อมใดๆ 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 เพื่อประกอบการพิจารณาในการขออนุมัติก่อนเริ่มดำเนินการ ก่อสร้าง

8.7 งานตาข่ายป้องกันหินร่วง

8.7.1 วัตถุประสงค์

งานตาข่ายป้องกันหินร่วงจะประยุกต์ใช้กับลาดงานชุดที่ขนาดของก้อนหินร่วงก้อนโตที่สุดไม่เกิน 1 ลบ.ม. และในกรณีที่หินร่วงมีความรุนแรงหรือขนาดของก้อนหินมีขนาดโตมาก หรือ Slope มีลักษณะ IRREGULAR มีความจำเป็น จะต้องได้รับการออกแบบเสริมความแข็งแรงพิเศษเฉพาะที่นั้นๆ เพิ่มเติม

8.7.2 วัสดุที่ใช้

ลักษณะทั่วไปเป็นแผงลวดตาข่ายชนิดเคลือบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) จะต้องมีความกว้าง 2-4 เมตร และยาว 25-100 เมตร แผงลวดผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 ตาข่ายที่ส่งมาถึงหน่วยงานต้องอยู่ในสภาพที่ดี ไม่เกิดความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น

ตาข่ายจะต้องเป็นรูปหกเหลี่ยมซึ่งต่อกันด้วยการพันลวดเป็นเกลียว (Double Twisted Hexagonal Mesh) ขนาดตาข่ายกว้าง 80 มม. วัดจากระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางเกลียวและมีความยาว 120 มม. โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของตาข่าย ไม่เกิน 10%

ลวดที่ใช้ประกอบเป็นตาข่าย จะต้องได้มาตรฐาน BS 1052/1980 ว่าด้วยลวดเหล็กเหนียว (Mild Steel Wire) ที่มีค่ากำลังรับแรงดึงที่จุดคานามากกว่าหรือเท่ากับ 38 กก./ตร.มม. และต้องทำการเคลือบสีตามมาตรฐาน BS 443/1982 ทั้งนี้คุณสมบัติของลวดรวมทั้งน้ำหนักสังกะสีเคลือบจะเป็นไปตามตารางดังต่อไปนี้

ประเภทลวด	ขนาด Ø (มม.)	ความคลาดเคลื่อน (มม.)	น้ำหนักสังกะสีเคลือบ (กรัม/ตร.ม.)
ลวดพัน	2.2	0.06	±240
ลวดถักตาข่าย	3.0	0.10	±260
ลวดโครง	3.9	0.12	±275

รายละเอียดและคุณลักษณะของตาข่ายกันหินร่วง ชนิดแผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทาง (Netting with 2-way Steel Rope M3) จะเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

(1) ลักษณะทั่วไป แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทางนี้ ประกอบด้วย แผงลวดตาข่าย และเชือกสลิง ขนาด 8.0 มม. ร้อยอยู่ภายในเป็นระยะๆ เพื่อช่วยในการถ่ายแรงภายในระบบแผงตาข่ายและช่วยให้การผ่านแรงไปยังสมอยึดหิน ต้องได้รับรองตามมาตรฐาน ISO 9001 โดยจะต้องผลิตสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตและต้องมีความกว้าง 2.90 เมตร (คลาดเคลื่อน ±5%) และมีความยาว 20-100 เมตร

(2) ลวดถักต้องมีขนาด Ø 3.0 มม. (คลาดเคลื่อน ±0.10 มม.) ตามมาตรฐาน EN 10223-3 ลวดทุกชิ้นจะต้องเคลือบสังกะสีก่อนที่จะนำมาถักเป็นตาข่าย ตามมาตรฐาน EN 10244-2 โดยปริมาณ สังกะสีเคลือบจะต้องไม่น้อยกว่า 255 กรัมต่อตารางเมตร รับแรงดึงที่จุดคานามากกว่าหรือเท่ากับ 38 กก./ตร.มม.

(3) สมอียัดหิน ทำจากเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. ชั้นคุณภาพ SD 30 แผ่นเหล็กควรมีขนาด 150x150 มม. และมีความหนาไม่น้อยกว่า 8 มม. ชุบกัลวาไนซ์ (Hot Dip Galvanized)

8.7.3 ลักษณะการติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการวางตำแหน่งหลุมเจาะให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการเจาะ เพื่อป้องกันการผิดพลาดของตำแหน่งยัดตาข่ายเสริมแรง หลุมเจาะของสมอียัดหินต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 32 มม. เมื่อเจาะจนได้ความลึกที่ต้องการแล้วให้ทำการเป่าหลุมไล่เศษหินที่ตกค้างอยู่ ทำการประกอบสมอียัดหินเข้ากับ Centralizer ให้เรียบร้อย โดยมีระยะห่างระหว่าง Centralizer แต่ละชุดไม่มากกว่า 2.0 ม. ทำการอัดฉีดน้ำปูนลงหลุมเจาะ ให้ใช้ปั๊มแบบสองลูกสูบ (Duplex Pistons) เท่านั้น ห้ามมิให้ใช้วิธีการเทลงหลุม เพื่อให้ น้ำปูนสามารถแทรกซึมเข้าไปในรอยแตกของหิน ภายหลังจากที่วัสดุทำปฏิกิริยาเสร็จสิ้นแล้ว จึงจะเริ่มดำเนินการติดตั้งแผ่นเหล็ก (Steel Plate) และยัดนอตให้เรียบร้อย โดยแผ่นเหล็กต้องทับลวดตาข่ายกันหินตกให้สนิท

8.8 งานเกเบียน (Gabion) และ แมทเทรซ (Mattress)

8.8.1 ขอบข่ายงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเกเบียน (Gabion) และแมทเทรซ (Mattress) เพื่อดำเนินการกัดเซาะและการพังทลายของลาดตลิ่ง โดยให้มีรูปแบบ ขนาด มิติ ระดับและลาดชันตามที่แสดงไว้ในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

8.8.2 รายละเอียดและคุณสมบัติ

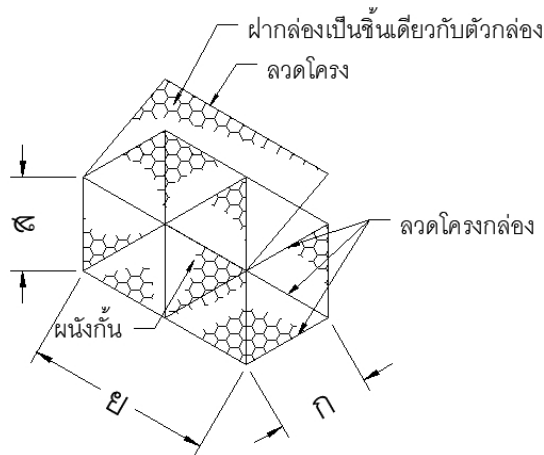
1) รายละเอียดลักษณะและคุณสมบัติของกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรซ นอกเหนือจากที่แสดงไว้ในแบบแปลนแล้ว หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ตามหมายเหตุทั่วไปดังนี้

1.1 ผู้ผลิตกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรซต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และมีมาตรฐานรับรองจาก BBA (BBA Certificated)

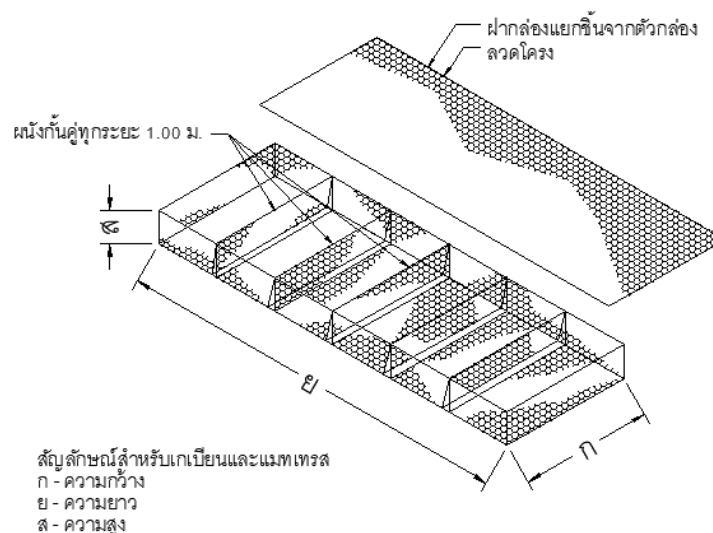
1.2 ลักษณะของกล่องลวดตาข่ายเกเบียน (Gabion) และกล่องลวดตาข่ายแมทเทรซ (Mattress) ต้องมีลักษณะทางกายภาพดังแสดงในรูปที่ 8.8-1 และรูปที่ 8.8-2 โดยมีขนาดมาตรฐานดังต่อไปนี้

- กล่องลวดตาข่ายเกเบียน มีขนาด ยาวxกว้างxสูง (ม.) ตามที่ระบุในแบบ โดยมีค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ไม่เกิน $\pm 5\%$

- กล่องลวดตาข่ายแมทเทรซ มีขนาด ยาวxกว้างxสูง (ม.) ตามที่ระบุในแบบ โดยมีค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ไม่เกิน $\pm 5\%$



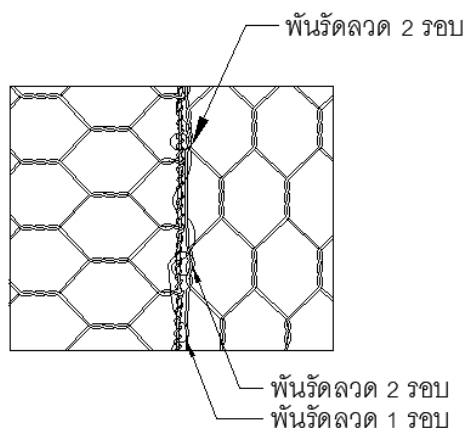
รูปที่ 8.8-1 ลักษณะทางกายภาพของกล่องเกเบียน



รูปที่ 8.8-2 ลักษณะทางกายภาพของกล่องแมทเทรส

- กล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรสต้องประกอบขึ้นจากแผงลวดตาข่ายที่เกิดจากการพันลวดเป็นรูปตาหกเหลี่ยม (Hexagonal Double Twist Mesh) และขึ้นรูปเป็นกล่อง ภายในต้องถูกแบ่งออกเป็นช่องและมีผนังกัน (Diaphragm) ทุกระยะ 1.00 ม. ตามความยาว (ยกเว้นกล่องขนาด 1.5x1x1 ม. ไม่ต้องมีผนังกัน)
- ผนังกันสำหรับกล่องลวดตาข่ายต้องเป็นแบบผนังกันเดี่ยว (Single Diaphragm) สำหรับกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและเป็นผนังกันคู่ (Double Diaphragm) ที่เป็นชิ้นเดียวกับตัวกล่องสำหรับกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส
- ฝาปิดต้องเป็นชิ้นเดียวกับตัวกล่องสำหรับกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและเป็นแบบแยกส่วนออกจากตัวกล่องสำหรับกล่องลวดตาข่ายแมทเทรสตามมาตรฐาน ASTM A975-97
- ขอบของกล่องลวดตาข่ายที่เป็นลวดโครง (Selvedge Wire) อย่างน้อย 2 เส้น ต้องมีการพิมพ์ชื่อผู้ผลิตไว้บน พีวีซี สีเทาที่หุ้มลวดเป็นระยะตลอดความยาว ทั้งนี้เพื่อใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มาถึงพื้นที่ก่อสร้าง

- การผูกยึดเพื่อประกอบขึ้นรูปกล่องและการผูกยึดกล่องที่เรียงติดกันให้ผูกยึดด้วยลวดพัน โดยมีปริมาณลวดพันไม่น้อยกว่า 5% ของน้ำหนักตัวกล่อง สำหรับกล่องลวดตาข่ายเกเบียน และไม่น้อยกว่า 3% ของน้ำหนักตัวกล่องสำหรับกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส
- การพันลวดให้พัน 1 รอบ และ 2 รอบ สลับกันช่องเว้นช่อง ดังแสดงในรูปที่ 8.8-3
- ลวด (Wire) ทุกชิ้นที่ใช้ประกอบเป็นกล่องและฝาปิดรวมถึงลวดที่ใช้พันระหว่างก่อสร้างต้องเป็นลวดเหล็กเคลือบด้วย อลูมิเนียม-สังกะสี (Galfan or Alu-Zinc) หุ้ม พีวีซี สีเทา ความหนาไม่น้อยกว่า 0.50 (± 0.10) มม. โดยรอบตัวสารเคลือบอลูมิเนียม-สังกะสี (Galfan or Alu-Zinc) จะต้องมีความสัมพันธ์ตามมาตรฐาน ASTM A856/A 856 M-97 (Standard Specification for zinc - 5% Aluminium-Mischmetal Alloy - Coated Carbon Steel Wire)
- ขนาดของลวดและปริมาณสารเคลือบลวดต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 8.8-1



รูปที่ 8.8-3 วิธีการผูกยึดกล่องลวดตาข่าย

- กล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรสจะต้องมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ข้างต้นทุกข้อ โดยต้องมีเอกสารรับรองคุณสมบัติดังกล่าวจากสถาบันที่เชื่อถือได้แล้วจัดส่งให้หัวหน้าโครงการหรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ในงานจ้างก่อสร้างพิจารณาให้ความเห็นชอบไม่น้อยกว่า 30 วันก่อนการนำไปใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สำเนาหนังสือการได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001ของผู้ผลิต
2. สำเนาหนังสือการได้รับการรับรองมาตรฐาน BBA Certified สำหรับกล่องลวดตาข่าย
3. หนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายซึ่งมีอายุไม่เกิน 1 ปี โดยระบุชื่อโครงการ และสินค้าที่ใช้
4. ตัวอย่างวัสดุ 1 ตัวอย่าง ขนาดไม่น้อยกว่า 25 ซม. x 25 ซม. ที่มีส่วนประกอบของลวดตาข่ายและลวดโครงตามคุณสมบัติข้อที่ 6 และข้อที่ 10
5. ข้อกำหนดเฉพาะ (Technical Data) ของวัสดุ โดยต้องระบุชื่อโรงงานผู้ผลิตและสถานที่ตั้งอย่างชัดเจน
6. โบรชัวร์ (Brochure) หรือสิ่งพิมพ์สำหรับเผยแพร่วัสดุ
7. โบรชัวร์ (Brochure) หรือสิ่งพิมพ์สำหรับเผยแพร่สารเคลือบ Galfan หรือ Alu-Zinc
8. รายการคำนวณโครงสร้างกำแพงกล่องเกเบียนตามแบบ
9. ผลทดสอบอ้างอิงจากโครงการที่ผ่านมาซึ่งจะต้องเป็นโครงการของหน่วยงานรัฐ โดยทดสอบตามมาตรฐานที่ระบุไว้ในตารางที่ 8.8-1

10. เอกสารทุกแผ่นที่ส่งขออนุมัติใช้จะต้องมีการประทับตราพร้อมลงลายมือชื่อของตัวแทนจำหน่ายเพื่อเป็นการรับรองความถูกต้องของเอกสาร

11. ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารให้ครบถ้วนตามข้อ 11 ถึง 10 หากเอกสารไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจนจะไม่อนุมัติให้ใช้งานอย่างเด็ดขาด

ตารางที่ 8.8-1 คุณสมบัติลวดที่ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรล

ประเภท กล่องลวดตาข่าย	ขนาดช่องตาข่าย (มม.)	ประเภทลวด	เส้นผ่าศูนย์กลางลวด (มม.)		ปริมาณสารเคลือบลวด* (กรัม/ตร.ม.)	กำลังรับแรงดึงที่ จุดคราก** (กก./ตร.มม.)
			ก่อนหุ้ม พีวีซี	หลังหุ้ม พีวีซี		
เกเบียนเคลือบ อลูมิเนียม-สังกะสี (Alu-Zinc) หุ้มพีวีซี (PVC)	กว้าง 80 (± 8) ยาว 120 (± 12)	ลวดโครง	3.4 ± 0.10	4.4 ± 0.10	≥ 275	≥ 38
		ลวดตาข่าย	2.7 ± 0.10	3.7 ± 0.10	≥ 260	
		ลวดพื้น	2.2 ± 0.10	3.2 ± 0.10	≥ 240	
แมทเทรลเคลือบ อลูมิเนียม-สังกะสี (Alu-Zinc) หุ้มพีวีซี (PVC)	กว้าง 60 (± 6) ยาว 100 (± 10)	ลวดโครง	2.7 ± 0.10	3.7 ± 0.10	≥ 260	≥ 38
		ลวดตาข่าย	2.2 ± 0.10	3.2 ± 0.10	≥ 240	
		ลวดพื้น	2.2 ± 0.10	3.2 ± 0.10	≥ 240	
หมายเหตุ						
* ปริมาณสารเคลือบลวด ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM A90/A 90M-95A						
** ความต้านทานแรงดึงที่จุดคราก ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E-8						

8.8.3 คุณสมบัติของหิน

หินที่บรรจุลงในกล่องลวดตาข่ายต้องมีลักษณะเหลี่ยมมีส่วนแบนเรียบน้อย ไม่มีรอยแตกร้าวหรือลักษณะอื่นใดที่แสดงให้เห็นว่าจะไม่ทนต่อการกัดเซาะของกระแสน้ำ มีความถ่วงจำเพาะไม่น้อยกว่า 2.6 และมีขนาด 15-30 ซม. สำหรับเกเบียน และขนาด 10-20 ซม. สำหรับแมทเทรล หรือตามที่แบบกำหนด น้ำหนักของหินเมื่อบรรจุลงในกล่องต้องมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 1,800 กก./ลบ.ม.

8.8.4 การประกอบและเรียงกล่อง

1) ผู้รับจ้างจะต้องนำกล่องตาข่ายซึ่งทำเสร็จแล้วนำมาประกอบและจัดวางในที่เพื่อบรรจุหินลงในกล่องตามรูปแบบที่แสดงไว้ในแบบ

2) การนำหินใส่ จะโดยวิธีใช้คนโกยใส่หรือใช้เครื่องจักรกลชนิดเบาทำการบรรจุก็ได้ และเมื่อบรรจุและเรียงหินให้ได้ความหนาแน่นตามกำหนดแล้วให้ปิดฝาและถักยึดด้วยลวดตามความยาวของฝาและยึดกับผนังกันภายในโดยให้มีความมั่นคงแข็งแรงตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

8.9 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานสลักยึดหิน (Rock Bolts) สมอเหล็ก (Anchor Bars) และ Anchorage การวัดปริมาณ ตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ จะวัดปริมาณตามจำนวนของสลักยึดหินในอัตราต่อหน่วยเป็นชุดตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญานี้ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักรวัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง การเจาะรู การทำความสะอาดรูเจาะ การอัดฉีดมอร์ตาร์ การติดตั้งและการทดสอบ แผ่นเหล็กรับแรง แหวนรองและแป้นเกลียว แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(2) งานคอนกรีตพื้นและตะแกรงเหล็ก (Shotcrete with Wire Mesh) การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา จะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร สำหรับงานคอนกรีตพื้นของแต่ละความหนาของคอนกรีตพื้นตามที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา จะวัดเป็นพื้นที่ของคอนกรีตพื้นที่ยื่นเสร็จเรียบร้อยตามขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหา เครื่องจักร ตะแกรงเหล็ก วัสดุ ค่าขนส่ง การทำงานคอนกรีตพื้น การป้องกัน การบ่มผิว การทดสอบคุณภาพ แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

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

(3) ระบบระบายน้ำใต้อาคาร (Bottom Drain) และระบบระบายน้ำด้านข้าง (Side Drain) ให้วัดปริมาณงานเป็นแห่งในหน่วยชุด ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วยงานขุด งานกรวดทรายห่อหุ้มด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ และงานฝังท่อ Open Weephole หรือ Flap Valve Weephole พร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุด รวมถึงงาน Sand Mix Gravel และงานวางท่อ PVC Perforate Pipe ขนาด 4" การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานขุดตกแต่งรูปร่าง งานจัดหาวัสดุและติดตั้ง งานตกแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ

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

(5) งานเกเบียน (Gabion) และแมทเทรซ (Mattress) มีหน่วยวัดเป็นลูกบาศก์เมตร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยอัตราราคาต่อหน่วยดังกล่าว ได้รวมค่ากล่องลวดตาข่าย หินที่ใช้บรรจุลงในกล่องลวดตาข่าย งานขุดตกแต่งรูปร่าง ค่าแรง และค่าเครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งครบถ้วนแล้ว

(6) งานแผ่นใยสังเคราะห์ การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา จะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร ตามพื้นที่ที่ปูโดยต่อเนื่องติดต่อกันภายในขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ หรือตามปริมาณที่ทำได้จริง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ส่วนที่ทาบ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าทดสอบ ค่าแรงปูและติดตั้ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์

(7) งานตาข่ายป้องกันหินร่วง การวัดปริมาณตามรายการที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา จะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร เป็นพื้นที่ที่ทำงานต่อเนื่องกันภายในขอบเขตที่แบบรูปกำหนดไว้ พร้อมส่วนประกอบติดตั้งอื่นที่ต้องดำเนินการเพื่อยึดเกาะตาข่ายให้มีความมั่นคง ซึ่งประกอบด้วยค่าวัสดุ ค่าแรงขนย้าย ค่าประกอบติดตั้ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินให้ผู้รับจ้างตามเปอร์เซ็นต์ผลงานความก้าวหน้าของงาน

หมวดที่ 9

งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (ถ้ามี)
(REINFORCED CONCRETE PIPE)

หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE) (ถ้ามี)

9.1 ท่อไป

ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กที่จะใช้ในงานตามที่แสดงไว้ในแบบรายละเอียด จะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตดีเยี่ยม ไม่เปื้อน ไม่มีรอยร้าว แตกบิ่น แตกปลาย หรือมีผิวขรุขระมากกว่าปกติ บรรดาท่อเหล่านี้ จะต้องตรงตามมาตรฐานท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นที่ 3 ตามมาตรฐานของ มอก. 128 เว้นไว้แต่จะได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต โดยที่ปลายท่อจะสอดเข้ากันได้พอดี ฉะนั้นเมื่อนำท่อมาต่อเข้าด้วยกันและฉาบปูนเรียบร้อยแล้ว ท่อดังกล่าวจะยาวติดต่อกันเป็นท่อส่งน้ำที่ไม่รั่วซึม ผิวท่อภายในราบเรียบและอยู่ในแนวเดียวกัน

ในการวางและต่อท่อ จะต้องดำเนินการอย่างถูกต้องตามวิธีการ ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ

