



โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กห้วยลำสินธุ์
HUAI LAM SIN HYDROPOWER PROJECT
อำเภอองครักษ์ จังหวัดพิจิตร
AMPHOE KONG RA CHANGWAT PHATTHALUNG

สัญญา C1
CONTRACT C1
งานโยธา
CIVIL WORKS

เอกสารหมายเลข 2
VOLUME 2
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
TECHNICAL SPECIFICATIONS



บริษัท ฟรอนเทียร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนท์ส จำกัด

มกราคม 2562

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กห้วยลำสินธุ์ จังหวัดพัทลุง
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
งานโยธา

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	XII
หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน	1-1
หมวดที่ 2 งานถางป่า ขุดต่อ และงานเปิดหน้าดิน	2-1
หมวดที่ 3 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ	3-1
หมวดที่ 4 งานขุดดินและขุด - ระเบิดหิน	4-1
หมวดที่ 5 งานถมบดอัดดิน	5-1
หมวดที่ 6 งานถนน	6-1
หมวดที่ 7 งานคอนกรีต	7-1
หมวดที่ 8 งานป้องกันก่อกัดเซาะและงานลดแรงดันน้ำ	8-1
หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	9-1
หมวดที่ 10 งานเหล็ก	10-1
หมวดที่ 11 งานท่อเหล็ก	11-1
หมวดที่ 12 งานก่อสร้างอาคารคอนกรีต	12-1
หมวดที่ 13 งานเบ็ดเตล็ด	13-1
หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้า	14-1

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กห้วยลำสินธุ์ จังหวัดพัทลุง
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
งานโยธา

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	XII
สารบัญรูป	XIII
หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน	1-1
1.1 บทนำ	1-1
1.2 มาตรฐานที่ใช้	1-1
1.3 คุณภาพวัสดุและฝีมือ	1-2
1.4 การสำรวจวางแผนผัง	1-3
1.5 การสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ	1-3
1.6 มาตรการความปลอดภัย	1-4
1.7 การบำรุงรักษาทางสัญจร	1-5
1.8 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน	1-5
1.9 การทดสอบวัสดุ	1-6
1.9.1 การทดสอบที่โรงงาน	1-6
1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ	1-6
1.10 งานชั่วคราว	1-6
1.10.1 การเตรียมพื้นที่	1-6
1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน	1-7
1.10.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง	1-7
1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราว และทางเบี่ยง	1-8
1.11 งานจัดหาหน้า	1-8
1.12 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง	1-8
1.13 งานถ่ายทำและบันทึกภาพ	1-9
1.13.1 บททั่วไป	1-9
1.13.2 ข้อกำหนด	1-9
1.14 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร	1-9
1.15 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม	1-10
1.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	1-11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หมวดที่ 2 งานถางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน	2-1
2.1 ทัวไป	2-1
2.2 งานถางป่า ขุดต่อ	2-1
2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน	2-1
2.4 การวัดงานและการจ่ายเงิน	2-2
หมวดที่ 3 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ	3-1
3.1 ทัวไป	3-1
3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และการสูบน้ำ (Dewatering)	3-1
3.3 การวัดงานและการจ่ายเงิน	3-1
หมวดที่ 4 งานขุดดินและขุด - ระเบิดหิน	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-ระเบิดหินและงานดินขุดยาก	4-2
4.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน	4-3
4.3.4 งานขุดจากบ่อยี่มดิน	4-3
4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน	4-3
4.4 การระเบิดหิน	4-3
4.5 ความคลาดเคลื่อนในการขุด	4-4
4.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน	4-4
หมวดที่ 5 งานถมบดอัดดิน	5-1
5.1 ทัวไป	5-1
5.2 คำจำกัดความ	5-1
5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม	5-1
5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ	5-1
5.5 การบดอัดดิน	5-2
5.6