หลุมที่วางท่อจะต้องขุดให้ได้ความลึกและความกว้างตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพึงกำหนด ในจุดที่กำหนดให้วางท่อลงกับพื้นหลุมโดยตรงจะต้องขุดหลุมให้ตรงและมีระดับเสมอกันเพื่อช่วยประคองท่อให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยดีตลอดเส้นและจะต้องไม่ให้มีรากไม้ ก้อนหิน และวัตถุที่มีความแข็งอย่างอื่นซึ่งอาจทำให้ท่อเสียหาย ดินที่ขุดออกจะต้องกองไว้ตามแนวหลุม โดยมีให้กีดขวางงานอื่นและต้องมีให้กลับตกลงไปในหลุมที่ขุดด้วย สำหรับในจุดที่จะต้องทำการต่อท่อเข้าด้วยกันจะต้องขุดหลุมให้กว้างกว่าเดิม และ/หรือลึกกว่าเดิม เพื่อการต่อท่อโดยให้มีขนาดตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังอย่างเต็มที่ในอันที่จะป้องกันมิให้เกิดพังเป็นโพรงขึ้นในหลุม หรือการยุบตัวของพื้นดิน หรือท่อตรงที่ต่อกัน สำหรับหลุมตอนที่เกิดเป็นโพรงหรือเกิดการยุบตัวขึ้นนั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำด้านข้างของหลุมให้เอียงลาดแล้วติดตั้งที่ค้ำยันหรือที่เหนี่ยว เป็นต้น และจะต้องจัดแจงดำเนินการอย่างอื่นตามความจำเป็นของสภาพแวดล้อมนั้นๆ

ถ้ากำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดว่าจะต้องกรุทราย หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วลงในก้นหลุมที่ขุดไว้ในที่ซึ่งกำหนดให้กรุก้นหลุมเช่นที่กล่าวจะต้องขุดก้นหลุมให้มีความลึกเพียงพอที่จะสามารถกรุก้นหลุมซึ่งอยู่ใต้ท่อด้านล่างให้ได้ความหนาตรงตามที่กำหนดและจะต้องกลบทับด้วยชั้นของทรายสะอาด หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วตามที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และบดอัดให้แน่น ผิวหน้าของก้นหลุมจะต้องตกแต่งให้ได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในตอนต้น ทั้งนี้เพื่อให้เรียบเสมอกันและมั่นคงแข็งแรงรองรับท่อที่จะนำมาวาง

9.3 การวางและการต่อท่อ

เมื่อนำท่อแต่ละท่อมาวางลงในหลุมจะต้องจัดวางให้เข้าที่ตรงตามแนวท่อที่อยู่ติดกันและต้องให้รอยต่อตรงศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อลดการเสื่อมกันอันอาจเกิดขึ้นที่ด้านในของท่อตรงรอยต่อปลายท่อส่วนที่นำมาต่อกันจะต้องทำ ความสะอาดทั้งด้านนอกและด้านในของท่อ

เมื่อวางท่อเรียบร้อยแล้วถ้าตรงรอยต่อยังมีช่องโหว่อยู่จะต้องอัดปูนฉาบลงไปให้เต็มและจะต้องฉาบปูนรอบนอกตรงรอยต่อจะต้องจัดการกวาดเศษปูนฉาบออกและตกแต่งให้เรียบร้อย ในการวางท่อและต่อท่อทุกครั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันมิให้น้ำรั่วซึมตรงรอยต่อ ถ้าหากจำเป็นต้องแก้ไข เปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อภายหลังที่วางท่อเรียบร้อยแล้วจะต้องรื้อและต่อท่อใหม่ เมื่อการวางและต่อท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำความสะอาดด้านในของท่อและเศษวัสดุออกไปทิ้ง

ปูนฉาบที่ใช้ในการต่อท่อจะต้องไม่ให้มีส่วนผสมของปูนมากกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสะอาดที่ร่อนดีแล้วหนึ่งส่วนโดยน้ำหนักและต้องไม่ใส่ปูนน้อยกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสองส่วนโดยน้ำหนักและน้ำจำนวนหนึ่งเพียงพอให้ปูนผสมมีความชื้นพอเหมาะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อตามที่กำหนดได้

ปูนฉาบส่วนที่ยังไม่นำไปใช้และแข็งตัวจนทำให้ไม่แน่ใจว่าจะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อให้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ไม่ให้นำไปทำให้อ่อนตัวลงอีกจะต้องทิ้งไปและในการเตรียมปูนฉาบจะต้องผสมที่ละน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแข็งตัวก่อนนำไปใช้ ส่วนปูนฉาบสำหรับอุดรูโหว่จะต้องให้มีความชื้นพอที่จะสามารถเกาะติดอยู่ที่ส่วนปลายของท่อได้

ในการต่อท่อคอนกรีตเข้ากับตัวอาคารจะต้องทำโดยการวางท่อคอนกรีตลงในที่ก่อนลงมือเทคอนกรีตหรือโดยใช้วิธีอื่นๆ ตามที่แสดงเป็นรายละเอียดไว้ในแบบ

9.4 การถมอัด

ในการถมอัดรอบๆ ท่อจะต้องทำการถมอย่างระมัดระวังและจะต้องถมพร้อมกันทั้งสองข้างท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ท่อเลื่อนไหลไปทางข้าง ๆ และข้อต่อชำรุดเสียหาย

ขณะที่วางท่อแต่ละท่อลงไปจะต้องใส่วัสดุสำหรับถมอัดตามที่เลือกไว้ลงไปให้มีจำนวนเพียงพออย่างระมัดระวังและกระทุ้งส่วนล่างของตัวท่อแต่ละข้างให้ตลอดแนวยาวของท่อ เว้นแต่ตรงข้อต่อ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประคองให้ท่อวางอยู่ในที่ได้อย่างมั่นคง

การถมอัดจะต้องถมขึ้นมาสูงกว่าหลังท่อประมาณ 30 ซม. เป็นอย่างน้อย ในทันทีที่ได้ส่วนการถมอัดให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วอาจจะทำตามความสะดวกของผู้รับจ้างโดยมีข้อแม้ว่าการอัดถมเช่นที่วานั้น จะต้องไม่ขัดต่อการก่อสร้างตามลำดับที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติไว้แล้วไม่ว่าการถมอัดนั้นจะทำเมื่อใดจะต้องให้ความระมัดระวังระหว่างที่ดำเนินการถมดิน โดยจะต้องไม่กระแทกสั่น รบกวน หรือทำให้ท่อหรือข้อต่อเสียหาย นอกจากนี้การถมอัดจะต้องกระทำตามที่ระบุไว้ในหมวดที่ 5 งานดินด้วย

9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ

การเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือเทโดยรอบท่อ จะต้องกระทำโดยวิธีการดังต่อไปนี้

- (1) วางแท่นคอนกรีตที่หล่อสำเร็จแล้วลงกันหลุมและตรึงให้แน่นในระดับและตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อใช้หนุนหัวและท้ายท่อ
- (2) วางท่อคอนกรีตลงบนแท่นคอนกรีตดังกล่าว และสวมปากท่อเข้าด้วยกัน
- (3) ปรับความลาดของท่อโดยใช้ลิ้มไม้ตอกข้างท่อข้างละอันระหว่างท่อกับแท่นคอนกรีต โดยลิ้มไม้เหล่านี้จะต้องทิ้งคาไว้ในระหว่างการต่อท่อและถอดออกในช่วงการเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือรอบท่อ

ในกรณีที่ท่ออาจลอยขึ้นในระหว่างการเทคอนกรีตนั้นจะต้องตรึงท่อให้แน่นเพื่อป้องกันการลอยของท่อดังกล่าว

ท่อที่ถูกเทคอนกรีตโดยรอบนั้นตรงรอยต่อของท่อด้านในจะต้องใช้ปูนฉาบอัดแต่งให้เรียบเสมอกับผิวท่อ

9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้วัดงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาสั่งการในสนาม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยความยาวเป็นเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ งานวางท่อและประกอบท่อ งานถมดินกลับหลังท่อ

(2) งานคอนกรีตรองพื้นท่อ ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาสั่งการในสนาม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยปริมาตรเป็นลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว

หมวดที่ 10

งานหลักและอุปกรณ์ชลศาสตร์

หมวดที่ 10 งานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์

10.1 ทัวไป

งานเหล็ก หมายถึง การจัดหา ประกอบ และติดตั้งงานบันไดลิง งานฝาดะแกรงเหล็ก งานตะแกรงกันสวะ งานราวกันตก และงานเหล็กอื่นๆ ส่วนงานอุปกรณ์ชลศาสตร์ประกอบด้วยงานบานระบายพร้อมเครื่องยกบานและอุปกรณ์ไฟฟ้า ประตูน้ำ 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
- (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 ประเภทที่ 2 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดแล้วถูหรือตะไบรอยเชื่อมให้เรียบและทาสีกันสนิม ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด

ถ้าใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 277 ประเภทที่ 2 อนุโลมให้ใช้ได้ แต่การประกอบเป็นเสา ราว หรือท่อระบายอากาศ ห้ามใช้วิธีเชื่อมให้ใช้ข้อต่อเท่านั้นและไม่ต้องทาสี การเลือกใช้ท่อเหล็กประเภทใดต้องได้รับความเห็นชอบ จากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน

10.4 งานเหล็ก

10.4.1 การเตรียมงานเบื้องต้น

วัสดุที่ใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เรียบร้อย ไม่คดโค้งงอ หรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความประณีตละเอียด ถูกต้องตามแบบ การตัดมุมจะต้องเป็นมุมฉาก โดยแท้จริง ระยะเวลาต่างๆ ในการตัด หรือเจาะจะต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในข้อจำกัด (TOLERANCE) เป็นที่ยอมรับ ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือการเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง BOLT ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าอย่างเดียวและมีความละเอียดถูกต้อง เพื่อสามารถใส่ BOLT ได้โดยสะดวก

10.4.2 การเชื่อม (WELD CONNECTION)

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

10.4.3 การยึดด้วยน็อต (BOLT & NUT)

การเจาะรูสำหรับใส่ น็อต จะต้องทำด้วยความประณีต มีขนาดถูกต้องตามแบบ และทาสีกันสนิม น็อตที่ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยม พร้อมแหวนรองก่อนสวมใส่ตัวน็อต จะต้องจัดให้รูอยู่ตรงกันดีเสียก่อน เพื่อให้สามารถสอดใส่ตัวน็อตได้โดยสะดวก และห้ามใช้ค้อนเคาะตัวน็อต

10.4.4 การประกอบในโรงงาน

การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของงานเหล็กที่กระทำในโรงงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐาน โรงงานโดยทั่วไป สำหรับงานชนิดนั้นๆ โดยต้องคำนึงถึงลักษณะ และหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ให้มีความละเอียดถูกต้องเพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานภายหลัง ชิ้นส่วนของงานเหล็กและอุปกรณ์ชลศาสตร์ก่อนจะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน จึงจะนำไปดำเนินการในขั้นต่อไปได้

10.4.5 การติดตั้ง

งานถังเหล็กถดแรงดัน และงานเหล็กชนิดอื่นๆ จะต้องประกอบติดตั้ง ให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การติด การเชื่อม การกลึง และการเจาะรู ฯลฯ ตลอดจนการประกอบงานถังเหล็กถดแรงดัน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์อย่างดีมาดำเนินการให้ได้คุณภาพของงานที่ดีตามความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

การติดตั้งจะต้องทำด้วยความประณีตชิ้นส่วนซึ่งต้องเคลื่อนไหวยจะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวังทำการปรับให้เคลื่อนไหวยได้สะดวก ให้สัมพันธ์กับลักษณะหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้งงานเหล็กให้ถูกต้องตามแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดชิ้นส่วน และให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่เคลื่อนไหวยและทำการทดลองปิด-เปิด ตลอดทำการปรับแต่งให้สามารถ ปิด-เปิด ได้สะดวกและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

10.4.6 งานทาสี

(1) ทั่วไป

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

งานทาสีเหล็กจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ งานเหล็กที่จมน้ำ (ตะแกรงกันสวะ) งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ และงานเหล็กหล่อทั่วไป

สีที่ใช้เหล่านี้นี้จะต้องเป็นสีที่ผลิตโดยมีคุณภาพจากโรงงานในประเทศไทย เช่น ทีโอเอ-ซูโกกู เพ้นท์ จำกัด โจตันไทย จำกัด ไอซีโอ (ประเทศไทย) จำกัด ซินแคลร์เพ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด หรือซิกม่า (ประเทศไทย) จำกัด ภาชนะบรรจุจะต้องปิดผนึกจากโรงงาน โดยมีตราและรายละเอียดจากโรงงานอย่างพร้อมมูล โดยไม่ถูกเปิดมาก่อน ก่อนนำสีแต่ละชนิดมาใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติ ของสีแต่ละชนิดจากโรงงานผู้ผลิตต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติให้ตรงตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดทางด้านเทคนิคหรือแบบก่อสร้าง

(2) การเตรียมผิวโลหะก่อนทาสี

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

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

(3) ชนิดของสีและวัสดุรองพื้น (COATING AND PRIMER)

(ก) งานเหล็กจมน้ำ

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

(ข) งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ

งานเหล็กที่สัมผัสอากาศ จะต้องทาสีรองพื้นจากโรงงาน ด้วยสี ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาไม่น้อยกว่า 0.03 มม. 1 ชั้น ชั้นที่สองทาด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER หนาอย่างน้อย 0.07 มม. ชั้นที่สามและชั้นที่สี่ให้ทาด้วย 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 จะทาด้วยแปรง สำหรับในชั้นต่อไป อาจจะใช้วิธีพ่นหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

การทาสี ควรทำในวันที่มีอากาศแจ่มใสมีแดดดี ไม่มีดคริม หรือฝนตก การทาสีจะต้องทาติดต่อกันโดยตลอดในชั้นหนึ่งๆ ให้เรียบด้วยความหนาที่สม่ำเสมอโดยตลอด และต้องทิ้งสีในชั้นแรกนี้ให้แห้งสนิท จึงจะสามารถทาสีในชั้นต่อไปได้

ก่อนที่จะทาสีในชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมแซมการทาสีในชั้นแรก เช่น รอยเยิ้มของสี การขีดข่วน ตลอดจนทำความสะอาดฝุ่นละออง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในภายหลังการทาสีครั้งแรกให้เรียบรอยเสียก่อน

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) ของประตูน้ำให้เป็นไปตามข้อกำหนด

(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) เหล็กกล้าอัดขึ้นรูป สำหรับกระบอกสูบเครื่องยกบาน และใช้งานทั่วไป	- ASTM A235
(6) เหล็กกล้าอัดขึ้นรูป 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) สลักเกลียวรับแรงดึงสูงพร้อมน็อต และแหวนรอง	- 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

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

ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช้ทำบานประตู จะต้องไม่น้อยกว่า 9 มม. รวมทั้งความหนาเพื่อการกัดกร่อน นอกจากระบุว่าเป็นอย่างอื่น

ความหนาน้อยที่สุดของแผ่นเหล็กเหนียวที่ใช้ทำท่อเหล็ก จะต้องไม่น้อยกว่า 10 มม. รวมทั้งความหนาเพื่อการกัดกร่อน

10.6 ฝีมือการผลิต (Workmanship)

10.6.1 ทั่วไป

ฝีมือในการผลิตจะต้องได้คุณภาพชั้นหนึ่งเป็นไปตามข้อปฏิบัติในโรงงาน ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกันจะต้องสามารถเปลี่ยนใช้แทนกันได้ ผู้รับจ้างจะต้องดูแลเป็นพิเศษในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ โดยไม่เป็นผลเสียต่อความแข็งแรง และการประกอบแน่นน้ำไม่รั่วของประตูทางน้ำ และฝาครอบบาน (Bonnet)

10.6.2 การเชื่อมไฟฟ้า

ชิ้นส่วนต่างๆ ที่จะเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องตัดให้ได้ขนาดเที่ยงตรง การลบ มุมที่ขอบ การตัดด้วยเปลวก๊าซ และการกลึงให้เหมาะสมถูกต้องกับลักษณะการเชื่อม เพื่อให้โลหะประสานได้สนิท ที่ผิวของโลหะและขอบที่จะเชื่อมประสานจะต้องปราศจากสนิม 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 และการเชื่อมกระบอกในแนวยาวจะต้องทำการฉายรังสีตลอดแนว โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง รอยเชื่อมต่อทั้งหมดที่จะต้องจมอยู่ในน้ำ จะต้องสามารถป้องกันการกัดกร่อนตลอดเวลา

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 โดยมีตำแหน่งที่แน่นอนไม่มีการบิดแนวหรือรูลาดเอียง จะต้องไม่มีรอยร้าวหรือรอยบิดเกลียว เส้นผ่าศูนย์กลางของรูเจาะสำหรับสลักเกลียว จะต้องเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุของสลักเกลียวบวกกับ 1.5 มม. และสำหรับสลักเกลียวรับแรงดึงสูง ที่มีขนาดมากกว่า 20 มม. ขนาดของรูเจาะจะเท่ากับขนาดของสลักเกลียวบวกกับ 2.5 มม.

ผู้รับจ้างอาจใช้สลักเกลียวในการยึดตัวโครงสร้างกับอุปกรณ์ประกอบ ยกเว้นแผ่นเหล็กตัวบาน (Skin Plate) อย่างไรก็ตาม สลักเกลียวรับแรงดึงสูงจะต้องใช้ในการยึดระหว่างรอยต่อกับตัวโครงสร้าง เพื่อส่งผ่านแรงเค้น

Torque Wrenches จะใช้ในการขันสลักเกลียวรับแรงดึงสูง

10.6.6 การทาสีเคลือบผิว

ก่อนที่จะทำการทาสี ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแผนการทาสีอันประกอบไปด้วยสี คุณภาพของสี เวลา และวิธีการทาสีให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนที่จะทำงาน

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

ส่วนที่ห่างจากรอยเชื่อม 15 ซม. ที่ทิ้งไว้รอการเชื่อมในสนาม จะต้องทำการทาสี หลังจากที่มีการเชื่อมในสนามเสร็จแล้ว

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 บานระบายและเครื่องกว้าน

10.7.1 ขอบเขตงาน

ประกอบด้วยการจัดหาวัสดุ การจัดทำ การประกอบ การเคลือบสี การขนส่ง การติดตั้งและทดสอบ การใช้ งานบานระบาย เครื่องกว้าน และอุปกรณ์เปิด-ปิด ตลอดจนส่วนประกอบต่างๆ ของบานระบายและเครื่องกว้าน ของโครงการ ซึ่งเป็นบานระบายตรงขนาด 6.50×3.70 ม. จำนวน 2 ช่องบาน พร้อมเครื่องกว้านชนิดเชือกลวด ขนาด 20 ตัน และอุปกรณ์ประกอบ

10.7.2 วัสดุ

วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบตัวบาน เครื่องกว้าน และอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดบานระบายจะต้องมี คุณภาพสูง มีคุณสมบัติและมาตรฐานเทียบเท่าหรือสูงกว่าวัสดุตามรายการที่กำหนด ดังนี้

(1) แผ่นเหล็ก แผ่นเหล็กหน้าบาน แผ่นเหล็กที่ใช้ทำตัวบาน และโครงสร้างบาน ให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน JIS G 4304 SUS 304 หรือเทียบเท่า

(2) เหล็กนำร่องและขายึดเหล็กร่องบานให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน JIS G 4304 SUS 304 หรือเทียบเท่า

(3) แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม (STAINLESS STEEL) ให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน JIS G 4304 SUS 304

(4) เหล็กธรมีและเหล็กร่องบานให้ใช้ตามมาตรฐาน JIS G 4304 SUS 304 หรือเทียบเท่า

(5) แผ่นเหล็กที่ฝังในคอนกรีตให้ใช้ตามมาตรฐาน ASTM A131 GRADE EH36 หรือเทียบเท่า

(6) สลักเกลียวเหล็กกล้าไร้สนิม แป้นเกลียว แหวนรองแบบเรียบ และแหวนรองแบบสปริง ที่ไม่ได้ฝังใน คอนกรีต ให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน JIS G 4304 SUS 304 หรือเทียบเท่า กรณีส่วนงานที่ฝังในคอนกรีตสลักเกลียว ให้ใช้ตามมาตรฐาน มอก.171-2530 ชั้นคุณสมบัติ 8.8 แป้นเกลียวให้ใช้ตามมาตรฐาน มอก.672-2530 ประเภท 1 ชั้นผลิตภัณฑ์ A หรือ B แบบ 1 ชั้นสมบัติ 8.8 แหวนรองแบบเรียบให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.258-2521 และ แหวนรองแบบสปริงให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.259-2521 สลักเกลียว แป้นรองเกลียวและแหวนรองให้ชุบ สังกะสีจุ่มร้อน (HOT DIP GALVANIZED) หนาไม่น้อยกว่า 305 กรัมต่อตารางเมตร ตามมาตรฐาน ASTM A153 ยกเว้นสลักเกลียว แป้นเกลียวและแหวนรองที่ฝังในคอนกรีต

(7) ล้อให้ใช้เหล็กหล่อสีเทาตามมาตรฐาน มอก.536-2527 ชั้นคุณภาพ GCI-200 สลักล้อให้ใช้เหล็กกล้าตาม มาตรฐาน JIS G 4051 545C ผิวนอกของสลักล้อเป็น STAINLESS-CLAD หนาไม่น้อยกว่า 3 มม. หลังแต่งผิวแล้วตาม มาตรฐาน JIS G3601

(8) เชือกลวดให้ใช้ตามมาตรฐาน JIS G 3525(1989) ชนิด IWRC 6 x WS (26) GRADE A (NAKED AND GALVANIZED) ORDINARY LAY, NOMINAL DIAMETER 25 มม. BREAKING STRENGTH ไม่น้อยกว่า 39.60 ตัน หรือมาตรฐานอื่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันและมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า

- OPEN SPelter SOCKET ที่ปลายเชือกลวดด้านบานระบายต่อกับเกลียวเร่งลวด (TURNBUCKLE) ให้ใช้ตามมาตรฐาน US FEDERAL SPECIFICATION RR-S-550 D-TYPE A

- เกลียวเร่งลวด (TURNBUCKLE) ให้ใช้ชนิด JAW & EYE ตามมาตรฐาน JIS G 4051 545C

(9) วัสดุสำหรับ BEARING และ BUSHING ของบานระบายให้ใช้ SELF-LUBRICATING BEARING ทำจาก ทองเหลือง สำหรับ BEARING และ BUSHING ในเครื่องกว้าน ให้ใช้ PHOSPHOR BRONZE มาตรฐาน SAE NO 65 ตลับลูกปืนลดความฝืดใช้ตามมาตรฐาน 150 104-1979

(10) ยางกันน้ำรั้วให้ใช้มาตรฐานชนิด J-BULB ขนาด 4" และยางมาตรฐานขนาด 102 มม.หนา 14 มม.ผลิตจากยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์หรือทั้งสองอย่างผสมกัน

(11) เหล็กหล่อที่ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องก้วนต้องมีเนื้อแน่นมีรูปร่างและขนาดถูกต้องตามแบบและปราศจากรอยตำหนิ รอยร้าว รุพุนซึ่งมองเห็นด้วยตา ชิ้นงานต้องตกแต่งด้วยเครื่องจักรที่เหมาะสมให้ได้รูปร่างตามแบบมีความประณีตเรียบร้อย ผิวงานที่ประกอบหรือสัมผัสกับชิ้นงานต้องกลึงหรือไสให้เรียบได้ขนาดตามที่กำหนดในแบบ

- เหล็กหล่อสีเทาต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน มอก.536-2527 ชั้นคุณภาพ GCI 300
- เหล็กเหนียวหล่อ (CAST STEEL) ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.831-2531 ชั้นคุณภาพ SC46

(12) เหล็กเพลและเฟืองตัวเล็ก(PINION)ให้ใช้ตามมาตรฐาน JIS G 4051 545C เฟืองทุกตัวตัวกัดด้วยเครื่องจักร (MACHINE CUT BY GENERATING PROCESS) โดยมีค่าพิถีต่าง ๆ ตามมาตรฐาน AGMA

(13) ลวดเชื่อมให้ใช้ตามมาตรฐาน AWS A5.1 CLASS E7016 และ AWS A5.4 CLASS E306 หรือ E309L หรือเทียบเท่า การเชื่อมจะต้องเป็นแบบ COMPLETE PENETRATION ตามความเหมาะสมของงาน ให้ทำการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (ARC WELDING) วิธีการเชื่อมและผลงานเชื่อมต้องเหมาะสมและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน AWS D1.1 และ AWS D1.2 แผ่นเหล็กที่จะต่อโดยการเชื่อมจะต้องตัดให้ได้ขนาดที่ถูกต้องก่อนเชื่อมผิวเหล็ก บริเวณที่จะเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสนิมน้ำมันและสิ่งสกปรก เป็นผลให้รอยเชื่อมเชื่อมสูญเสียความแข็งแรง ชิ้นงานที่ประกอบขึ้นด้วยการเชื่อมจะต้องลดความเค้น (STRESS RELIEVED) ด้วยวิธี HEAT TREATMENT ก่อนทำการตกแต่งให้ได้ขนาด

(14) ในกรณีเป็นงานจ้างเหมาก่อสร้างบานระบายและเครื่องก้วน ผู้รับจ้างจะต้องนำวัสดุที่ใช้ไปทดสอบหาคุณสมบัติที่สถาบันที่เป็นที่ยอมรับของทางราชการ และนำผลการทดสอบที่ได้ ยื่นส่งต่อนายช่างผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องตามรายละเอียดของแบบก่อนที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบ สำหรับในกรณีที่ไม่งานจ้างเหมาให้ยึดถือปฏิบัติเช่นเดียวกัน

10.7.3 อุปกรณ์ไฟฟ้า

(1) เครื่องก้วนชนิดเชือกลวด ขนาด 20 ตัน มอเตอร์ไฟฟ้าต้องเป็นเกียร์มอเตอร์ที่มีกำลังไม่น้อยกว่า 5.5 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 380V, 50Hz, 3-PHASE พร้อมเบรกติดตั้งบนมอเตอร์ชนิด A.C. SOLENOID RELEASED TYPE รับแรงบิดได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 150 ของมอเตอร์ เบรกต้องทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อมอเตอร์หยุดทำงาน มอเตอร์และเบรกต้องเป็นชนิด WATER PROOF และมีคุณลักษณะตามมาตรฐาน NEMA NO.MG-1 "MOTORS AND GENERATORS"

(2) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V, 50 Hz, SINGLE PHASE

- MOTOR STARTER ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน NEMA PUBLICATION NO.ICS "INDUSTRIAL CONTROL AND SYSTEM" ประกอบด้วย CIRCUIT BREAKER, MAGNETIC CONTACTOR, 3-POLE THERMAL OVERLOAD CONTROL, CONTROL TRANSFORMER และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ทุกตัวต้องมี VOLTMETER เลือกอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าแต่ละ PHASE มี AMMETER อ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้ค่าสูงสุดของมอเตอร์ พร้อมสวิตช์ตัดกระแสไฟเมื่อเปิด-ปิด บานระบายด้วยมือหมุน

- LIMIT SWITCH ชนิด ROTARY TYPE บรรจุอยู่ในกล่องป้องกันอุปกรณ์ภายในจากน้ำ ความชื้น และฝุ่นละออง สามารถปรับตั้งได้โดยสะดวกในขณะที่บานระบายอยู่ในตำแหน่งสูงสุดและต่ำสุด จำนวนรอบสำหรับการปรับตั้งสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 40 รอบ ต้องจัดให้มี LIMIT SWITCH ฉุกเฉินอีก 1 ชุด ให้ทำงานเมื่อชุดแรกไม่ทำงาน

- สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ชนิด THREE-WAY PUSH BUTTON มีปุ่มควบคุมการเปิด ปิด 3 ปุ่ม มีอักษร "FORWARD" หรือ "UP", "STOP" หรือ "OFF" และ "REVERSE" หรือ "DOWN" กำกับตามลำดับพร้อมไฟสัญญาณเมื่อมอเตอร์พร้อมทำงาน เมื่อบานระบายเคลื่อนขึ้นและลง และเมื่อบานระบายถึงจุดสูงสุด

(3) แผงและตู้ควบคุม ต้องจัดทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ตั้งบนขาตั้งที่มั่นคงและแข็งแรง พร้อมแป้นยึดติดกับพื้นคอนกรีตตู้ควบคุมต้องมีฝาปิดติดอย่างแน่นพร้อมกุญแจ บรรจุแผงควบคุมอยู่ในตู้ ตู้ควบคุมต้องแข็งแรง และสามารถป้องกันน้ำฝน ความชื้นและฝุ่นละอองได้ดี แผงควบคุมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ได้แก่สวิตช์ MOTOR STARTER, AMMETER, VOLTMETER, ฟิวส์ หลอดไฟสัญญาณและเต้ารับขนาด 220V, 15AMP เดินสายไฟฟ้าซ่อนไว้หลังแผงควบคุม สามารถถอดซ่อมได้โดยสะดวก ตู้ควบคุมให้ติดตั้งบนพื้นโครงยกในตำแหน่งที่เหมาะสมสะดวกในการปฏิบัติงานใกล้กับ DRIVE UNIT

(4) การเดินสายไฟฟ้า ผู้รับจ้างต้องเดินสายไฟฟ้าจากจุดจ่ายไฟซึ่งผู้ว่าจ้างจัดเตรียมไว้ในระยะห่างจากจุดติดตั้งอุปกรณ์ไม่เกิน 100 เมตร สายไฟฟ้าใช้กับตู้และแผงควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ เป็นชนิดลวดทองแดงมีฉนวนเป็น PVC และหุ้มด้วย PVC ตามมาตรฐาน มอก.11-2531 รับแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600V การต่อสายไฟฟ้าให้ต่อได้เฉพาะจุดที่แยกสายเท่านั้นสายไฟฟ้าภายนอกระหว่างอุปกรณ์หรือจุดแยกสายต้องเป็นชนิดลวดทองแดงหลายเส้น (MULTI-CORE COPPER) มีฉนวนเป็น PVC ตามมาตรฐาน มอก.11-2531 รับแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600V สายไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับตู้และแผงควบคุม ให้เดินในท่อเหล็กอาบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก.770-2531 ประเภทที่ 2 และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 15 มม. ขนาดของลวดทองแดงต้องรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของอุปกรณ์ต่างๆ ได้โดยปลอดภัย ให้แสดงวงจรการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมคำแนะนำการใช้งานบนด้านในของฝาตู้ควบคุมให้เห็นได้ชัดเจนและถาวรและในเอกสารเมื่อส่งมอบงาน

10.7.4 การป้องกันสนิมและการเคลือบสี

ก่อนเคลือบสีตัวบานระบายและเครื่องกว้านให้เตรียมผิวเหล็กโดยทำความสะอาดน้ำมัน จารบี และสิ่งสกปรกต่างๆ บนผิวเหล็ก เช่น เศษวัสดุจากการเชื่อมสนิม ฯลฯ โดยล้างด้วยน้ำยาขจัดน้ำมันและฟันทรงจนสะอาดระดับ "NEAR WHITE" ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10 บริเวณซอกและมุมต่างๆ ต้องทำความสะอาดเป็นพิเศษ การเคลือบสีโดยการพ่นหรือการทา จะต้องมีการเตรียมและสม่ำเสมอ ผิวโลหะที่จะเคลือบสีต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ความชื้นขณะเคลือบสีต้องไม่เกินร้อยละ 90 และไม่เคลือบสีเมื่อคาดการณ์ว่าฝนจะตกก่อนสีเคลือบจะแห้ง ผิวของโลหะที่จะเคลือบสีจะต้องปราศจากความชื้นขณะเคลือบสี และให้ทำการเคลือบสีชั้นแรกทันทีเมื่อเตรียมผิวเสร็จ ผิวโลหะที่ไม่ต้องทำการเคลือบสีได้แก่ทองแดง ฟันเฟือง ผิวโลหะที่ผ่านการเคลือบชุบผิวแล้วผิวโลหะส่วนที่สัมผัสกับล้อหรือส่วนเคลื่อนไหวยาวระหว่างผิวโลหะ ผิวโลหะส่วนที่จะฝังจมในคอนกรีต

(1) งานบานระบายและส่วนประกอบที่จมน้ำ

1) การเตรียมพื้นผิว ให้เตรียมผิวเหล็กโดยทำ BLAST CLEAN จนสะอาดระดับ "NEAR WHITE" ตามมาตรฐาน SSPC-SP-10 หรือระดับความหยาบของผิว Ra 12.5 ทำความสะอาดผิวอีกครั้งด้วยน้ำยาขจัดคราบไขมันและขจัดสิ่งสกปรกต่างๆ บนผิวเหล็กออกให้หมด บริเวณซอกและมุมต่างๆ ต้องทำความสะอาดพิเศษแล้วทิ้งให้แห้ง

2) การป้องกันสนิมสำหรับงานทั่วไป

- สีรองพื้นใช้สังกะสีเหลว (INORGANIC ZINC) ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 75 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น

- สีทับหน้าใช้ MASTIC EPOXY (COLOR) ชนิดมีเนื้อสีสูงและใช้งานได้น้ำได้ ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น

- ความหนารวมกันทั้งหมดของฟิล์มสีแห้งไม่น้อยกว่า 275 ไมครอน สำหรับงานทั่วไป

3) การป้องกันสนิมสำหรับงานที่มีสภาพการกัดกร่อนรุนแรง น้ำเสีย น้ำเค็ม

- สีรองพื้นสังกะสีเหลว (INORGANIC ZINC) ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 75 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น
 - สีชั้นกลางชนิดมีเนื้อสีสูงและแห้งเร็ว ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 125 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น
 - สีทับหน้าใช้ MASTIC EPOXY (COLOR) ชนิดมีเนื้อสีสูงและใช้งานใต้น้ำได้ ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น
 - ความหนารวมกันทั้งหมดของฟิล์มสีแห้งไม่น้อยกว่า 400 ไมครอน สำหรับงานที่มีสภาพกัดกร่อนรุนแรง น้ำเสียและน้ำเค็ม
- 4) คุณสมบัติของสังกะสีเหลว (INORGANIC ZINC)
- บนฟิล์มแห้งของสังกะสีเหลวจะต้องมีเนื้อสังกะสีไม่น้อยกว่า 95% เพื่อให้ป้องกันการเกิดสนิมเหล็กแบบแคโทดิกได้ดี
 - ธาตุสังกะสีที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ต้องมีความบริสุทธิ์มากกว่า 99%
 - สามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง pH3-11 ได้ดี
 - สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่าง -30 ถึง 130 องศาเซลเซียส ได้
 - ไม่มีส่วนประกอบของสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม โดยมีมาตรฐานจากองค์กรที่เป็นที่ยอมรับทั่วไปรับรอง

(2) งานเครื่องก้วานและส่วนประกอบ

- 1) การเตรียมพื้นผิวให้เตรียมผิวเหล็กโดยทำ BLAST CLEAN จนสะอาดระดับ "NEAR WHITE" ตามมาตรฐาน SSPC-SC-10 หรือระดับความหยาบของผิว Ra 12.5 ทำความสะอาดผิวอีกครั้งด้วยน้ำยาขจัดคราบไขมันและขจัดสิ่งสกปรกต่างๆ บนผิวเหล็กออกให้หมด บริเวณซอกและมุมต่างๆ ต้องทำความสะอาดสะอาดพิเศษแล้วทั้งให้แห้ง
 - 2) การทำรองพื้น (PRIMER) เพื่อป้องกันสนิม
 - สีรองพื้นสังกะสีเหลว (INORGANIC ZINC) ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 75 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น
 - สีชั้นกลางชนิดมีเนื้อสีสูงและแห้งเร็ว ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 75 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น
 - 3) สีทับหน้าใช้สีเคลือบเงาโพลียูรีเทน (POLY URETHANE) ทาหรือพ่นให้ได้ความหนาไม่น้อยกว่า 50 ไมครอน จำนวน 1 ชั้น
 - 4) ความหนารวมกันทั้งหมดของฟิล์มสีแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน
- การเคลือบสีให้ดำเนินการตามมาตรฐาน (CODE OF PRACTICE) ที่ผู้ผลิตสีแนะนำ ผิวโลหะที่ไม่ต้องทำการเคลือบสี ได้แก่ เหล็กสแตนเลส ฟันเฟือง ผิวโลหะที่ผ่านการชุบผิวแล้ว และผิวของโลหะส่วนที่จะฝังจมในคอนกรีต

(3) การรับประกันผลงานหลังจากการป้องกันสนิมและเคลือบสี ผู้รับจ้างต้องรับประกันผลงานการเคลือบสีทั้งบานระบายและเครื่องก้วาน โดยจะต้องอยู่ในสภาพดีไม่มีความเสียหายใดๆ ในงานการเคลือบสีโดยไม่มีค่าใช้จ่ายเป็นระยะเวลา 3 ปี

10.7.5 การประกอบและการทดสอบ

(1) บานระบายอย่างกันน้ำรั่วและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ จะต้องประกอบจากโรงงานโดยมีการตรวจสอบขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเป็นระยะระหว่างการประกอบบานระบายแนวต่างๆ ต้องเป็นเส้นตรง แนวทางตั้งและแนวทางราบต้องได้ฉาก ความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดจากแนวจะต้องได้รับการแก้ไขทันทีที่ได้ตรวจสอบพบอย่างกันน้ำรั่วให้ติดตั้งจากโรงงานโดยประกอบให้ถูกต้องตามตำแหน่งก่อนติดตั้งบานระบายเข้ากับตัวอาคารแนวหลักร่องบานและแผ่นเหล็กสัมผัสกับอย่างกันน้ำรั่วต้องตรวจสอบโดยใช้ STRAIGHT EDGE และ FEELER GAUGE

(2) เครื่องก๊ว่นจะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานพร้อมทั้งทดสอบการทำงานให้ถูกต้องไม่ติดขัด ให้ทดสอบทุกส่วนตามสภาพนำหนักบรรทุกและความเร็วใช้งาน ตลอดจนตรวจสอบระยะความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้โดยละเอียดในการประกอบให้ใช้สารหล่อลื่นที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามลักษณะและสภาพการใช้งาน

10.7.6 การติดตั้ง

(1) เหล็กร่องบานและเหล็กธรณีจะต้องติดตั้งในช่องคอนกรีตที่เตรียมไว้ (BLOCKOUT) ตามที่แสดงไว้ในแบบอาคาร โดยปรับแต่งให้แนวตั้งและแนวระดับถูกต้อง มีความคลาดเคลื่อนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อตรวจสอบได้ตำแหน่งถูกต้องแล้วให้กวดยึดให้แน่นกับที่ไม่เคลื่อนตัว ในขณะที่เทคอนกรีตให้เพิ่มส่วนช่วยยึดได้ถ้าจำเป็น การปรับตั้งล้อ เหล็กธรณี เหล็กร่องบานระบาย และติดตั้งอย่างกันน้ำรั่วให้ดำเนินการด้วยความประณีตให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินตามเกณฑ์ที่กำหนด ตลอดจนความยาวระหว่างเทคอนกรีตต้องตรวจสอบความคลาดเคลื่อนไปด้วย เนื้อคอนกรีตต้องแน่นและเต็มช่องที่เว้นไว้กับแผ่นเหล็กปราศจากรูโพรง ส่วนผสมคอนกรีตต้องถูกต้องตามที่กำหนดในรายละเอียดงานคอนกรีต

(2) บานระบายพร้อมอย่างกันน้ำรั่วจะต้องติดตั้งตามรายละเอียดที่แสดงในแบบ และตามวิธีที่ผู้ว่าจ้างกำหนด แนวขอบล่างของบานระบายจะต้องเป็นแนวตรง อย่างกันน้ำรั่วได้บานระบายจะต้องยึดแน่นตามตำแหน่งที่กำหนด มีแนวตรงตลอดความยาวขนาและกอดกับแผ่นแผ่นเหล็กธรณีอย่างสม่ำเสมอ ขอบบานระบายด้านข้างเป็นแนวตรงอยู่ในแนวตั้งและตั้งฉากกับขอบล่างของบานระบาย อย่างกันน้ำรั่วด้านข้างติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดในแบบ ขอบทางด้านที่สัมผัสเหล็กร่องบานระบายมีแนวตรงและกอดติดกับเหล็กร่องบานระบายสม่ำเสมอตลอดแนว มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด

(3) เครื่องก๊ว่นที่ประกอบสำเร็จพร้อมอุปกรณ์จะต้องติดตั้งและปรับให้ลูกม้วนลวดอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามแบบ ก่อนทำการติดตั้งเชือกลวดให้ทดสอบการทำงานของเครื่องก๊ว่นให้ทำงานถูกต้อง แล้วจึงจะติดตั้งเชือกลวดเข้ากับลูกม้วนลวดและบานระบาย ต่อจากนั้นจึงทำการทดสอบการทำงานของเครื่องก๊ว่นยกบานระบายพร้อมอุปกรณ์ โดยปรับตั้งให้ทำงานให้ถูกต้องแม่นยำ ข้อบกพร่องต่างๆ จะต้องได้รับการแก้ไขและทำการทดสอบซ้ำจนทำงานได้ถูกต้องก่อนส่งมอบงาน

10.7.7 การทำเครื่องหมาย

บนชิ้นส่วนทุกชิ้นของบานระบายและเครื่องก๊ว่นที่สามารถถอดประกอบได้ต้องมีอักษร "เป็นสมบัติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน" ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กหล่อให้หล่อตัวนูน ชิ้นส่วนที่ทำเป็นตัวนูนไม่ได้ให้ตีเป็นตัวอักษรลงในเนื้อโลหะ ตัวอักษรต้องมีขนาดเหมาะสมกับชิ้นส่วนและอ่านได้ชัดเจน

10.7.8 การฝึกอบรมและหนังสือคู่มือ

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์บานระบายและเครื่องก้ว้น รวมทั้งระบบควบคุมทั้งหมดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบฝึกสอนเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และพนักงานซ่อมบำรุงบานระบายรวมทั้งอุปกรณ์เครื่องกลอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้ฝึกสอนที่เชี่ยวชาญอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ผู้ฝึกสอนด้านวิศวกรรมเครื่องกล 1 คน ระยะเวลาฝึกสอน 2 เดือน
- ผู้ฝึกสอนด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุมงาน 1 คน ระยะเวลาฝึกสอน 2 เดือน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมหนังสือ คู่มือการเดินเครื่องและซ่อมบำรุง จำนวน 20 ชุด เพื่อเป็นตำราฝึกสอน รวมทั้งตำราประกอบอื่นๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจแก่พนักงานกรมชลประทานที่เข้ารับการอบรม

10.8 STOPLOG

10.8.1 ลักษณะทั่วไป

STOPLOG จะทำหน้าที่ปิดกั้นน้ำระหว่างการซ่อมบำรุงเครื่องกั้นน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ ตัว STOPLOG จะต้องเป็นโครงสร้างเหล็กหลายชิ้น (MULTIPLE ELEMENTS) เพื่อให้ง่ายแก่การยกประกอบและยกออก โดยใช้อุปกรณ์ยก (LIFTING DEVICE) โครงสร้างแต่ละชิ้นของ STOPLOG จะต้องเป็นชนิด GIRGER FORM ประกอบด้วย SKIN PLATE, HORIZONTAL BEAMS, VERTICAL FLITCHES และ STIFFENERS

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบรายละเอียดและจัดทำ SHOP DRAWING ของ STOPLOG และอุปกรณ์ยก (LIFTING BEAM) เพื่อขออนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมโครงการก่อนดำเนินการจัดทำและประกอบ STOPLOG

10.8.2 โครงสร้าง STOPLOG

โครงสร้างของ STOPLOG ต้องเป็นชนิดโครงสร้างเหล็กหลายชิ้น (MULTIPLE ELEMENTS) ทำจากเหล็กกล้าเชื่อมประกอบด้วยคานแนวนอน (HORIZONTAL BEAM) และโครงสร้างในแนวตั้ง (VERTICAL FLITCHES) เพื่อรองรับแนวกั้นน้ำ (WATERTIGHT SURFACE)

ตัว STOPLOG จะมียางกันน้ำรั่ว (SYNTHETIC RUBBER SEALS) เพื่อป้องกันน้ำรั่วที่ด้านข้างและระหว่างชิ้นของ STOPLOG ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำยางกันน้ำรั่วให้ง่ายต่อการประกอบ ตัว STOPLOG จะต้องติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม เพื่อรักษาให้ STOPLOG แต่ละชิ้นงานอยู่ในแนวตั้ง หลังจากที่ยกคานยกออก ต้องขนานกันระหว่างด้านหลังและด้านบน รวมทั้งยางกันน้ำต้องปรับได้ แต่ละชิ้นของ STOPLOG จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้คานยกสามารถยกได้แม้อยู่ใต้น้ำ

10.8.3 อุปกรณ์ที่ฝังในคอนกรีต

อุปกรณ์ที่ฝังในคอนกรีตจะต้องติดตั้งตามที่แสดงไว้ในแบบ และให้รับแรงดันน้ำซึ่งถ่ายลงมาจาก GATE STOPPER ชิ้นส่วนที่ต้องฝังในคอนกรีตหรือมีบางส่วนฝังในคอนกรีต จะประกอบด้วย LATERAL GUIDE, SEALING PLATE และ SILL BEAM หรือตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง โครงสร้างส่วนที่ฝังในคอนกรีตและส่วนที่พ้นจากคอนกรีตจะต้องยึดติดกันโดยการเชื่อม (ELECTRIC ARC WELDING) ส่วนที่ฝังใน SECOND STAGE CONCRETE จะต้องถูกเชื่อมยึดอย่างมั่นคงกับ BRACIBG, ROCK BOLTS หรือ RE-BAR ส่วนที่ไม่จมอยู่ในคอนกรีต จะต้องทำด้วยเหล็กกล้าปลอดสนิม (STAINLESS STEEL) เชื่อม (WELD) กับส่วนที่ฝังในคอนกรีตเหล็กกล้าปลอดสนิมนี้จะต้องมีผิวเรียบอย่างสมบูรณ์และปราศจากการบิดเบี้ยว

10.8.4 อุปกรณ์ยก (LIFTING DEVICE)

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ยกเพื่อยก STOPLOG การจับยึดและปล่อย STOPLOG กระทำได้โดยการตั้งตำแหน่งของน้ำหนักถ่วงของเครื่องกลไกที่ใช้จับยึด

เครื่องกลไกที่ใช้จับยึด (LATCHING) จะต้องประกอบด้วย BUSH ที่ทำด้วย PHOSPHOR BRONZE ชนิดหล่อในตัวเอง (ชนิด LUBRITE หรือเทียบเท่า) การใช้ TAG LINES สำหรับการทำงานของเครื่องกลไกไม่ยอมให้กระทำ

ปลายแต่ละข้างของอุปกรณ์ยกจะต้องติดลูกนำสำหรับเลื่อนไปตามรางที่ได้ฝังไว้ในโครงสร้างของคอนกรีต ล้อนำเหล่านี้จะต้องทำด้วยเหล็กหล่อ ประกอบด้วย BUSH ทำจาก PHOSPHOR BRONZE หล่อในตัวเอง (ชนิด LUBRITE หรือเทียบเท่า) ง่ายต่อการถอดประกอบ สลักลูกล้อจะต้องทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม และมีขนาดโตพอที่จะรับน้ำหนักได้ระหว่างล้อและรางเลื่อนจะต้องปรับแต่งให้ได้

10.8.5 การประกอบติดตั้งและการถอด STOPLOG

การใช้งานของ STOPLOG เพื่อใช้งานซ่อมแซมเครื่องกั้นน้ำ หรือบานระบายฉุกเฉิน จะทำการติดตั้ง STOPLOG อยู่บริเวณด้านหน้าและด้านท้ายของบานระบายน้ำหรือเครื่องกั้นน้ำ การติดตั้ง STOPLOG กระทำได้โดยใช้ MOBILE CRANE หรือ MONORAIL CRANE และอุปกรณ์ยก (LIFTING DEVICE) เพื่อยก STOPLOG ลงไปติดตั้งในช่อง STOPLOG โดยจำนวนท่อ STOPLOG ที่ใช้ขึ้นอยู่กับระดับความสูงของน้ำบริเวณที่ติดตั้ง แต่ทั้งนี้จะต้องไม่สูงมากกว่าระดับน้ำออกแบบที่กำหนดไว้ในแบบ

เมื่อทำการซ่อมแซมเครื่องกั้นน้ำ บานระบายน้ำ และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการถอด STOPLOG แต่ละชิ้นโดยใช้อุปกรณ์ยก (LIFTING DEVICE) เกาะยึด STOPLOG แล้วยกขึ้นมาที่ละชิ้นจนแล้วเสร็จ

10.8.6 การทำเครื่องหมาย

STOPLOG ทุกชิ้นจะต้องมีอักษร "เป็นสมบัติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน" โดยให้เป็นตัวอักษรลงในเนื้อโลหะ ตัวอักษรต้องมีขนาดเหมาะสมกับชิ้นส่วนและอ่านได้ชัดเจน

10.9 ประตูน้ำแบบลิ้นยก (GATE VALVE)

10.9.1 ลักษณะทั่วไป

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

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

รูปแบบทั่วไปของประตูน้ำ (General Design)

- (1) ช่องทางน้ำ (Water Way) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่ระบุในแบบ และเมื่อเปิดลิ้นสุดจะต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของลิ้นขวางกั้นช่องทางน้ำ
- (2) บริเวณตอนปลายทั้งสองข้างของประตูน้ำเป็นแบบหน้าจาน ขนาดของหน้าจานและขนาดรูหน้าจานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 7005-2 PN 10 และหน้าจานต้องหล่อเป็นชิ้นเดียวกับตัวเรือน
- (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 ด้วยเฟืองทอรอบแบบปิด (Enclosed Gear)
- (7) ชิ้นส่วนประตูน้ำ รุ่นเดียวกัน และขนาดเดียวกันต้องสามารถใช้ทดแทนกันได้ (Interchangeable)
- (8) ขนาดมิติหลักของประตูน้ำให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 10.9-1

ตารางที่ 10.9-1 ขนาดมิติหลักของประตูน้ำแบบลิ้นยก

ขนาดระบุ (มม.)	ขนาดทางน้ำผ่าน ต่ำสุด (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 ขนาดใหญ่ตามขนาดที่ระบุในแบบเป็นผู้เสนอแบบพร้อมรายละเอียดที่กำหนดและเอกสารสำเนาประสบการณ์การผลิตประตูน้ำแบบส่งให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา

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) หากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ 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) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนนำมาใช้

10.9.3 การทดสอบการผลิต (Production Testing)

ประตุน้ำทุกตัวต้องผ่านการทดสอบตามหัวข้อดังต่อไปนี้

(1) การทดสอบการใช้งาน (Performance Test) ต้องสามารถเปิด-ปิดใช้งานได้อย่างดี ปราศจากข้อบกพร่อง

(2) การทดสอบความดันน้ำ (Hydrostatic Pressure Test)

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

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

การทดสอบประตุน้ำโดยเฉพาะประตุน้ำขนาดใหญ่เกิน 1,000 มม.ต้องมีคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบ 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.) ระดับสามัญขึ้นชื่อรับรอง โดยแบบแปลนดังกล่าวต้องแสดงขนาดมิติที่สำคัญของประตุน้ำ ส่วนประกอบและวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบตลอดจนมาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) ที่ใช้ เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจะต้องจัดทำประตุน้ำ ตามแบบดังกล่าวโดยเคร่งครัด
- (5) คู่มือการติดตั้ง การใช้ และบำรุงรักษาประตุน้ำ

10.9.5 การทำเครื่องหมาย (Markings)

ประตุน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาครอบตัวเรือนหรือตัวเรืوندังนี้

- ชื่อผู้ผลิต หรืออักษรย่อของผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า
- ปีที่ทำการผลิต

- เครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พร้อมเลขที่ของมาตรฐาน
- ขนาดระบุ
- ความดันใช้งานหรือชั้นคุณภาพความดัน
- เลขรุ่น
- จำนวนรอบหมุนปิด-เปิด

อักษรหรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 15 มม. และสูงไม่น้อยกว่า 3 มม. ที่เป็นประจักษ์และพวงมาลัยจะต้องมีเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการ “เปิด หรือ ปิด” หรือทั้งสองอย่างพร้อมตัวหนังสือกำกับเป็นตัวนูน

10.9.6 การบรรจุหีบห่อ (Packing)

ประตูน้ำแต่ละตัวจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในประตูน้ำ โดยการปิดหน้างานทั้งสองด้านด้วยแผ่นสติกเกอร์พลาสติก 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 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

(2) งานจัดหาและติดตั้ง Gate Valve (ถ้ามี)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ของ Gate Valve และระบบควบคุม พร้อมทั้งทำการทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะแบ่งจ่ายเป็นงวดเปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด โดยจ่ายให้ดังนี้

(ก) เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบแบบ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของราคางานแต่ละชุด

(ข) เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา และขนย้าย Valve พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ค) เมื่อผู้รับจ้างประกอบติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์เหล่านั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจรับจะจ่ายให้ 30 เปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด

(ง) เมื่อผู้รับจ้างทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจรับจะจ่ายให้ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาแต่ละชุด

(3) งานจัดหาและติดตั้งวาล์วชนิดอื่น (ถ้ามี)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งวาล์วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว

(4) งานจัดหาและติดตั้งบานระบาย เครื่องก้ว้น และเกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า (ถ้ามี)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ของ Sluice Gate พร้อมชิ้นส่วนรองบาน อุปกรณ์ประกอบ รวมทั้งระบบยกควบคุมการปิด-เปิด เกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า (ถ้ามี) และระบบการป้องกันเป็นต้น พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะแบ่งจ่ายเป็นงวดเปอร์เซ็นต์ของราคางานแต่ละชุด โดยจ่ายให้ดังนี้

(ก) เมื่อผู้รับจ้างส่งมอบแบบ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 20% ของราคางานแต่ละรายการ

(ข) เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา และขนย้าย บานพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว จำนวน 50% ของราคางานแต่ละชุด

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

(5) งานจัดหาและติดตั้ง Stoplog

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบและประกอบ Stoplog และอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมชิ้นส่วนรองบาน รวมทั้งระบบยก เป็นต้น พร้อมทั้งทำการประกอบติดตั้ง ทาสี และทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานเป็นชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว

(6) งานจัดหาและติดตั้ง Lifting Device สำหรับยก Stoplog

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการออกแบบ และประกอบและเคลือบสี Lifting Device และอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งทำการติดตั้งและทดสอบ เป็นหน่วยชุด

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานเป็นชุด โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว

(7) งานเหล็กราวกันตก (Handrail)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งราวกันตก พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยเมตร

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละเมตร โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว

(8) งาน Ladder Cage

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้ง Ladder Cage พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยเมตร

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละเมตร โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการ ทาสี ตกแต่ง และทดสอบเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว

(9) งาน Stainless Steel (ถ้ามี)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้ง Stainless Steel แล้วเสร็จ พร้อมอุปกรณ์ ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบเป็นหน่วยกิโลกรัม

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางาน โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง และตกแต่ง เสร็จ สมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว

(10) งานเหล็กทราสะพาน (ถ้ามี)

ผู้ว่าจ้างจะวัดปริมาณงานให้เมื่อผู้รับจ้างทำการจัดหาและติดตั้งเหล็กทราสะพาน พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ กำหนดไว้ในแบบ เป็นหน่วยเมตร

การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคางานแต่ละเมตร โดยจะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้จัดหา ประกอบ ติดตั้ง ทำการ ทาสี ตกแต่งเสร็จสมบูรณ์ และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ตรวจรับแล้ว

หมวดที่ 11

งานก่อสร้างอาคาร
(BUILDING CONSTRUCTION)

หมวดที่ 11

งานก่อสร้างอาคารควบคุม ที่ทำการ และบ้านพัก

(BUILDING CONSTRUCTION)

11.1 การเตรียมสถานที่

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเตรียมสถานที่โดยปรับพื้นที่ เช่น การถางป่า ขุดต่อ กำจัดรากไม้ วัชพืช ตลอดจนสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้เรียบร้อย บรรดาสิ่งที่ไม่ต้องการให้ขนย้ายไปทิ้ง ณ บริเวณที่วิศวกรควบคุม การก่อสร้างจะกำหนดให้

11.2 การขุดหลุมฐานราก

การขุดดินหลุมฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดกันหลุมให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของหลุมฐานรากที่กำหนดในแบบ ประมาณ 0.30 ม. โดยรอบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมก่อสร้างเห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การตั้งไม้แบบเทคอนกรีต ฐานราก ปากหลุมต้องขุดให้ผายออกเพื่อป้องกันดินพังดินที่ขุดขึ้นจากกันหลุมต้องขนย้ายไปกองไว้ให้ห่างจากขอบหลุม จนเกินระยะแนวทรงตัวของดิน

11.3 งานโครงสร้าง

11.3.1 คอนกรีตเสริมเหล็ก

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

กำลังของคอนกรีตเสริมเหล็กหลังจากหล่อแล้ว 28 วัน ต้องรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ก่อสร้าง โดยการกดแท่งทดลองรูปทรงกระบอกขนาด ϕ 6 นิ้ว สูง 12 นิ้ว

การถอดแบบหล่อคอนกรีต จะถอดไม้แบบหล่อคอนกรีตและไม้ ค้ำยันได้ต่อเมื่อได้ทิ้งระยะเวลาหลังจากการ หล่อคอนกรีตลงแบบเรียบร้อยแล้ว ไม่น้อยกว่าเวลาที่กำหนดไว้ดังนี้

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

การบ่มคอนกรีต เมื่อคอนกรีตมีผิวหน้าแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีให้น้ำรดให้เปียกชุ่มโดย ตลอด และเมื่อถอดแบบหล่อด้านข้างออกแล้ว ให้ใช้กระสอบป่านชุบน้ำปกคลุมไว้ พร้อมทั้งต้องรดน้ำให้กระสอบ เปียกชุ่มอยู่เสมอเป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน ส่วนพื้นที่ให้ทำคันดินแบ่งออกเป็นพื้นที่เล็กๆ ไว้โดยรอบและให้ หล่อน้ำขังไว้พื้นสูงไม่น้อยกว่า 5 ซม. เป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน การบ่มนี้อาจใช้น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) ก็ได้แต่ต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

11.3.2 งานไม้

ไม้ทุกชนิดที่ผู้รับจ้างนำเข้ามาใช้งาน จะต้องเป็นไม้ที่ถูกต้องตามกฎหมายทุกประการแล้วห้ามนำไม้ผิดกฎหมายเข้ามาในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาไม้ตามชนิด ขนาด ตามที่กำหนดในแบบโครงสร้างของอาคารตามที่กำหนด มาติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบ และถ้าในแบบมิได้กำหนดชื่อไม่ว่าให้แยกชนิดของไม้ดังนี้

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

(2) ไม้เนื้อแข็ง (HARD WOOD) ได้แก่ ไม้ตะเคียนทอง ไม้มะค่าโมง ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้มะค่า แต่ ไม้หลุมพอง ไม้ยมหิน ไม้เคี่ยม ไม้ตะแบก และไม้ก้นกระา และอื่นๆ ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

คุณสมบัติของไม้

- (ก) ต้องเป็นไม้ที่แห้ง หรือผึ่งมาแล้ว
- (ข) ไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาผิดปกติให้คัดออก
- (ค) ต้องไม่มีตา ไม่มีรอยแตกร้าว ไม่มีรู ไม้คด

ขนาดไม้ใส่ปรุงแต่ง

- (ก) ไม้ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบเป็นอาคาร ส่วนที่เห็นได้ด้วยตา ต้องใส่ปรุงแต่งให้เรียบร้อย
- (ข) ไม้แปรรูปที่ได้เลื่อยเป็นขนาดมาใช้ปลูกสร้าง ยอมให้เสียเนื้อไม้เป็นคลองเลื่อยเล็กกว่าขนาดที่เรียกกันในท้องตลาดได้ (ยกเว้นวงกบ และกรอบของประตู หน้าต่าง) แต่เมื่อปรุงแต่งพร้อมที่จะประกอบด้วยกันจะต้องมีขนาดเหลือไม่น้อยกว่าเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ขนาดหนา	$1\frac{1}{2}$	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

11.3.3 การมุงหลังคา

- (1) ทัวไป
โครงหลังคาของอาคารโรงไฟฟ้า และอาคารต่างๆ ที่แบบเป็นโครงหลังคาเหล็ก ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

รายการ	มาตรฐาน
(ก) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ	มอก.116, หรือASTM A 36
(ข) เหล็กกล้าสะพานรีดร้อน	
ชนิดแผ่นหนา แผ่นบาง และแผ่นแถบ	มอก. 528
(ค) เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม	มอก. 20
(ง) เหล็กหล่อเทา	มอก. 536

- (จ) สลักเกลียว
 - (1) Mild Steel ASTM A 36, A 307
 - (2) High Strength ASTM A 325
 - (ฉ) ท่อเหล็กกล้า (Black Steel Pipe) มอก. 276
 - (ช) ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) มอก. 277 ประเภท 2
 - (ซ) เหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) ASTM A 264, Grade 6
- (2) การประกอบโครงหลังคาเหล็ก (Fabrication)
- หากมิได้ระบุไว้เป็นมาตรฐานใด ให้ถือมาตรฐานของ AISC เรื่อง “Design Fabrication and Erection of Structural Steel for Building” เป็นหลัก
- (ก) มาตรฐานงานเชื่อม
 - คุณภาพงานเชื่อม AWS D 1.1
 - คุณภาพลวดเชื่อม (Welding Rod) AWS D 5.1 หรือ AWA A 5.5
 - (ข) มาตรฐานการกลึงเกลียว ISO Metric System, Normal Series, Coarse Pitch.
- (3) วัสดุ
- (ก) ให้ใช้ Metal Sheet ตามที่กำหนดไว้ในแบบ มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก.
 - (ข) ผู้รับจ้างจะจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับงานหลังคา และวัสดุอื่นที่จำเป็นเพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามแบบ
- (4) การมุงหลังคา
- (ก) ก่อนมุงหลังคา ควรตรวจดูโครงเหล็ก เช่น จันทัน ช่อ แป ทุกอัน ได้ขันยึดด้วยสลักยึดแปนเกลียว (Sag Rod) อย่างดีแล้ว และอยู่ในลาดและระนาบเดียวกัน
 - (ข) ตรวจทิศทางทางลม ฝน ว่ามีมากทางใด เมื่อประเมินผลได้แล้วก็ตั้งต้นมุงสวนกับทิศทางลม เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้าทางลอนหางได้อย่างดี
 - (ค) Metal Sheet ที่ใช้มุงหลังคาให้ติดตั้งตามวิธีที่ผู้ผลิตกำหนด

11.3.4 การตีฝ้าเพดาน

- (1) ฝ้าเพดาน ให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด ชนิดมีฉนวนกันความร้อน หนา 9 มม. หรือมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า
 - (2) โครงเคร่าฝ้าเพดาน ใช้โครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ชนิดแขวนด้วยลวดอาบสังกะสี ชนิดปรับระยะได้ ขนาดระยะของโครงเคร่า 0.60x1.20 ม. T-BAR ขนาด 1”x1 1/2” หนา 0.9 มม.
 - (3) การติดตั้ง
- การติดตั้งโครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ต้องเป็นไปตามระบุในแบบ ฝ้าเพดานที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องแข็งแรง เรียบร้อยได้แนว ได้ฉาก และได้ระดับ ความสูงของฝ้าเพดานจะต้องเป็นไปตามระบุในแบบ การติดตั้งฝ้าเพดานจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยช่างที่ชำนาญโดยเฉพาะ ก่อนติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องส่ง SHOP DRAWINGS แสดงแนวฝ้าและระดับที่จะติดตั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจ เพื่อปรับระยะต่างๆ ได้ตามความเหมาะสมและได้รับอนุมัติก่อนจึงทำการติดตั้งได้

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

สำหรับฝ้าเพดานในห้องน้ำให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ดหนา 6 มม. หรือมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า ยึดติดกับโครงเคร่าไม้เนื้อแข็ง

11.3.5 งานก่ออิฐ

(1) ให้ใช้อิฐก่อสร้างสามัญขนาดประมาณ 3.50x7.50x15 ซม. เผาด้วยความร้อนสูงแข็งแกร่ง ไม่บิดเบี้ยวหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

(2) ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ตามมาตรฐาน มอก. 80

(3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมีขนาดดังนี้

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

(4) น้ำ น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากน้ำมัน กระจก ต่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อน จึงนำมาใช้ได้

(5) ส่วนผสมของปูนก่อ ปูนก่อผนังโดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

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

(6) การผสม ต้องผสมในกะบะซึ่งน้ำรั่วไม่ได้ นำทรายและปูนขาวซึ่งผ่านการร่อนแล้วมาผสมคลุกเคล้ากันตามส่วนที่กำหนด จนกลมกลืนเป็นสีเดียวกัน แล้วใช้น้ำหมักไว้ เมื่อนำไปใช้จึงนำปูนซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนด แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด

(7) วิธีการก่ออิฐ

(ก) จะต้องเตรียมสถานที่การก่ออิฐให้เรียบร้อย เช่น แนว ระดับ รอยต่อ จะต้องสะอาดและทำให้ขรุขระ

(ข) อิฐที่ใช้ก่อทุกก้อนจะต้องแช่น้ำให้อุ่น

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

(ง) การก่ออิฐในผนังเดียวกัน จะต้องก่ออิฐให้เต็มความกว้างของผนัง โดยมีความสูงในการก่อใกล้เคียงกัน ห้ามก่อผนังอิฐส่วนหนึ่งส่วนใดสูงกว่าส่วนที่เหลือเกิน 1 เมตร

(จ) เมื่อก่ออิฐเสร็จแล้ว จะต้องไม่ถูกกระแทกกระเทือนด้วยแรงใดๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

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

(ข) คานและเสาเอ็น ค.ส.ล. ต้องมีเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 2-Ø9 มม. และเหล็กปลอกขนาดไม่น้อยกว่า Ø6 มม. ระยะห่างไม่เกิน 0.25 ม.

11.3.6 งานปูนฉาบ

- (1) งานปูนฉาบจะทำได้ต่อเมื่อทำการก่ออิฐเรียบร้อยแล้วไม่น้อยกว่า 3 วัน หรือยาวนานยิ่งดี
- (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 จะต้องทำให้ใสเสียก่อน จึงจะนำมาใช้ได้
- (6) ส่วนผสมของปูนฉาบ โดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้
 - ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
 - ทรายร่อนแล้ว 4 ส่วน (โดยปริมาตร)
 - ปูนขาวร่อนแล้ว 1 ส่วน (โดยปริมาตร)
- (7) การผสมในงานปูนฉาบทั่วไป ที่ต้องการความรวดเร็วและคุณภาพดี ให้นำทรายปูนขาว ตามส่วนที่กำหนดคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วร่อนแยกไว้ในกรณีที่มีเวลาพอให้หมักทรายปูนขาวไว้ก่อน 4-5 ชั่วโมง เพื่อให้งานฉาบง่ายขึ้น และทรายอมน้ำไม่ก่อให้เกิดการแตกร้าวในภายหลัง เมื่อนำไปใช้จึงนำซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนดแล้ว คลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด การฉาบกระทำภายใน 45 นาที หลังการผสม และไม่ควรนำปูนที่ผสมนานเกินกว่า 2 ชั่วโมง มาใช้งาน
- (8) วิธีการฉาบปูน ผนังที่ทำด้วยอิฐต่างๆ กัน จะฉาบยากง่ายไม่เหมือนกัน การยึดปูนฉาบกับผนังก็ต่างกัน งานฉาบเสาหรือคานคอนกรีตการจับเหล็กเสริมเสาหรือคาน จำเป็นต้องใช้ปูนเค็มหรือปูนรองพื้นไว้ชั้นหนึ่ง ก่อน เพื่อให้เป็นตัวยึดเกาะเมื่อลงปูนรองพื้นไว้ และแข็งตัวเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 48 ชั่วโมง จึงฉาบด้วยปูนฉาบที่ได้เตรียมไว้ การฉาบให้ปาดเกรียงไปมาให้ผิวเรียบ และอาจจะต้องพรมน้ำหลายครั้งในการแต่งผิวปูน แล้วท้ายที่สุดควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำ กวาดผิวฉาบที่หมาดสนิทแล้ว เพื่อให้ผิวฉาบนั้นดูเรียบเรียบร้อยสวยงาม
- (9) น้ำยาผสมปูนฉาบ
ในการผสมปูนฉาบ ผู้รับจ้างสามารถใช้ น้ำยาผสมปูนฉาบแทนปูนขาว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอการใช้น้ำยา พร้อมทำข้อกำหนดต่างๆ ของน้ำยาผสมต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หรือวิศวกรควบคุมงาน เห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

11.3.7 การก่อคอนกรีตบล็อก

- (1) ให้ใช้คอนกรีตบล็อกขนาด 20x40 ซม. ตามมาตรฐาน มอก.58
- (2) คุณภาพส่วนผสมของปูนที่ใช้ก่อให้เป็นไปตามข้อ 11.4.4
- (3) จะต้องก่อให้ได้แนวทั้งแนวตั้ง และแนวนอน ทำการเชาร่องดูสวยงามตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

11.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์

11.4.1 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 ด้วยมือได้ ในกรณีไฟฟ้าดับ

11.4.2 วงกบ

ประตู-หน้าต่าง ให้ใช้ไม้เนื้อแข็ง PVC หรืออลูมิเนียม วัสดุ ขนาดตามที่ระบุแบบ การประกอบติดตั้งจะต้องเป็นไปตามหลักการช่างที่ดี วงกบได้ฉากไม่บิดงอเสียรูปทรง

11.4.3 บานประตู

เป็นบานไม้สักอัดหรือบานกระจกกรอบอลูมิเนียมหรือ บาน PVC ความหนา และขนาดตามแบบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดในแบบ

11.4.4 หน้าต่าง

กรอบบานไม้เนื้อแข็งหรือบานกระจกกรอบอลูมิเนียม ความหนา และขนาดตามแบบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดในแบบขนาดตามแบบ

11.4.5 กระจก

กระจกมีความหนา และขนาดตามแบบ คุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 54 ชั้นคุณภาพ B ซึ่งผลิตในประเทศไทย การติดตั้งกระจกจะต้องใส่ฟุตติ้งกันกระจกสั่นด้วย

11.4.6 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 โดยฝังพุกพลาสติกในผนังปูนศูนย์กลางของกันชนจะต้องอยู่พอดีกับศูนย์กลางของลูกบิดประตู

(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

11.4.7 วงกบ ราง และกรอบอลูมิเนียม

ต้องเป็นอลูมิเนียมรูปพรรณ ที่คุณภาพตามมาตรฐาน ASTM B-209 หรือมาตรฐานอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่า ผิวด้านนอกของอลูมิเนียมต้องผ่านการเคลือบผิวด้วยกรรมวิธี Anodize ความหนาของโครงกรอบวงกบต้องไม่น้อยกว่า 2 มม. และกรอบบานต้องไม่น้อยกว่า 1.5 มม.

11.5 งานพื้นกระเบื้องยาง (VINYL TILES)

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

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

(3) จมูกยางกันลื่น จะต้องเป็นชนิดกันลื่น มีรูปร่างเป็นมุมฉาก ขอบมนสนิทกับพื้น

(4) กาวสำหรับปูพื้น จะต้องเป็นชนิดกันน้ำ มีคุณภาพตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(5) การปูกระเบื้องยาง พื้นคอนกรีตที่จะปูกระเบื้องยางทับ จะต้องเรียบแห้งสนิทสะอาด ปราศจากฝุ่น น้ำมัน ผิวคอนกรีตที่ซุขระต้องแต่งให้เรียบร้อย การทา กาวให้ใช้เกรียงชนิดเป็นร่องและจะต้องให้มีกาวเสมอกันทั่วทั้งห้อง การปูกระเบื้องจะต้องปูให้เรียบ รอบต่อของกระเบื้องยางจะต้องสนิทมุนชนกันให้เรียบร้อย

(6) ภายหลังปูกระเบื้องยาง และเชิงผนังเรียบร้อยแล้ว จะต้องเปิดประตูหน้าต่างให้มีอากาศพอเพียงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

(7) ห้ามปูกระเบื้องยางจนกว่างานส่วนอื่นๆ รวมทั้งงานทาสีได้ดำเนินไปแล้ว ไม่น้อยกว่า 90% การปูกระเบื้องยางจะต้องใช้ช่างชำนาญทางด้านนี้โดยเฉพาะและจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(8) ภายหลังจากปูกระเบื้องยางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาด และลงน้ำมันชนิดแว๊กน้ำ อย่างน้อย 2 ครั้ง และขัดด้วยเครื่องให้ขึ้นเงา ห้ามเทน้ำธรรมดาหรือน้ำสบู่เพื่อล้างโดยเด็ดขาด

11.6 งานปูกระเบื้องโมเสคและกระเบื้องเคลือบ

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

(2) การขนส่งกระเบื้องโมเสค และกระเบื้องเคลือบจะต้องบรรจุภายในกล่องให้เรียบร้อย และจะต้องเก็บไว้ในที่ซึ่งไม่มีความชื้น จนกว่าจะนำมาใช้

(3) ให้ทำการฉาบปูนผนังให้เรียบร้อย พร้อมทั้งจะปูกระเบื้องเคลือบได้ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง ก่อนจะปูกระเบื้องเคลือบให้รดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้อง การปูอาจจะใช้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยัดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนซีเมนต์ขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนปูนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(4) การปูพื้น ให้ฉาบปูนพื้นให้ได้ระดับความเอียงลาดที่ต้องการ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง และก่อนปูกระเบื้องโมเสคให้รดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้องโมเสค การปูอาจจะใช้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยัดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนปูนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(5) ส่วนใหญ่ที่จะต้องติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ให้เตรียมไว้สำหรับการติดตั้งต่อไปด้วย อนึ่ง ก่อนปูกระเบื้องจะต้องวางท่อประปา และท่อระบายน้ำให้เรียบร้อย

11.7 งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE (พื้นป้องกันกรด)

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

11.8 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 ปรับความเอียงได้รอบหมุดยึดสองข้าง

การติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์ตามรายการข้างบนนี้ให้ครบตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนด

11.9 การทาสี

(1) การทาสี ให้ทาสีผนัง เพดาน โครงสร้าง โครงเหล็กอื่นๆ ที่เห็นกับตา ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมผิวที่จะทาสี ผิวที่จะทาสีทั้งหมดจะต้องเรียบ สะอาด ปราศจากฝุ่น และขี้ปูน จะต้องแห้งสนิท จึงจะทำการทาสีได้ ไม่ที่ที่จะทาสีจะต้องอุดรูและขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย

(3) กรรมวิธีการในการทาสี

กรรมวิธีการทาสีให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเลือกสี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดให้ในภายหลัง

(4) ชนิดของสี

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

(ข) สีทาภายในสำหรับงานเคลือบผิวคอนกรีต หินก่อ ซีเมนต์โยหิน 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 กระเบื้องโมเสคกระเบื้องเคลือบ หรือระบุเป็นอย่างอื่นตามแบบ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงงานปูพื้นดังกล่าวเป็นงานเคลือบผิวหรือทาพื้นด้วย EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE หรืออย่างอื่นได้ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนงานพื้น การก่อสร้างอาคารคอนกรีตและบ้านพักจากแบบที่กำหนด โดยผู้ว่าจ้างให้ผู้รับจ้างเสนอผลิตภัณฑ์และวิธีดำเนินการตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต รวมทั้งการประกันผลงานให้ทางวิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการ

(5) งานฝีมือ

- งานทาสีทั้งหมดจะต้องกระทำโดยช่างทาสีที่มีฝีมือดี
- สีที่ทาเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องเรียบ ไม่เห็นรอยแปรงและจะต้องมีสีสม่ำเสมอทั้งหมดย
- ผิวหน้าของไม้ที่ทาด้วยสีน้ำมันวานิช จะต้องเรียบเป็นเงาโดยสม่ำเสมอ
- สีที่ทาไว้ไม่เรียบร้อจะต้องทาทับหน้าใหม่ โดยการทาทับหน้าทั้งแผ่น

(6) ภายหลังการทาสีเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องมีหนังสือรับรองและประกันผลงานของการทาสีจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 2 ปี มอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

11.10 ระบบท่อสุขาภิบาล (Plumbing Work)

(1) ขอบเขตของงาน

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

(ข) ระบบท่อน้ำใช้ซึ่งต่อจากถังเก็บน้ำเชื่อมต่อกับระบบท่อในอาคาร จะต้องทดสอบ แรงดันน้ำ 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 สำหรับใช้งานประปา

(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 ร้อน เพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวท่อ

(ง) ท่อที่เปลี่ยนทิศทาง ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ให้มีสมอยัดที่มุม เพื่อป้องกันการขยับตัวเนื่องจากแรงหรือความสั่นสะเทือนในเส้นท่อ

(จ) ท่อระบายอากาศซึ่งฝังในกำแพงก่ออิฐฉาบปูน และคอนกรีตเสริมเหล็กแนวท่อจะต้องเคลือบด้วยสาร Epoxy Resin เพื่อให้เกิดการยึดเกาะได้ดี และป้องกันการแตกร้าวด้วย

(4) แหล่งน้ำใช้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างถังเก็บน้ำ มีรายละเอียดดังรายการต่อไปนี้

(ก) ถังเก็บน้ำ ขนาดความจุ 1.0 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ติดตั้งไว้บริเวณที่กำหนดในแบบ

(ข) แหล่งน้ำใช้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดบ่อน้ำต้นหรือจัดหาน้ำใช้บริเวณโรงไฟฟ้า และบริเวณบ้านพักราชการ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาระบบประปาภายในบริเวณโครงการพร้อมทั้งจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ

(ค) ท่อนำน้ำเข้าจาก Inlet Value และท่อระบายน้ำล้น ท่อระบายน้ำทิ้ง ท่อประปาจ่ายน้ำเข้าอาคารต่างๆ ให้เป็นท่อ PVC หรือตามที่กำหนดในแบบ

(ง) การจัดและติดตั้งถังเก็บน้ำใช้หลักและแป้นเกลียว

11.11 ป้ายชื่อโครงการ (ถ้ามี)

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 ส่วนการทาสีให้เป็นไปตามข้อกำหนดชนิดของแถบสีให้เป็นไปตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดภายหลัง

(4) พันธุ์ไม้และดิน

ผู้รับจ้างจะต้องหาดินเพื่อปลูกไม้ประดับ ไม้ประดับต้องเป็นพันธุ์ที่แข็งแรง ทนต่อดินฟ้าอากาศได้ดี จะเป็นพันธุ์ไม้ดอกหรือพันธุ์ไม้ใบก็ได้ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

11.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานอาคารโรงไฟฟ้า และงานอาคารควบคุมอื่นๆ วัดปริมาณงานเป็นหน่วยตามที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามรายละเอียดงานที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานโครงสร้างอาคาร งานผนังและพื้น งานประตูหน้าต่าง งานหลังคา งานสุขภัณฑ์ งานสี และงานรื้อวางสายไฟฟ้า การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ประกอบและติดตั้ง และงานไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล จนแล้วเสร็จ

(2) งานอาคารที่ทำการ และอาคารที่พักอาศัย วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยหลัง ตามตำแหน่งที่ตั้งที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมอาคารที่พักอาศัย การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้างอาคาร ค่าประกอบและติดตั้งหลังคา ประตูหน้าต่าง งานสุขภัณฑ์ งานไฟฟ้าและระบบสุขาภิบาล จนแล้วเสร็จ

(3) งานอาคารโรงรถ ป้อมยาม บ่อวาล์วหรือ Pit Valve ประตูทางเข้า ป้ายชื่อโครงการ เสาธง แผงกัน และลานจอดรถ โดยการวัดปริมาณงานและการจ่ายเงินให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- งานประตูทางเข้า ป้ายชื่อโครงการ เสาธง แผงกัน และลานจอดรถ วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยหลังหรือแห่ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้างอาคาร ค่าประกอบและติดตั้งหลังคา ประตูหน้าต่าง งานสุขภัณฑ์ งานไฟฟ้าและระบบสุขาภิบาล จนแล้วเสร็จ
- งานรั้วโครงการ วัดปริมาณงานในหน่วยเป็นเมตร ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมการค่าจัดซื้อจัดหาวัสดุ และค่าแรงงานเพื่อการนี้แล้ว

(4) งานระบบท่อน้ำดีภายนอกอาคาร หอหรือแท่งค้ำน้ำ และปั๊มน้ำ (ถ้ามี) วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาแบบหรือออกแบบ ค่าวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปั๊มน้ำ ท่อ ประตูน้ำ (Valve) และแท่งค้ำน้ำ เป็นต้น ตลอดจนค่าแรงงานก่อสร้าง ค่าประกอบ และติดตั้งจนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 12

งานเบ็ดเตล็ด
(MISCELLANEOUS)

หมวดที่ 12

งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)

12.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ หมายถึง งานที่อาจจะมียกเว้นจากที่ได้กล่าวมาจากบทอื่นๆ เช่น งานปลูกหญ้า งานเคลือบผิวพื้น งานกล่อกระชุน งานปูแผ่นใยสังเคราะห์ งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ งานป้องกันลาดความชัน และงานภูมิทัศน์ เป็นต้น

12.2 งานปลูกหญ้า (SODDING)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปลูกหญ้าตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ การปลูกหญ้าจะกระทำเพื่อป้องกันการกัดเซาะของน้ำฝนในบริเวณลาดของทำนบดิน คันทางหรือในที่อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบรูปหรือตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง การปลูกจะต้องกระทำบนชั้นของหน้าดินที่มีปุ๋ยหรืออินทรีย์วัตถุปนอยู่ ความหนาของชั้นหน้าดินต้องไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบรูป และจะต้องปรับเกลี่ยให้เรียบสม่ำเสมอก่อนทำการปลูก การปลูกหญ้าจะต้องปฏิบัติดังนี้

12.2.1 วัสดุที่ใช้

หญ้าที่นำมาปลูกจะต้องเป็นหญ้าพันธุ์พื้นเมืองที่มีกำเนิดในประเทศไทย ไม่มีพิษ หรือไม่ทำอันตรายต่อคนและสัตว์ และต้องไม่เป็นชนิดที่รบกวนต่อการเจริญเติบโตของพืชผลทางการเกษตร

12.2.2 วิธีการปลูก

(1) ในการปลูกจะใช้แผ่นหญ้าขนาด 0.30x0.30 ตารางเมตร หรืออาจเป็นแผ่นยาว กว้าง 0.30 เมตรก็ได้ บุติดกันเป็นแนวหน้ากระดานห่างกันแถวละ 0.15 เมตร กระทั่งให้ติดแน่นกับดินผิวหน้า (Topsoil) หนา 0.10 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบรูป ช่วงเวลานับตั้งแต่การขุดตัด หรือหากหญ้าจากแหล่งกำเนิด และขนย้ายเป็นแผ่นจนกระทั่งถึงการลงมือปลูก จะต้องพยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุดและต้องระวังไม่ให้หญ้าแห้งได้

(2) การปลูกหญ้าต้องใช้หญ้าส่วนที่มีรากติดอยู่อย่างสมบูรณ์ พร้อมทั้งกลบทับโดยรอบด้วยดินเดิมที่มีความชื้นเพียงพอ

(3) ทันทีภายหลังจากการปลูกจะต้องรดน้ำให้เปียกชุ่มอย่างทั่วถึง และต่อจากนั้นจะต้องหมั่นดูแลรดน้ำเป็นระยะๆ จนกว่าหญ้าจะเจริญงอกงามปกคลุมตลอดพื้นที่ที่ต้องการ ค่าใช้จ่ายในการรดน้ำดังกล่าวจะรวมอยู่ในราคาของงานปลูกหญ้าตามที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้าง

(4) การปลูกหญ้าจะกระทำได้เฉพาะในช่วงฤดูที่เห็นว่าหญ้าสามารถจะเจริญเติบโตได้ตามการอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเท่านั้น

(5) ผู้รับจ้างอาจใช้วิธีการปลูกหญ้ายกเว้นจากที่กำหนด เช่น วิธีปลูกเป็นจุด หรือการหว่านเมล็ดให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

12.3 งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป

12.3.1 งานพื้นและผิวพื้น

(1) พื้นผิวกรวดล้าง-ทรายล้าง

การเตรียมพื้นจะต้องทำความสะอาดผิวหน้าของพื้นเดิมและแบ่งพื้นที่ตามลวดลายของพื้นที่กำหนดในแบบ และทำผิวกรวดล้าง-ทรายล้างให้ได้ขนาดและสีตามแบบตัวเม็ดกรวดหรือทรายและช่องว่างจะต้องสม่ำเสมอไม่มีเศษวัสดุอื่น หรือคราบน้ำมันเจือปน ระดับผิวพื้นจะต้องเรียบสม่ำเสมอมีทิศทางการระบายน้ำที่ดีไม่มีน้ำขังที่ผิวพื้น ผู้รับจ้างจะต้องทำตัวอย่างของพื้นผิวมาให้ดูเป็นตัวอย่าง โดยผ่านการอนุมัติเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเสียก่อนจึงจะลงมือทำงานได้ตัวอย่างที่นำมาต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 0.60x0.60 ม.

(2) พื้นผิวปู INTER LOCKING BLOCK

การเตรียมพื้นที่จะต้องปรับบริเวณที่จะปู INTERLOCKING BLOCK ให้เรียบปราศจากเศษวัสดุที่มีขนาดใหญ่และบดอัดในพื้นผิวเดิมเป็นชั้นแรกให้แน่น จากนั้นจึงใช้ทรายหยาบพรมน้ำบดอัดให้แน่นตามที่ระบุในแบบ จากนั้นจึงทำการเริ่มปู INTERLOCKING BLOCK ตามแบบและใช้ทรายละเอียดตามแนวรอยต่อเป็นชั้นตอนสุดท้าย การปู INTERLOCKING BLOCK จะต้องปูให้ชิด แน่น และพื้นผิวเรียบสม่ำเสมอมีทิศทางการระบายน้ำพื้นผิวที่แน่นอน ไม่มีน้ำขัง

(3) พื้นผิวปูหินทราย

การเตรียมพื้นที่จะต้องปรับบริเวณที่จะปูหินทรายให้เรียบ เทคอนกรีตหยาบเพื่อเป็นฐานยึดแผ่นหินทรายหนาไม่ต่ำกว่า 5 ซม. ทั้งนี้ตามระดับพื้นผิวที่กำหนดในแบบ แผ่นหินทรายจะต้องได้ขนาดและสีตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องนำแผ่นตัวอย่างมาให้ดูโดยผ่านการอนุมัติเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเสียก่อนจึงจะลงมือทำงานได้

(4) พื้นผิวคอนกรีตหยาบ

การเทคอนกรีตต้องปรับพื้นผิวให้เรียบและความลาดเอียงตามที่ระบุในแบบก่อสร้างด้วยปูนทราย ส่วนผสม ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน : ทราย 1 ส่วน กรณีผิวพื้นเป็นสี การผสมสีให้ผสมกับซีเมนต์ที่เทในส่วนบน

(5) การตรวจสอบระดับความลาดและฝีมือการปู

ในกรณีที่การก่อสร้างพื้นผิวทุกชนิด ระดับผิดไปจากแบบหรือความลาดไม่เพียงพอทำให้เกิดน้ำขัง หรือปูไม่เรียบ ไม่ได้แนว แลดูไม่สวยงามผู้รับจ้างต้องทำการรื้อส่วนนั้นออกและทำการก่อสร้างใหม่ โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

(6) งานคันขอบคอนกรีต

ให้ผู้รับจ้างจัดทำคันขอบคอนกรีตเพื่อวางแผนในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ทางเดินเท้าหรือสวนหรือลานจอดรถตามที่ระบุในแบบ

12.3.2 งานระบายน้ำ

(1) วัสดุ

(ก) งานพื้นผิว ทำความสะอาด เทปูนทรายปรับระดับให้ได้ความลาดเอียงตามระบุในแบบก่อสร้าง

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

(2) กรรมวิธีการก่อสร้าง

(ก) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระดับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับของรางระบายน้ำอย่างละเอียดถี่ถ้วน รวมทั้งตำแหน่งของบ่อน้ำก่อนทำการก่อสร้าง และทำการปรับระดับให้ได้ความลาดเอียงตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

(ข) กรรมวิธีการก่อสร้างงาน ค.ส.ล. ถือตามรายละเอียดตามแบบวิศวกรรมโครงสร้างและมาตรฐานที่ระบุในรายละเอียดด้านวิศวกรรมนี้

(3) ฝาดะแกรงและตาข่ายกรองที่นำมาใช้ ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบอนุมัติก่อนนำมาใช้ได้

(4) การถมดินปลูก ให้ถือตามรายละเอียดการเตรียมดินปลูกต้นไม้โดยก่อนทำการใส่ดินปลูก ผู้รับจ้างต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบการวางท่อให้เรียบร้อยก่อนจึงจะทำการใส่ดินได้

(5) ก่อนการส่งมอบงานครั้งสุดท้าย ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดท่อระบายน้ำทั้งหมดให้เรียบร้อยใช้งานได้

12.3.3 งานระบบให้น้ำ

ท่อที่นำมาใช้ในระบบให้น้ำทั้งหมดตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ใช้ท่อ PVC Class 13.5 มอก. 17-2561 โดยท่อทั้งหมดจะต้องฝังดินไม่น้อยกว่า 30 ซม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

12.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

(2) งานภูมิทัศน์และสถาปัตยกรรมทั่วไป ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วย ตามที่แสดงไว้ในรายการแสดงปริมาณงานและราคา ซึ่งประกอบด้วยการจัดหาและการติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุอุปกรณ์ ส่วนเผื่อทาบ ค่าขนส่ง และค่าแรงงานไว้ด้วยแล้ว ในการวัดปริมาณงานจะไม่วัดในส่วนที่ซ้อนทับเพื่อการต่อและการยึดปลาย

(3) งานรางระบายน้ำ ค.ส.ล. (Gutter) พร้อมฝาดะแกรงเหล็ก ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยเมตร โดยปริมาณงานในช่วงความยาว 1 เมตร ประกอบด้วย งานชุดก่อสร้างรางระบายน้ำ งานคอนกรีตเสริมเหล็ก งานถมกลับบดอัดแน่น งานจัดหาและการติดตั้งตะแกรงฝาดะแกรงระบายน้ำ และงานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตาม ซึ่งได้รวมค่าใช้จ่ายต่างๆ ไว้ครบถ้วนแล้ว

หมวดที่ 13

งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

หมวดที่ 13 งานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

13.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

13.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ในที่นี้จะรวมถึงการออกแบบ การจัดทำ ผลิตภัณฑ์ การทดสอบ การจัดส่งเครื่องต่างๆ มาที่สถานที่ทำงาน การจัดเก็บในบริเวณที่ทำงาน การก่อสร้าง และการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งโดยผู้รับจ้าง

(1) ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 1 ชุด โดยติดตั้งบนเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง(คอ.) บริเวณโครงการ เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ สำนักงานและบ้านพักราชการ ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกัน การเดินสาย และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น

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

(3) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

(4) ระบบแรงต่ำจะต่อจากหม้อแปลงมายังอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ระบบควบคุม และวัสดุต่างๆ เครื่องมือและการทดสอบ อุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึง ซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน รวมถึงระบบปรับอากาศภายในอาคาร

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และต้องดำเนินงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่างๆที่กำหนด

แรงดันตกคร่อมรวมของสายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องสุดท้าย เต้ารับและไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องไม่เกิน 3%

(5) ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

13.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ

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

13.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องมีพิกัดดังนี้

- | | |
|-------------------|--|
| (1) ระบบแรงดันสูง | 22 kV, 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิร์ตซ์ (อยู่ในส่วนที่ 3) |
| (2) ระบบแรงดันต่ำ | 400/230 V, 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ |

13.1.4 ระบบต่อลงดิน

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

13.1.5 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)	3
ข) ขนาด A3	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 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาและค่าใช้จ่ายต่างๆ ด้วย

13.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอคู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะมีการจัดส่งและติดตั้งอุปกรณ์ คู่มือจะต้องครอบคลุมถึงวิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง การปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาเครื่องมือ และอุปกรณ์ หลังจากได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างในขั้นสุดท้ายแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำสำเนาคู่มือจำนวน 5 ชุด และจัดส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องมีคู่มือประจำไว้ที่โครงการด้วย

13.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ

หลังจากการติดตั้งและตรวจรับงานเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทางผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำของผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับการบำรุงรักษา การปฏิบัติงาน และการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่างๆ ภายใต้อำนาจนี้

การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาและการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย

ค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้รวมอยู่ในสัญญาว่าจ้าง

13.1.8 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

13.1.9 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

13.1.10 คุณภาพของงาน (Workmanship)

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงานนั้นๆ คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

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

13.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้นตู้ควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบด้วยตารางสีแต่ละชนิดเพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

13.1.12 งานฝังภายนอกและอื่นๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้างต่างๆ ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้าง ร่องเดินสายกับฝาปิด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยการเจาะและเว้นที่สำหรับขนาดของคอมไฟ โครงสร้างคอนกรีต และท่อพีวีซี

13.1.13 การทดสอบ

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

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะทำการทดสอบการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาว่าเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดหรือไม่ สัญญาจะ

สิ้นสุดเมื่อไม่มีข้อคัดค้านใดๆ วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติจะต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ เพื่อพิจารณาถึงการดำเนินการและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด

ถ้าในการทดสอบเกี่ยวกับการดำเนินการหรือหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่ำกว่าข้อกำหนดที่มีไว้ในสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด และทำการทดสอบอีกครั้ง

13.1.14 อุปกรณ์อะไหล่

จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่ที่เหมาะสม ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องระบุประเภท และการใช้งานไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์อะไหล่ต่างๆ ที่ต้องจัดหานั้น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

13.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

13.2.1 ทิวไป

ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ 400 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 1 ชุด โดยติดตั้งบนเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง(ครอ.) บริเวณโครงการ เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ สำนักงานและบ้านพักราชการ ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกัน การเดินสาย และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น โดยการติดตั้งแร่ค 4 ช่องบนเสาไฟฟ้าเดิม หรือปักเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (ครอ.) สูง 9 เมตร (ถ้ามี) และพาดสายไฟฟ้า

13.2.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ

(1) มาตรฐาน

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

(2) ตัวล่อฟ้า (Lightning Arrestor)

ตัวล่อฟ้าทำหน้าที่ป้องกันอุปกรณ์ หรือ ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ และสายไฟฟ้ามิให้ได้รับความเสียหายจากภาวะแรงดันเกิน (over voltage) ที่เกิดจากฟ้าผ่าหรือการปลดสับสวิตช์

ล่อฟ้าจะต้องมีพิกัดดังนี้

- | | | |
|----------------------|---|-----------------------|
| - ชนิด | : | 1 ขั้ว, ติดตั้งภายนอก |
| - พิกัดแรงดัน | : | 480 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 ผิวของเสาจะต้องมีไม่โพรงอากาศซีเมนต์จะต้องเป็นแบบ Portland Cement ตามมาตรฐาน ASTM C-150 หรือเทียบเท่า คอนกรีตหรือเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรงจะต้องมีคุณสมบัติตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

(ข) ระบบสายดินพร้อมอุปกรณ์

สายต่อลงดินจะติดตั้งร้อยท่อฉนวน PVC ยึดติดเสาคอนกรีตสูง 9 เมตร พร้อมแท่งกราวด์ โดยมีชนิด ขนาดและรูปร่างเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(ค) ลวดยึด (Guys)

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

(จ) วัสดุอื่นๆ

วัสดุอื่นๆ หรือการติดตั้งอุปกรณ์ เช่น Rack ปลีฟอร์มยึดสาย ลูกถ้วย ตัวจับยึด หลอดพีวีซี ชนิดของฉนวนของพีวีซี ในการติดตั้งและ Concrete Backfill และอื่นๆ โดยทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

13.3 ระบบแสงสว่าง

13.3.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดเตรียมการติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด และอุปกรณ์ต่างๆ ที่แสดงไว้ในแบบหรือที่กำหนดไว้

13.3.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ วัสดุ การประกอบ และการติดตั้งของระบบไฟฟ้าทั้งหมด อย่างน้อยที่สุดจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ดังนี้

- (1) IES Illuminating Engineering Society.
- (2) NEC National Electrical Code.
- (3) TIS Thai Industrial Standard Institute.
- (4) NEMA National Electrical Manufacture Association.
- (5) UL Underwriters Laboratories Inc.
- (6) NFPA National Fire Protection Association.
- (7) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

13.3.3 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 โดยใช้เป็นฐานในการออกแบบการติดตั้งความส่องสว่างจะต้องสอดคล้องกับข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่า

(ข) เตารับ (Convenience Receptacle)

เตารับจะต้องจัดเตรียมไว้ทุกๆ 6 เมตร หรืออย่างน้อย 1 ชุด ในแต่ละห้อง

13.3.4 ระบบแสงสว่างภายใน

โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องจัดเตรียมให้พร้อม และติดตั้งให้สมบูรณ์ ชนิด ขนาดของโคมไฟ จะต้องมีความเหมาะสมกับสถานที่ติดตั้ง วัสดุของชุด โคมไฟจะต้องทนทานต่อการผุกร่อนอย่างเหมาะสม

(1) หลอดไฟ LED Tube

(ก) สามารถใช้กับแรงดันไฟกระแสสลับ 220 – 240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ขั้วหลอดเป็นชนิด G13 กำลังของหลอดจะต้องสอดคล้องกับแบบหรือที่กำหนดมาให้

(ข) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.95

(ค) ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์โมนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion : THD) ด้านเข้าต้องไม่เกิน 15%

(ง) ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficiency) ไม่น้อยกว่า 130 ลูเมนต่อวัตต์

(จ) ค่าอุณหภูมิสี (Correlated Color Temperature) Nominal CCT ที่ 6,500 K โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C78.377

(ฉ) ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index : CRI) ไม่น้อยกว่า 80

(ช) เม็ด LED (LED Chip) ต้องผลิตจากบริษัทผู้ผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ ได้แก่ Nichia, Cree, Philips Lumileds, Osram หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ซึ่งยังคงค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) อยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

(ซ) ชุดขับหลอดไฟ LED (LED Driver) ติดตั้งอยู่ภายในหลอด LED และต้องมีวงจรป้องกันแรงดันกระชาก (Surge Protection) ได้ไม่น้อยกว่า 0.5 กิโลโวลต์ (Line to Line) ซึ่งผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC/EN 61000-4-5

(ณ) หลอดไฟมีอุณหภูมิการใช้งาน มีค่าระหว่าง 0°C ถึง 40°C หรือดีกว่า

(ญ) หลอดไฟมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง โดยสามารถยังคงค่าฟลักซ์การส่องสว่างได้ไม่น้อยกว่า 70% (L70) ของค่าความสว่างเบื้องต้น

(2) โคมไฟ LED ไฮเบย์ (LED High Bay)

(ก) เม็ด LED (LED Chip) ต้องผลิตจากบริษัทผู้ผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ ได้แก่ Nichia, Cree, Philips Lumileds, LG, Osram หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ซึ่งยังคงค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) อยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

(ข) ตัวขับกระแสไฟฟ้า (Driver) ของชุดโคม LED ต้องประกอบสำเร็จภายในโคม และจะต้องเหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายไฟที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 220 - 240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ และต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ทั้งนี้ตัวขับกระแสจะต้องผ่านมาตรฐาน IEC 61347-2-13 หรือเทียบเท่า

(ค) โคมไฟ (Luminaire) จะต้องมีความสมบัติดังนี้

- สามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด 220 - 240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
- ใช้กำลังไฟรวมไม่เกิน 200 วัตต์ เมื่อรวมตัวขับกระแสแล้ว
- มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.90
- มีค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion : THD) ด้านเข้าต้องไม่เกิน 15%
- มีค่าฟลักซ์ความสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 19,000 ลูเมน และประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficiency) ไม่น้อยกว่า 120 ลูเมนต่อวัตต์
- มีค่าอุณหภูมิสี (Correlated Color Temperature) Nominal CCT ที่ 6,500 K โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C78.377
- ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index : CRI) ไม่น้อยกว่า 80
- ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ซีตจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
- ตัวโคมต้องผลิตจากวัสดุชนิด Die-cast Aluminum และ Len ต้องทำมาจากวัสดุโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)
- มีค่า IP (International Protection Rating) ไม่น้อยกว่า IP65
- มีระดับป้องกันการกระแทก IK07
- ผ่านมาตรฐานด้านความปลอดภัย IEC60598-2-1 (Particular Requirements : Section One - Fixed General Purpose Luminaires)
- ผ่านการทดสอบและได้ใบรับรองตามมาตรฐานสากล IEC62471 Photo Biological Safety of Lamp Systems (Eye Safety)
- โคมไฟมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง โดยสามารถยังคงค่าฟลักซ์การส่องสว่างได้ไม่น้อยกว่า 70% (L70) ของค่าความสว่างเบื้องต้น ที่อุณหภูมิแวดล้อม 35 องศาเซลเซียส

(3) โคมไฟ LED ฟลัดไลท์ (LED Flood Light)

(ก) เม็ด LED (LED Chip) ต้องผลิตจากบริษัทผู้ผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ ได้แก่ Nichia, Cree, Philips Lumileds, LG, Osram หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ซึ่งยังคงค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) อยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

(ข) ตัวขับเคลื่อนแสงไฟฟ้า (Driver) ของชุดโคม LED ต้องประกอบสำเร็จภายในโคม และจะต้องเหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายไฟที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 220 - 240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ และต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ทั้งนี้ตัวขับเคลื่อนจะต้องผ่านมาตรฐาน IEC 61347-2-13 และมาตรฐาน IEC62384 หรือเทียบเท่า

(ค) โคมไฟ (Luminaire) จะต้องมีความสมบัติดังนี้

- สามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด 220 - 240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
- ใช้กำลังไฟรวมไม่เกิน 180 วัตต์ เมื่อรวมตัวขับเคลื่อนแล้ว
- มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.90
- มีค่าความผิดเพี้ยนฮาร์โมนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion : THD) ด้านเข้าต้องไม่เกิน 15%
- มีค่าฟลักซ์ความสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 17,000 ลูเมน และประสิทธิภาพความส่องสว่าง (Efficiency) ไม่น้อยกว่า 110 ลูเมนต่อวัตต์
- มีค่าอุณหภูมิสี (Correlated Color Temperature) Nominal CCT ที่ 5,700 K โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C78.377
- ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index : CRI) ไม่น้อยกว่า 70
- ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ชีตจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
- ตัวโคมต้องผลิตจากวัสดุชนิด Die-cast Aluminum และ Len ต้องทำมาจากวัสดุโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)
- โคมไฟต้องผ่านการทดสอบ Resistance to Corrosion
- มีค่า IP (International Protection Rating) ไม่น้อยกว่า IP66
- มีระดับป้องกันการกระแทก IK08
- ต้องผ่านการทดสอบ Shock Test, Thermal Test และ Endurance Test
- มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันกระชาก (Surge Protection) ไม่น้อยกว่า 15 กิโลโวลต์ (Line to Neutral) โดยติดตั้งภายในตัวโคม
- ผ่านมาตรฐานด้านความปลอดภัย IEC60598-2-5 (Particular Requirements : Section Five - Floodlights)
- ผ่านการทดสอบและได้ใบรับรองตามมาตรฐานสากล IEC62471 Photo Biological Safety of Lamp Systems (Eye Safety)

(4) สวิตช์ (Switch)

สวิตช์จะเป็นแบบ Indicating, Toggle Action, Flush Mounting, Quiet Type โดยจะต้องมีพิกัด 15 แอมแปร์ แรงดัน 220 โวลต์ ติดตั้งในกล่องอลูมิเนียมพร้อมประกันยางโดยรอบ สวิตช์จะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 1.20 เมตร

(5) 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

เต้ารับกันน้ำจะต้องมีประกันยางโดยรอบ กล่องเหล็กพร้อมฝาปิดแบบสปริง การติดตั้งเต้ารับจะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 0.3 เมตร

(6) แผ่นติดตั้ง (Device Plates)

แผ่นสำหรับ Flush Mounted Devices จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง และเป็นแบบ High Nickel Stainless Steel

(7) ชุดการติดตั้งภายนอก (Outlet Fitting)

อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบจะต้องมีการจัดเตรียมการติดตั้งที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นกล่อง หรืออุปกรณ์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

ในงานฝังท่อภายนอก จะต้องเตรียม Galvanized Pressed Steel Bar ไว้ โดยกล่องจะออกแบบมา โดยเฉพาะสำหรับความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ และในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาตามท้องตลาดได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ กล่องขนาดพิเศษขึ้นมาโดยจะต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

กล่องลอยที่จะใช้สำหรับใส่สวิตช์และปลั๊กจะต้องเป็นชนิด Cast Type หรือเป็นไปตามความต้องการของ อุปกรณ์นั้นๆ โดยกล่องและการติดตั้งในพื้นที่เปียกจะต้องเป็นแบบกันน้ำ

(8) ชุดไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Lighting Unit)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างฉุกเฉินในทุกห้อง โดยในห้องควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องทำงาน จะต้องมียังอย่างน้อย 1 ชุด ซึ่งแสงสว่างจะต้องเพียงพอต่อการทำงานและความปลอดภัยในขณะระบบไฟฟ้าหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

ไฟฟ้าฉุกเฉินจะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ กันสนิมพร้อมแบตเตอรี่ ในแต่ละชุด จะต้องออกแบบไว้สำหรับไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ และระบบ Automatic two-rate solid state charger, ready/off โดยไฟสีเหลืองแสดงสถานะทำงาน ไฟสีแดงแสดงสถานะประจุไฟ และติดตั้งโวลต์มิเตอร์ที่ด้านหน้าของไฟ ฉุกเฉิน

ไฟฉุกเฉินแต่ละชุดจะต้องติดตั้งอุปกรณ์หน่วงเวลาไว้สำหรับหน่วงเวลาเมื่อเข้าสู่สภาวะปกติ 3 นาที

13.4 สายไฟและเคเบิล

13.4.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟ เคเบิล และส่วนที่เพิ่มเติมในส่วนต่างๆ ตามที่กำหนดไว้

(2) ตัวอย่างของสายไฟและสายเคเบิล จะต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ในแต่ละตัวอย่างจะต้องมีแรงดันขนาด และชนิดของฉนวนเขียนไว้บนเปลือกของสายด้วย

(3) สำหรับแสงสว่างและระบบกำลังขนาดสายไฟ จะต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สำหรับส่วนควบคุมจะต้อง ไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

13.4.2 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 THW, NYY ขนาดตั้งแต่ 2.5 ตร.มม. จนถึง 500 ตร.มม. จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน TIS 11-2531

(2) สายไฟ

สำหรับระบบลงดินจะต้องเป็นทองแดง โดยต้องได้มาตรฐาน TIS หรือใกล้เคียง

13.4.3 การติดตั้ง

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดึงสายไฟและเคเบิลไปตามที่ต่างๆ และทำการต่อหรือพันเทปปิดปลายสาย

(2) สายไฟหรือเคเบิลในท่อ

(ก) ใช้ข้อสับที่เป็นลูกกลิ้ง เพื่อป้องกันการบิดงอของสายเคเบิลที่นำเข้าไปในท่อร้อยสาย

(ข) จะต้องระวังดินหรือน้ำเข้าไปในท่อ

(ค) ทำความสะอาดท่อเดินและนำ Compound Prior ออกเพื่อทำการใส่สายเคเบิลใหม่ลงไป

(ง) ผนวมนของตัวนำจะต้องไม่เสียหาย

(จ) จะต้องไม่ก่อตัวนำน้อยกว่าที่ข้อนแนะนำของอุปกรณ์มีไว้

(ฉ) ทำการหล่อลื่นสายเคเบิลถ้าต้องการดึงโดยใช้สารหล่อลื่น (Compound) อย่าใช้น้ำมันหรือจารบี

(ช) การเชื่อมต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องดึงสาย และกล่องเชื่อมต่อสายภายนอก

(ซ) ใช้จามม้วนเคเบิลในการดึงสายไฟไปยังกล่อง และในท่อเพื่อป้องกันการงอของตัวนำที่มากเกินไป และตัวนำจะต้องไม่สัมผัสกับขอบที่มีความคม

(ณ) สำหรับสายเคเบิลขนาดใหญ่ ควรใช้กริป (Grip) ในการดึงสาย

(ญ) ความตึงในการดึงสายต้องไม่มากกว่าที่ข้อกำหนดของสายกำหนดไว้

(ฎ) ถ้าในขณะที่ทำงาน ผู้รับจ้างพบว่าที่ว่างภายในท่อร้อยสายไฟน้อยกว่า 40% ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหยุดการทำงานเพื่อรอผลการพิจารณา แต่โดยทั่วไปจำนวนของสายเคเบิลในท่อมีการกำหนดไว้ตามตารางที่ 13.4-1

(ฏ) สายเคเบิลทั้งหมดจะต้องทำการตรวจสอบในส่วนของการขนาดและความยาวก่อนทำการดึงเข้าไปในท่อเคเบิลที่ดึงไปในท่อผิดขนาดหรือสั้นเกินไปให้นำออกมาและเปลี่ยนใหม่ โดยเคเบิลจะต้องถูกนำออกจากท่อทันที

(ฐ) เมื่อทำการดึงสายเสร็จจะต้องทำเครื่องหมายที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง ทั้งในส่วนของการสายไฟกำลังและส่วนสายไฟฟ้าควบคุม โดยจะต้องแสดงขนาดของสายและอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อกับสายนั้นๆ

(3) สายเคเบิลในรางเดินสาย

(ก) ติดตั้งลูกรอกและลูกกลิ้ง เพื่อความสะดวกในการดึงสาย ใช้ลูกรอกโรตัมมิงกว้างสำหรับการดึงในส่วนที่โค้งงอ

(ข) ใช้ Basket Pulling Grip ดึงสายเคเบิลโดยความตึงจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของสายเคเบิล

(ค) ปรับแต่งสายเคเบิลในรางเดินสายให้สวยงาม

(ง) จัดทำทางเข้าสำหรับสายเคเบิล (Crossovers) ถ้าจำเป็น

(จ) จะต้องมียกเว้นระหว่างสายเคเบิล นอกจากจะมีการกำหนดไว้อย่างอื่น

(ฉ) ป้องกันสายเคเบิลในรางเดินสายด้วย Bonding Clips

(ช) รัศมีการโค้งงอต้องไม่น้อยกว่า 7 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิลนั้นๆ

(ซ) การควบคุมคุณภาพ (Field Quality Control)

1) ทดสอบความต่อเนื่องในการเดินสาย ระบบสายดิน และการลัดวงจรจากการต่อของอุปกรณ์อื่นๆ

2) ทดสอบขั้นสุดท้ายในการต่ออุปกรณ์สำหรับความต่อเนื่องของระบบสายดินและการลัดวงจร

3) ความต้านทานของฉนวนสำหรับสายป้อนหลักและสายป้อนย่อย

- ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวน

- ตรวจสอบข้อผิดพลาดและส่วนต่าง ๆ ด้วย Faulty Insulation

- แสดงการติดตั้งของระบบดิน การลัดวงจร และความต้านทานของฉนวนตามค่าของ ICEA

4) ทดสอบสายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง หลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 13.4-1 จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ

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

13.5 ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)

13.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่อและกล่องต่อบนพื้นที่เปิดโล่ง ผ่นังกำแพง หรือบนโครงสร้าง ยกเว้นในส่วนต่างๆ หรือที่แสดงไว้ในแบบ ในการเดินสายทั้งหมดจะต้องใช้ท่อเหล็กแบบกลวไนซ์จุ่มร้อนท่อเหล็กที่นำมาติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

13.5.2 วัสดุและมาตรฐาน

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

(1) ท่อแข็ง

(ก) เกลียวทั้ง 2 ด้านของท่อ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กล่าวไว้ข้างต้น หรือเทียบเท่าซึ่งด้านหนึ่งมี Coupling ส่วนอีกด้านหนึ่งหุ้มได้ด้วยปลอกหุ้ม

(ข) ท่อจะต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์จุ่มร้อน (Hot-Dipped Galvanize) ทั้งภายในและภายนอก

(2) ท่ออ่อนและการติดตั้ง

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

(3) กล่องและการติดตั้ง

กล่องเหล็กอุปกรณ์ประกอบ และฝากล่องต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์ Cast Iron Box สกรูเป็นชนิดกันการ กัดกร่อน

13.5.3 การติดตั้ง

ท่อจะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มม. และความงอไม่มากกว่า 90 องศา กล่องดึงสายจะต้องมีการ จัดเตรียมตามความต้องการหรือตามข้อแนะนำจะต้องติดตั้งท่อร้อยสายให้สมบูรณ์ตามรายละเอียดทั้งหมดก่อนจึงจะ ทำการร้อยสายเคเบิลเข้าท่อ

ในส่วนของการปลายท่อทุกท่อจะต้องมีจุดปิดกันฝุ่นดินและความเปียกชื้นขณะทำงานอยู่ ท่อโลหะและอุปกรณ์ ติดตั้งภายนอกจะต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อ ส่วนรองรับท่อจะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 1.5 เมตร หรือตามความต้องการของ ท่อนั้นๆ

การเดินท่อเดี่ยวจะเดินโดยยึดด้วยแคลมป์รัดท่อ ส่วนการเดินท่อเป็นกลุ่มจะใช้เหล็กรองรับโดยประกอบกับ ก้านเหล็กเกลียวห้อยจากท้องพื้น

อุปกรณ์ที่แขวนท่อ (Conduit Hangers) จะต้องติดกับโครงสร้างเหล็กของคานของตัวหนีบยึด (Channel Clamp) โดยติดกับผิวคอนกรีต

ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้ได้ฉากและขนานกับผนังโดยรอบ และสอดคล้องกับรูปแบบของเพดาน การงอของท่อ จะต้องมียุติจุดกึ่งกลางจุดเดียวกัน ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้สมบูรณ์แบบและสวยงาม

ปลายท่อที่เข้ากล่องต่อสายจะต้องมี Locknuts และ Bushings ท่อเหล็กอ่อนกันน้ำจะใช้ในการต่อเข้า มอเตอร์ และที่ต่างๆ ที่มีการสัมผัสเตือนในบริเวณเชื่อมต่อของอาคาร จะใช้อุปกรณ์ประกอบท่อชนิดยืดหยุ่นได้

กล่องเหล็กจะต้องใช้กับงานฝัง กล่องเหล็กติดตั้งภายนอกและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นเหล็กหล่อ

สีของท่อกำหนดไว้ดังนี้

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

13.6 ระบบรางเดินสายไฟฟ้า

13.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งระบบรางเดินเคเบิลให้เสร็จตามที่ได้กำหนดไว้รางเดินเคเบิลทั้งหมดจะต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

13.6.2 วัสดุ

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

13.6.3 การติดตั้ง

ความยาวรางเดินเคเบิลต้องไม่ต่ำกว่า 3 เมตร การต่อจะต้องใช้เหล็กประกันราง อุปกรณ์รองรับราง เคเบิลต้องมีทุกระยะอย่างน้อย 1.5 เมตร หรือตามที่ระบุมากับอุปกรณ์ ปลายสุดของรางเคเบิลจะใช้หัวปิดปลายชนิด PVC

13.7 ท่อโลหะ (Non-Metallic Conduit)

13.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่อโลหะสำหรับการติดตั้งท่อใต้ดิน ท่อทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

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

13.7.2 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

13.7.3 การติดตั้ง

ท่อโลหะ ต้องใช้มาตรฐาน NEC สายนำช่วยดึงจะต้องถูกจัดไว้ในท่อเพื่อช่วยใน การดึงสายไฟไปตามท่อท่อ จะติดตั้งลึกจากพื้น 0.6 เมตร โดยไม่คำนึงถึงขนาดของท่อในการวางท่อจะต้องป้องกันดิน ทรายนํ้าเข้าท่อเมื่อท่อ 2 ท่อ หรือมากกว่าถูกวางเรียงกันในแนวนอน แต่ละท่อจะต้องมีการจัดระยะห่างกัน 50 มม. (Ø30 มม. และ 50 มม.), 70 มม. (Ø80 มม., 100 มม. และ 150 มม.), 100 มม. (Ø200 มม.) การกลบจะใช้ดินกลบการเชื่อมต่อท่อจะใช้ Straight Joining, Bell mouth, Spare Cap และ Waterproof Wall Sealing Compound

13.8 ระบบสายดิน (Grounding System)

13.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบจัดเตรียมและติดตั้งระบบสายดินให้ตรงตามที่กำหนด ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับงาน ผู้รับจ้าง จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบ

13.8.2 วัสดุ

(1) สายดิน

จะต้องเป็นตัวนำทองแดงเปลือย โดยจะต้องเป็นไปตามการแก้ไขครั้งล่าสุดของ ASTM B3 และ ผลิตภัณฑ์จะต้องสอดคล้องกับ ASTM Specification B8 (Class B)

(2) แท่งลงดิน

ต้องเป็นแท่งเหล็กอาบด้วยทองแดง เส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (15.8 มม.) ยาวอย่างน้อยที่สุด 10 ฟุต (3 เมตร) ในส่วนปลายของแท่งลงดินจะต้องทำให้เป็นทรงกรวย และมีความหนาของผิวหน้าทองแดงต่อเนื่องอย่างน้อย ที่สุด 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 จะต้องถูกออกแบบให้ สามารถเชื่อมต่อ โดยจุดต่อต้องรับกระแสเทียบเท่ากับตัวนำที่ถูกต่อด้วยการเชื่อม Ignition Powder จะถูกบรรจุ ในด้านล่างของ Cartridge เพื่อให้ Ignition Powder ตกไปยังส่วนบนสุดของ Welding Powder เมื่อเทลงไปใน

แบบพิมพ์ Powder Cartridge จะต้องบรรจุกับ Metal Discs แม้พิมพ์จะต้องทนต่ออุณหภูมิสูงได้ และใช้งานได้ อย่างน้อย 50 ครั้ง โดยปราศจากการซ่อมบำรุงและการเปลี่ยน

(4) อุปกรณ์ระบบลงดิน

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

13.8.3 การติดตั้ง

ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องติดตั้งกับระบบสายดินที่อยู่ใกล้ที่สุด อุปกรณ์ป้องกันท่อจะต้องต่อลงดินด้วย ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำสับเบิ้ลจุดต่อลงดิน (Grounding Connections) ถ้ามีการทาสีไปแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการขัดออกและติดตั้งใหม่อีกครั้ง

อุปกรณ์ในที่บริเวณฐาน มอเตอร์ และบริเวณตัวถังหม้อแปลง ท่อร้อยสายเคเบิล โครงสร้างโลหะภายนอก และอุปกรณ์ใกล้เคียงจะต้องทำการต่อลงดินทั้งหมด

สายดินจะต้องเดินในท่อเหล็ก รางเคเบิล แผงวงจรไฟฟ้า และแผงควบคุม และจะต้องต่อลงดินโดยใช้สายสีเขียว ถึงแม้ว่าท่อโลหะทั้งหมดจะต้องต่อระบบดิน แต่จะถือว่าเป็นการต่อลงดินสำหรับมอเตอร์และระบบไฟฟ้าอื่นๆ แล้วไม่ได้การต่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ระบบดินมีความต่อเนื่องระหว่างระบบ ท่อ และอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งถ้าจำเป็นการเดินสายดินแยกต่างหาก ต้องทำด้วย

13.8.4 การทดสอบ

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

13.9 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

13.9.1 ความต้องการ

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

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

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

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

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

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

13.9.2 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง ดังนี้

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

13.10 ระบบ Surge Arrester Protection

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

13.10.1 Lightning Current Arrester Class B

(1)ทั่วไป

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 1312-1 และ 1024-1 และ VDE 0675 Part 6/11.89 และ Part 6/Al/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

13.10.2 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 ตรงบริเวณแนวเส้นเชื่อมด้านท้ายน้ำ

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

13.10.3 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 โดยมีคุณสมบัติดังนี้

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

(ข) Surge Arrester สำหรับระบบสื่อสารข้อมูล

Surge Arrester สำหรับ Remote Input/Output

- Nominal Voltage : 24 Vac
- Nominal Current : 1 A.
- Lightning Impulse Current (10/350 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

13.11 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (ถ้ามี)

13.11.1 ทัวไป

ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก จะต้องมียารละเอียดโครงสร้าง ส่วนประกอบ และเครื่องมือตรวจวัด ดังต่อไปนี้

(ก) ตู้ควบคุมจะต้องมีโครงสร้างตามมาตรฐาน NEMA 3R (ทนต่อสภาพอากาศ) ในกระบวนการผลิตจะต้องได้ ISO 9002 และสอดคล้องกับแผนภูมิเส้นเดียว (Single line diagram) ที่แสดงไว้ในแบบ ในการประกอบจะประกอบตู้แยกเป็นส่วนๆ ตามแนวดิ่งซึ่งแต่ละส่วนเป็นชนิดตั้งพื้น และต้องออกแบบไว้เพื่อการต่อเติมในอนาคต อุปกรณ์ในการจับยึดตู้แต่ละส่วนเข้าด้วยกัน จะยึดด้วยสลักเกลียวโดยจะไม่มีการเชื่อม ส่วนบนและหน้าของตู้จะต้องเปิดออกได้ และจะมีการเตรียมพื้นที่ระบายอากาศไว้อย่างเหมาะสม แผ่นเหล็กทั้งหมดจะต้องทำกันสนิม ก่อนทำการทาสี เมื่อประกอบเสร็จจะพ่นด้วยสีเทาอ่อนที่ผิวภายในและภายนอกทั้งหมด

(ข) สลักหรือรอยเชื่อม และฉนวนต่าง ๆ จะต้องเตรียมไว้รองรับ และยึดบัสบาร์แนวนอนจากแรงบิดสูงสุดที่เกิดจากการลัดวงจรได้ (Short Circuit) จากระบบไฟฟ้า แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 50,000 แอมป์

(ค) บัสบาร์ในแนวนอนและจุดต่อบัสบาร์ระหว่างบัสบาร์หลักและสวิตช์ทั้งหมด จะต้องเป็นทองแดงขนาดพอที่จะไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 45°C ที่อุณหภูมิอากาศภายนอก 40 °C จุดต่อบัสบาร์ ทั้งหมดจะต้องเคลือบเงิน (Silver Plate)

(ง) บัสบาร์นิวตรอลสำหรับตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าจะต้องมีฉนวนป้องกัน และทำการติดตั้งในที่ที่เหมาะสม พร้อมกันนี้ต้องเตรียมบัสบาร์สำหรับต่อสายดินของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดความยาวตู้ด้วย

(จ) จำนวนและขนาดของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ และสวิตช์ต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบ โดยมีกระแสลัดวงจร (Interrupting) ตามความต้องการของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือที่แสดงอยู่ในแบบ สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติจะต้องมีตัวจับยึดสายเคเบิล อุปกรณ์ป้องกันทั้งหมด เช่น อุปกรณ์ป้องกันแรงดันตก Shunt-Trip เครื่องวัดแรงดัน-กระแส และเครื่องวัดอื่น ๆ จะต้องจัดเตรียมไว้ตามแบบ

(ฉ) แต่ละวงจรร้อยจะต้องมีแผ่นป้ายชื่อ

(ช) การประกอบตู้ควบคุมจะต้องยึดอยู่บนรางเหล็กและยกระดับขึ้นบนฐานตู้ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ในการปรับระดับไว้ด้วย เพื่อช่วยในการติดตั้ง

(ซ) เครื่องมือวัดภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก หน้าปัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 110 x 110 มม. สเกล 250 องศา ความคลาดเคลื่อน 1% และมีการปรับแต่งแยกเป็นอิสระ

เครื่องมือวัดทั้งหมดจะต้องใช้กับระบบแรงดันต่ำ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ และมีข้อกำหนดดังนี้

- 1) Legible Scale Gradation
- 2) Frictionless Moving Parts
- 3) Shock and Vibration Resistant
- 4) Resistant to Exterior Magnetic Field
- 5) Compact and Light Weight

(ณ) หม้อแปลงกระแส จะต้องมิตราส่วนตามแบบที่แรงดัน 600 โวลต์ เป็นชนิดติดตั้งภายในความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ สามารถนำไปใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดต่าง ๆ ได้ และได้ตามมาตรฐานของ NEMA

(ง) อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าจะต้องจัดเตรียมไว้ในกรณีการเกิดแรงดันสูงเกินปกติ Over Voltage จากระลอกฟ้าผ่า (Lightning Stroke) และการสับเข้าออกของอุปกรณ์ตัดต่อวงจร (Switching) ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าจะต้องสามารถป้องกันอุปกรณ์ต่างๆ ได้

(ฉ) อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมทั้งหมด จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น UL, IEC, BS, DIN, NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือที่ได้รับเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และจากผู้ว่าจ้าง

13.11.2 การติดตั้ง

(ก) ในกรณีที่มีตู้ควบคุมได้แยกย่อยจัดส่งมากกว่า 1 ตู้ ในแต่ละตู้จะต้องนำมาต่อกันให้เป็นตู้สมบูรณ์รวมตู้เดียว

(ข) ในการติดตั้งตู้ควบคุมนั้น ๆ ในขณะที่พื้นที่การติดตั้งยังไม่พอดี หรือระดับยังไม่ได้ ฐานของตู้ควบคุมจะต้องปรับปรุงจนได้ระดับที่แน่นอนก่อนทำการเทปูนในตำแหน่งนั้น ๆ

(ค) ก่อนทำการที่จะจ่ายไฟจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้ายังไม่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานจะต้องทำการเปลี่ยนใหม่

(ง) ตู้หลักและส่วนอื่น ๆ ที่ไม่มีกระแสไหลผ่าน จะต้องทำการต่อลงดิน นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ระหว่างตู้ควบคุมหลักกับตัวนำลงดิน ให้ใช้แถบทองแดง (Copper Tape) ขนาด 25 x 6 มม.

(จ) ตู้ควบคุมจะต้องมีการประกอบและทดสอบโดยผู้ผลิต และมีโครงสร้างตามมาตรฐาน นอกจากจะมีการกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น และจะต้องมีการทดสอบเฉพาะประเภท (Type Test) โดยผู้ชำนาญด้วย

(ฉ) ภายในตู้ควบคุมจะต้องมีการจัดเรียงสายไฟให้เรียบร้อย ซึ่งประกอบด้วย จุดต่อสาย กล่องเดินสาย และ Gland Plates

(ช) หน้าสัมผัสของจุดเชื่อมต่อจะต้องไม่ไปสัมผัสกับสายไฟที่เดินอยู่ แต่ถ้ามีโอกาสที่จะสัมผัสกัน ก็ให้ทำการมัดสายไว้รวมกันที่ใกล้กับจุดนั้น ๆ

13.11.3 การทดสอบ

การทดสอบสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติแรงดันต่ำ ประกอบด้วย

- (ก) ตรวจสอบการต่อลงดินของอุปกรณ์เพื่อให้มั่นใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า
- (ข) ตรวจสอบฉนวนในแต่ละขั้วของสวิตช์ตัดตอนด้วยแรงดัน 1,000 โวลต์ เทียบกับดิน
- (ค) ตรวจสอบแรงดันของสวิตช์ตัดตอนขณะปิดและขณะปลด (Trip) ที่แรงดัน ค่าที่เหมาะสม
- (ง) ทดสอบการทำงานปกติและ ตรวจสอบทั่ว ๆ ไป ของสวิตช์ตัดตอน
- (จ) ปรับแต่งและทำความสะอาดหน้าสัมผัส (Primary Contacts) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- (ฉ) ตรวจสอบที่ว่างที่เหมาะสมของทุกรายการ
- (ช) ตรวจสอบความหล่อลื่น (Lubrication) ให้เหมาะสม
- (ช) ตรวจสอบผลทางด้านขาออกของหม้อแปลงกำลังควบคุม (Control Power Transformer) และฟิวส์ควบคุม (Control Fuse)
- (ฉ) สวิตช์ตัดตอนจะต้องมีการทำงานตรงตามแบบที่กำหนดไว้

- (ญ) การปรับแต่งและการตั้งค่าต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับ
- 1) Series Over current Instantaneous Trip
 - 2) Long Time Delay and Short Time Delay Over current
 - 3) Current Pick-Up
 - 4) Ground Fault Function

13.12 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย

13.12.1 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 นอกจากจะมีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- (3) ทองแดงเป็นแบบ Hard Drawn และต้องทนกระแสได้ถึง 1,000 แอมป์ต่อตารางนิ้ว (พื้นที่หน้าตัด) โดยจะต้องเตรียมบัสบาร์ไว้สำหรับแต่ละเฟส
- (4) ตู้จะต้องติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิด Molded Case Circuit Breaker ขนาดแรงดัน จำนวนขั้ว จะต้องเป็นไปตามแบบ และจะต้องจัดเตรียมบัสบาร์สำหรับนิวทรัลไว้ด้วย
- (5) ตู้จะต้องจัดเตรียมช่องด้านข้างสำหรับต่อร้อยสายอย่างน้อย 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว สำหรับตู้ไฟฟ้ากำลัง (Power Panel Board)
- (6) จะต้องจัดทำป้ายชื่อของแต่ละรายวงจร โดยจะต้องติดตั้งไว้ภายในบริเวณฝาตู้ของแต่ละตู้ไฟฟ้าย่อย
- (7) ตู้หลายๆ ตู้อาจใช้สายป้อนร่วมกัน จุดต่อจะต้องใช้แบบ Double Lugs หรือ Tapped Connectors ดังนั้นจะต้องมีการจัดเตรียมชนิดของ Lugs หรือจุดต่อสำหรับการต่อกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม
- (8) ตู้จะต้องผลิตภัณท์ของ Square “D”, General Electric, Wasting House หรือเทียบเท่า
- (9) อุปกรณ์ป้องกันฟ้ากระแสฟ้าจะต้องจัดไว้สำหรับลดแรงดันเกินจากระลอกกระแสฟ้าผ่า และการสับปลดเปิดปิดสวิตช์ของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสฟ้าผ่าจะต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการป้องกันอุปกรณ์ทั้งหมดได้

13.12.2 การติดตั้ง

- (1) จะต้องมียช่องว่างระหว่างตู้กับผนังอย่างน้อย 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

13.13 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) ปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำให้บ้านพักและสำนักงาน

ประกอบด้วย เสาคอนกรีตอัดแรงขนาด 9 เมตร (ถ้ามี) สายไฟอลูมิเนียมตีเกลียวหุ้มฉนวน แร็ค 4 ช่อง คอนเน็คเตอร์ ล่อฟ้าแรงต่ำ Ground Rod และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(2) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ประกอบด้วยตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยพร้อม CB หลักและย่อย ดังรายละเอียดตามที่แสดงไว้ในแบบ และอุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นๆ โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(3) สายไฟฟ้าเมนแรงต่ำจากตู้ MDB1 และตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย

สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำขนาดตามแบบพร้อมท่อชนิดและขนาดตามแบบ อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(4) โคมไฟ (Lighting Fixture) สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้า

โคมไฟที่ติดตั้งภายในโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย โคมไฟ LED High Bay หลอดไฟ LED Tube โคมไฟ LED Outdoor Luminaire สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในโรงไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยสวิตช์ทางเดียวขนาด 1 ถึง 3 ช่องและเต้ารับไฟฟ้าเดี่ยวและคู่ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(5) ระบบไฟถนน

ระบบไฟถนนได้แก่ระบบไฟส่องสว่างภายนอกโรงไฟฟ้า เช่นระบบไฟส่องตามแนวถนนเข้าโครงการ สะพานบนแนวสันฝาย ถนนภายในพื้นที่โครงการ และไฟส่องสว่างบริเวณลานโกไฟฟ้า เป็นต้น

ระบบไฟถนนประกอบด้วยโคมไฟฟ้าขนาดและชนิดตามแบบ ฐานเสาสูง ท่อร้อยสาย สายไฟ และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(6) ระบบสายดิน (Grounding System) และป้องกันฟ้าผ่าที่โรงไฟฟ้า ประกอบด้วยสายทองแดงเปลือย ท่อหลักดินทองแดง ขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ พร้อมอุปกรณ์ติดตั้งและอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(7) ระบบปรับอากาศภายในโรงไฟฟ้า

ระบบปรับอากาศภายในโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ขนาดตามพื้นที่ใช้สอย และพัดลมระบายอากาศ (ไม่น้อยกว่าจำนวนพื้นที่ใช้สอยคูณด้วย 700 บีทียู) โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

หมวดที่ 14

งานระบบไฟฟ้าแรงสูง

หมวดที่ 14

งานระบบไฟฟ้าแรงสูง

14.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง

14.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ในที่นี้จะรวมถึงการออกแบบ การจัดทำ ผลิตภัณฑ์ การทดสอบ การจัดส่งเครื่องต่างๆ มาที่สถานที่ทำงาน การจัดเก็บในบริเวณที่ทำงาน การก่อสร้าง และการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งโดยผู้รับจ้าง

(1) ระบบไฟฟ้าแรงดันสูงสำหรับโครงการนี้มีพิกัด 22 kV, 3 เฟส 3 สาย, 50 เฮิร์ตซ์

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

(3) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินงานติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ระบบควบคุม และวัสดุต่างๆ เครื่องมือและการทดสอบ อุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึง ซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และต้องดำเนินงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่างๆ ที่กำหนด

ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

14.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ

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

14.1.3 ระบบต่อลงดิน

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

14.1.4 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 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

14.1.5 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอคู่มือการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะมีการจัดส่งและติดตั้งอุปกรณ์ คู่มือจะต้องครอบคลุมถึงวิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง การปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาเครื่องมือ และอุปกรณ์ หลังจากได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างในขั้นสุดท้ายแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำสำเนาคู่มือจำนวน 5 ชุด และจัดส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องมีคู่มือประจำไว้ที่โครงการด้วย

14.1.6 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ

หลังจากการติดตั้งและตรวจรับงานเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทางผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำของผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับการบำรุงรักษา การปฏิบัติงาน และการซ่อมแซมอุปกรณ์ทั้งหมด ภายใต้สัญญานี้

การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาและการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นให้รวมอยู่ในสัญญานี้ว่าจ้าง

14.1.7 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

14.1.8 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

14.1.9 คุณภาพของงาน (Workmanship)

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงาน คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

ชิ้นส่วนวัสดุจะต้องสอดคล้องกับแบบ จุดยึด พื้นผิวที่หน้าสัมผัส และส่วนประกอบของอุปกรณ์ จะต้องมีความเหมาะสมกับตัว (Casting) จะต้องยึดด้วยน็อต (Nuts) และต้องแสดงรูปการติดตั้งที่สมบูรณ์ไว้ในแบบด้วย สำหรับนอตตัวผู้น็อตตัวเมีย สลักเกลียว ฯลฯ สำหรับท่อ จะต้องอยู่ในมาตรฐาน International Organization for Standardization โดยใช้มาตรฐานหน่วยการวัดเป็นระบบเมตริก ผู้รับจ้างจะต้องใช้มาตรฐานดังกล่าวในการยื่นข้อเสนอตามสัญญา

14.1.10 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้นตู้ควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบกับตารางสีแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

14.1.11 งานฝังภายนอกและอื่นๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้าง ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้าง ร่องเดินสายกับฝาปิด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยการเจาะและเว้นที่สำหรับขนาดของคอมไฟ โครงสร้างคอนกรีต และท่อพีวีซี

14.1.12 การทดสอบ

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

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะทำการทดสอบการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาว่าเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดหรือไม่ สัญญาจะสิ้นสุดเมื่อไม่มีข้อคัดค้านใดๆ วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติจะต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ เพื่อพิจารณาถึงการดำเนินการและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด

ถ้าในการทดสอบเกี่ยวกับการดำเนินการหรือหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่ำกว่าข้อกำหนดที่มีไว้ในสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด และทำการทดสอบอีกครั้ง

14.1.13 อุปกรณ์อะไหล่

จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่ที่เหมาะสม ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องระบุประเภท และการใช้งานไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์อะไหล่ที่ต้องจัดหานั้น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

14.2 ระบบสายส่ง 22 kV

14.2.1 ทัวไป

งานในส่วนนี้จะประกอบด้วย อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบแรงสูง 22 kV โดยจะกำหนดการต่อในส่วนไฟฟ้ากับส่วนประกอบอื่น ให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้

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

14.2.2 มาตรฐานและอุปกรณ์

(1) มาตรฐาน

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

(2) ตัวล่อฟ้า (Lightning Arrestor)

ตัวล่อฟ้าจะต้องป้องกันความเสียหายที่อุปกรณ์ทางด้านแรงสูง จากการเหนี่ยวนำของฟ้าผ่าที่มาตามสาย โดยจะต้องได้มาตรฐานตาม IEC99 หรือ ANSI C62.1 หรือใกล้เคียง

ล่อฟ้าจะต้องมีพิกัดดังนี้

- ชนิด	:	1 ขั้ว, ติดตั้งภายนอก
- พิกัดแรงดัน	:	20-21 kV
- พิกัดความถี่	:	50 Hz
- 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	:	24 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 22 kV
สายส่งเป็นแบบหุ้มฉนวนเต็มพิกัด (SAC) โดยต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือเทียบเท่า
- (6) เสาไฟฟ้าคอนกรีตและวัสดุ
เสาไฟฟ้าและวัสดุต่างๆ จะต้องสามารถรองรับโครงสร้างของระบบสายส่งได้ และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือที่กำหนดไว้ดังนี้
- (ก) เสาไฟฟ้าคอนกรีต
เสาคอนกรีตต้องเป็นแบบคอนกรีตอัดแรง ผิวของเสาจะต้องมีไม่โพรงอากาศซีเมนต์จะต้องเป็นแบบ Portland Cement ตามมาตรฐาน ASTM C-150 หรือเทียบเท่า คอนกรีตหรือเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรงจะต้องมีคุณสมบัติตามที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด
- (ข) คานคอนกรีต (Cross Arm)
คานคอนกรีตจะติดตั้งบนยอดของเสาคอนกรีตสูง 12 เมตร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ ขนาดของคานคอนกรีตเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (ค) สายดินและเหล็กตีเกลียวสำหรับยึดสายส่ง พร้อมอุปกรณ์จับยึด
สายดินจะติดตั้งบนเสาคอนกรีต 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 คานคอนกรีต ตัวเชื่อม ตัวจับยึด หลอดพีวีซี ชนิดของฉนวนของพีวีซี ในการติดตั้งและ Concrete Backfill และอื่นๆ โดยทั้งหมดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

14.2.3 วิธีการติดตั้ง

ในการติดตั้งเสาไฟฟ้าแรงสูง 22 kV จะต้องเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามข้อกำหนดดังนี้

- (1) เสาไฟฟ้าแรงสูง
เสาไฟฟ้าแรงสูง ความสูง 12 เมตร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ จะต้องติดตั้งในแนวตั้งกับพื้นทุกระยะประมาณ 40 เมตร และฝังลึกลงใต้ดินประมาณ 2 เมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่นั้น
- (2) ตัวล่อฟ้า
จะติดตั้งที่สถานที่ติดตั้งหม้อแปลง 3 เฟส ซึ่งจะอยู่บนคานคอนกรีตอัดแรงขนาด 100x1,000x3,200 มม. หรือติดตั้งที่บริเวณคานคอนกรีต (Cross Arm) ขนาด 100 x 100 x 2,500 มม.
- (3) เพาเวอร์พีส
เพาเวอร์พีส หรือดรอปปาท์พีสแรงสูง และอุปกรณ์ตัดตอน (Cutout) จะติดตั้งบริเวณสถานที่ติดตั้งหม้อแปลงบนคานคอนกรีตอัดแรงขนาด 100 x 100 x 3,200 มม. หรือแบบแขวนเสาจะติดตั้งดรอปปาท์พีสและอุปกรณ์ตัดตอน (Cutout) ที่คานคอนกรีต ขนาด 100 x 100 x 2,500 มม.

- (4) หม้อแปลงมิเตอร์และ Revenue
การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (5) สายส่ง 22 kV
สายส่งเป็นแบบ หุ้มฉนวนเต็มพิกัด (SAC) ติดตั้งบนฉนวนบน คานคอนกรีต (Cross Arm) ความตึงของสายไฟ และระยะตักท้องข้างจะต้องสอดคล้องกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (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 จะต้องมีควมยาวเท่ากับตำแหน่งที่ติดตั้งและวิธีการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (7) ลวดยึด (Guys)
ลวดยึดจะติดตั้งที่เสาไฟฟ้าแบบ Dead End Angle Structure หรือ เสาคอนกรีตสูง 12 เมตร หรือเสารองรับในการยึดข้ามถนน วิธีการติดตั้งลวดยึดจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- (8) การติดตั้งระบบสายดิน
สายดินและแท่งลงดินของระบบสายส่ง 22 kV จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - (ก) หม้อแปลงมิเตอร์ และ Revenue มิเตอร์
หม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน Revenue มิเตอร์ และกับดักฟ้าผ่าจะต้องต่อกับสายดินและแท่งลงดิน สายดินของหม้อแปลงและกับดักฟ้าผ่าจะติดกับฝั่งตรงข้ามของเสาไฟ และหุ้มด้วยท่อ PVC ขนาด 2.5 เมตร แท่งลงดินจะต้องฝังดินลึก 0.05 เมตร
 - (ข) ความต้านทานของสายดินและแท่งลงดินจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้
- (9) การติดตั้งสายส่งแรงสูงข้ามแม่น้ำหรือคลองส่งน้ำ
ลักษณะการติดตั้ง รวมถึงวัสดุในการติดตั้ง เช่น เสาคอนกรีต ฉนวนรองรับสายส่ง คานคอนกรีต ลวดยึด และระยะตักท้องข้างระหว่างสายส่งกับพื้นน้ำ จะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

14.3 หม้อแปลง (ถ้ามี)

14.3.1 ทัวไป

งานภายใต้สัญญานี้ประกอบด้วย การจัดเตรียมและติดตั้งหม้อแปลง รวมถึงการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ภายใต้มาตรฐานและข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) งานจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงสำหรับโครงการนี้ประกอบด้วย

- (1) หม้อแปลงกำลังไฟฟ้าขึ้น (Step-up Power Transformer) จาก 3.3 กิโลโวลต์ ขึ้นไปที่ระดับแรงดัน 22 กิโลโวลต์ เพื่อจ่ายให้กับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กฟภ. จำนวน 2 เครื่อง
- (2) หม้อแปลงกำลังไฟฟ้าขึ้น (Step-up Power Transformer) จาก 0.4 กิโลโวลต์ ขึ้นไปที่ระดับแรงดัน 22 กิโลโวลต์ เพื่อจ่ายให้กับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กฟภ. จำนวน 2 เครื่อง

14.3.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ

งานหม้อแปลงสำหรับสัญญานี้ เป็นหม้อแปลงกำลังไฟฟ้าขึ้น (Step-up Power Transformer) ซึ่งจะต้องมีโครงสร้างที่ได้มาตรฐานและประกอบกับอุปกรณ์ที่จำเป็นดังนี้

(1) มาตรฐาน

หม้อแปลงกำลังไฟฟ้าขึ้น (Step-up Power Transformer) จะต้องมีการผลิตและทดสอบให้สอดคล้องกับข้อกำหนดมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเคียง

(2) ชนิด ขนาด และคุณสมบัติ

หม้อแปลงจะต้องมีพิกัดต่างๆ เมื่อทำการปฏิบัติงานในระดับความสูง 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลดังต่อไปนี้

- | | | |
|---|---|---|
| (ก) ชนิด | : | จุ่มน้ำมัน (Oil Immersed Transformer) ติดตั้งภายนอก |
| (ข) จำนวนเฟส | : | 3 เฟส |
| (ค) ความถี่ | : | 50 Hz |
| (ง) พิกัดกำลัง | : | 1,700 kVA จำนวน 2 ชุด |
| | : | 700 kVA จำนวน 2 ชุด |
| (จ) พิกัดแรงดัน | | |
| - หม้อแปลงสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ภายในโรงไฟฟ้า | | |
| แรงดันสูง | : | 22 kV |
| แรงดันต่ำ | : | 3,300 V |
| - หม้อแปลงสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) บริเวณทางระบายน้ำฉุกเฉิน | | |
| แรงดันสูง | : | 22 kV |
| แรงดันต่ำ | : | 400 V |
| (ฉ) ระดับฉนวนของขดลวดและอุปกรณ์ประกอบ | : | เป็นไปตามมาตรฐาน IEC |
| (ช) ประสิทธิภาพ | : | เป็นไปตามมาตรฐาน IEC |
| (ซ) ชนิดของขดลวด | : | ทองแดง |
| (ฌ) การระบายความร้อน | : | ระบายความร้อนด้วยตัวเอง |
| (ญ) กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group) | : | Wye-Delta |
| (ฎ) ความต้านทานแรงดัน (Impedance Voltage) | : | เป็นไปตามมาตรฐาน IEC |
| (ฏ) อุณหภูมิเฉลี่ยของขดลวดขณะทำงานที่พิกัด kVA | : | ไม่เกิน 65 °C |
| (ฐ) อุณหภูมิส่วนบนสุดของน้ำมัน | : | ไม่เกิน 60 °C |
| (ฑ) อุณหภูมิสูงสุดของขดลวดขณะทำงานที่พิกัด kVA | : | ไม่เกิน 80 °C |
| (ฒ) Basic Impulse Insulation Level (BIL) | : | 150 kV |
| (ณ) Tap Changer | : | ติดตั้งด้านแรงสูง $\pm 2 \times 2.5 \%$ |
| (ด) ระดับเสียงรบกวน | : | เป็นไปตามมาตรฐาน IEC |
| (ต) มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ | : | เป็นไปตามมาตรฐาน IEC |

(3) โครงสร้างหม้อแปลง

(ก) ตัวถัง (Tank)

โครงสร้างของแต่ละหม้อแปลงจะต้องเป็นเหล็ก ซึ่งป้องกันการรั่วซึมของน้ำมันและแก๊สได้ และจะต้องไม่มีรอยร้าวฉีกขาด ทนต่อความดัน +10 psi. ได้ และสุญญากาศทนได้ -10 psi. ตัวถังที่แล้วเสร็จสมบูรณ์ จะต้องทำความสะอาดพื้นผิวทั้งหมดก่อนการลงสี โดยพื้นผิวภายในจะต้องทาสีที่กันน้ำมัน และพื้นผิวภายนอกจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรกก่อนจะลงสีกันน้ำ

(ข) แกนเหล็ก

แกนเหล็กจะต้องมีคุณภาพสูง (Non-Aging High Permeability Silicon Steel) เหล็กจะต้องเป็นชิ้นบาง ๆ และเรียบ ทั้ง 2 ด้านของแต่ละแผ่นจะต้องมีฉนวนที่มีความหนาแน่น กันความร้อน และเคลือบผิว แกนเหล็กจะต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรงต่อการรองรับการพันขดลวดทองแดงและการเลื่อนของแผ่นเหล็กออกจากกันระหว่างการทำงาน และจะต้องลดแรงสั่นสะเทือนให้เหลือน้อยที่สุดในระหว่างการปฏิบัติงานด้วย

(ค) ขดลวด

ในการพันขดลวดจะต้องเป็นแบบที่ทันสมัยที่สุด ขดลวดจะต้องจัดเตรียมไว้อย่างเหมาะสมกับท่อน้ำมัน (Oil Duct) จุดสิ้นสุดของขดลวดจะต้องใช้ฉนวนแบบพิเศษ ขดลวดที่นำมาใช้งานจะต้องทนต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และฉนวนจะต้องทนต่อการทำลายในกรณีที่เกิดภาวะไม่ปกติ จะต้องมียุทธวิธีขึ้นระหว่างขดลวดและแกนเหล็กที่เหมาะสม และที่จุดของขดลวด จะต้องมีการป้องกันพิเศษในการรับแรงของสายในขณะภาวะไม่ปกติ การประกอบแกนเหล็กและขดลวดจะทำในสุญญากาศ

(ง) บุชชิ่ง (Bushings)

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วัสดุที่เคลือบทั้งหมดจะต้องเป็นแบบชิ้นเดียว หมุดยึดจะต้องมีอยู่ทุกๆ บุชชิ่ง และจะต้องมีการปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีการเปลี่ยนขนาดแรงดัน H.T. Bushings จะต้องมีการ Full Wave Impulse Withstand Voltage หรือ Basic Insulation Level (BIL) ไม่ต่ำกว่า 150 kV สำหรับระบบ 22 kV

(จ) น้ำมันหม้อแปลง (Transformer Oil)

หม้อแปลงจะต้องถูกเตรียมพร้อมกับระบบควบคุมน้ำมัน ซึ่งจะป้องกันไม่ให้น้ำมันมาสัมผัสกับอากาศภายนอก ระบบนี้อาจมีอยู่ในหม้อแปลงชนิด ถังผนึก (Sealed Tank) หรือตัวถังชนิด Expansion Tank

(ฉ) จุดต่อ (Terminal Arrangement)

บุชชิ่ง แรงดันสูงจะประกอบด้วยตัวยึดชนิด Solder less Clamp สำหรับสายอลูมิเนียม และสายทองแดง บุชชิ่ง แรงดันต่ำจะประกอบด้วยตัวยึดชนิด Solder less Clamp สำหรับสายทองแดงและสายอลูมิเนียมชุบร้อน ตัวยึดจะต้องจัดเตรียมไว้พร้อมกับ Mounting Bolts, Nuts, Washers และ Lock Washers หรือ สเตนเลส หรือ ดีกว่า

(ช) ระบบหล่อเย็น

หม้อแปลงจะต้องออกแบบระบบหล่อเย็น ไม่ว่าจะเป็นชนิด Corrugated Fin หรือ Radiator Fin เพื่อช่วยในการระบายความร้อนด้วยอากาศ

14.3.3 การประกอบและการทดสอบ

หม้อแปลงจะต้องทำการประกอบให้แล้วเสร็จจากสถานที่ผลิต และจะต้องทำการทดสอบรวมถึงค่าใช้จ่ายโดยผู้รับจ้าง

(1) การทดสอบทั่วไป (Routine test)

หม้อแปลงชนิดจุ่มน้ำมัน (Oil Immersed Transformer)

- การทดสอบทั่วไปจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของ กฟภ.
- ตรวจสอบความต้านทานของขดลวดทั้งหมด
- ตรวจสอบความต้านทานของฉนวน
- ทดสอบความสามารถในการทำงาน (Applied Potential Test)
- ทดสอบความสามารถในการเหนี่ยวนำ (Inducted Potential Test)
- ทดสอบอัตราส่วนของแรงดันพิกัด และชุดอุปกรณ์ปรับแรงดันทั้งหมด
- ขั้วและเฟสต่างๆ (Polarity and Phase-Relation Tests)
- ทดสอบกำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ (No-Load) ที่แรงดันพิกัด
- ทดสอบกำลังสูญเสียขณะมีภาระเต็มที่ (Full-Load) ที่แรงดันพิกัด
- ตรวจวัดกระแสขณะทำงานหรือไม่มีภาระ (No-Load) ที่แรงดันพิกัด
- ตรวจสอบความต้านทานแรงดันที่กระแสพิกัดที่แรงดันพิกัด (Rated Voltage Connection)
- ทดสอบฉนวนน้ำมัน (Oil Insulation Dielectric Test)

(2) การทดสอบพิเศษ (Special Tests)

การทดสอบจะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างผู้ตรวจสอบ

- (ก) อุณหภูมิเพิ่มหรือความร้อนในขณะทำงาน
- (ข) การทดสอบระดับเสียงจะต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

(3) เอกสารที่ต้องจัดทำ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมสำเนาใบรับรองการตรวจสอบ กราฟ และข้อมูลมาตรฐานในการใช้งาน จำนวน 4 ชุด ค่าใช้จ่ายในการจัดทำ การตรวจสอบ ทดสอบ และจัดทำรายงาน ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

(4) การทดสอบภาคสนาม (Field Tests)

หลังจากการติดตั้ง และก่อนที่จะทำการจ่ายไฟให้หม้อแปลง หม้อแปลงจะต้องมีการทดสอบดังนี้

- ตรวจสอบขนาดของหม้อแปลง
- ตรวจสอบสัญลักษณ์ของกลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group)
- ตรวจสอบฉนวนน้ำมัน
- ทดสอบการทำงานของชุดปรับแรงดัน (Tap Changer)
- ตรวจวัดความต้านทานของฉนวน
- ตรวจวัดอัตราส่วนของแรงดัน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่างผู้ชำนาญการจากบริษัทผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้ามาร่วมตรวจสอบ (Inspection) ระหว่างการติดตั้ง

14.3.4 การติดตั้ง

วิธีการติดตั้งหรือการจัดเตรียมสถานที่ทำการติดตั้ง จะต้องสอดคล้องกับความต้องการและข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งแบ่งเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

(1) การติดตั้งอุปกรณ์กับดักฟ้าผ่า

อุปกรณ์กับดักฟ้าผ่า จะต้องติดตั้งที่สถานที่ติดตั้งหม้อแปลง และจะต้องสามารถป้องกันคลื่นฟ้าผ่า (Lightning Surge) ได้ โดยมาตรฐาน พิกัด และวิธีการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(2) ฟิวส์จำกัดกระแสแรงดันสูง (Current Limiting Power Fuse)

ฟิวส์กำลังจะแยกออกได้เป็น ฟิวส์จำกัดกระแสแรงดันสูง (High-Tension Current Limiting Power Fuse) หรือ ดรอพอเอาท์ฟิวส์ (Drop-Out Fuse) พร้อมอุปกรณ์ตัดวงจร (Cutout) จะต้องติดตั้งบริเวณสถานที่ติดตั้งหม้อแปลง อุปกรณ์ตัดวงจร และดรอพอเอาท์ฟิวส์จะต้องมีมาตรฐาน พิกัด และวิธีการติดตั้งตามที่กำหนดไว้

(3) การติดตั้งตัวเก็บประจุ (Capacitor Installation)

ตัวเก็บประจุแรงดันต่ำจะต้องติดตั้งที่ตำแหน่งใกล้หม้อแปลง และจะต้องช่วยปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ทางด้านระบบแรงดันต่ำของหม้อแปลงให้มีค่าได้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(4) การติดตั้งระบบต่อลงดินของหม้อแปลง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม และติดตั้งระบบต่อลงดินของหม้อแปลงให้สมบูรณ์ ทั้งในระบบแรงดันสูง และระบบแรงดันต่ำตามที่กำหนดไว้

(ก) สายดินและแท่งลงดิน

สายดินจะเป็นสายทองแดงขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ แท่งลงดินเป็นเหล็กกล้าวาล์นซ์ เคลือบด้วยทองแดง มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 3 เมตร

(ข) การติดตั้งระบบต่อลงดิน

สายดินและแท่งลงดินของด้านแรงดันสูง และแรงดันต่ำ จะต้องทำตามข้อกำหนดดังนี้

- ด้านแรงดันสูง

ลูกถ้วยรองสาย อุปกรณ์กับดักฟ้าผ่า ฟิวส์ตัดวงจร และตัวถังหม้อแปลง จะต้องต่อสายดินและแท่งลงดิน สายดินจะติดอยู่ข้าง ๆ เสาคอนกรีต และฝังดินลึก 0.5 เมตร ในแนวระดับระยะ 2-5 เมตร รอบ ๆ ฐานรองหม้อแปลง 3 เฟส

- ด้านแรงดันต่ำ

สายนิวตรอน หรือสายเคเบิลของด้านแรงดันต่ำระบบ 3 เฟส จะต้องต่อลงดินที่ฐานเสา คอนกรีต โดยมีระยะไม่น้อยกว่า 20 เมตร จากเสาคอนกรีตที่ใกล้ ๆ กับสถานที่ติดตั้งหม้อแปลง สายดินจะต้องฝังดินลึก 0.5 เมตร

- สายดิน (Overhead Grounded Wire)

สายดินจะต้องติดตั้งและรองรับด้วยเหล็กยึดในส่วนบนสุดของเสาคอนกรีต สายดินจะต้องสามารถป้องกันฟ้าผ่าได้

- สายดินในส่วนที่อยู่เหนือดิน

จะต้องร้อยในท่อพีวีซี ยาว 2.5 เมตร จากระดับดินขึ้นมา เพื่อป้องกันการสัมผัสกับสายดินโดยตรง

- แท่งลงดิน (Grounded Rod) ของหม้อแปลง 3 เฟส จะต้องฝังดินที่ความลึก 0.5 เมตร

(ค) ความต้านทานของระบบต่อลงดิน

ความต้านทานของแท่งลงดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้ามากกว่าที่กำหนดจะต้องเพิ่มแท่งลงดินอีก ความต้านทานรวมของระบบต่อลงดินจะต้องไม่เกิน 2 โอห์ม ถ้าเกินจะต้องเพิ่มแท่งลงดินอีก

14.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานระบบสายส่ง 22 kV

สำหรับสายส่งแรงสูง 22 kV จากจุดต่อขยายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปยังโรงไฟฟ้า จะประกอบด้วย เสาคอนกรีต คานคอนกรีต รีโครสเซอร์และอุปกรณ์ ลูกถ้วย เหล็กประกบกับคอน แคล้ม สแตรน สายอลูมิเนียมเปลือย ฉนวนป้องกัน ระบบต่อลงดิน ลวดเหล็กตีเกลียว เหล็กรับสายล่อฟ้า สมอบกคอนกรีต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(2) งานจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ (ถ้ามี)

เป็นการจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ 3 เฟส แท่นหม้อแปลง ฝาครอบหม้อแปลง อุปกรณ์ป้องกัน รั้วล้อมหม้อแปลง และอุปกรณ์ที่จำเป็น ตามจำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา

(3) งานลานไถไฟฟ้า

เป็นการก่อสร้างแท่นหม้อแปลง รั้วล้อมหม้อแปลง ปูเกลี่ยหินย่อย ติดตั้งป้ายเตือน และงานอื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยจะตรวจวัดปริมาณเหมารวมเป็นแท่ง หรือตามที่ระบุไว้ในตารางแสดงปริมาณงานและราคา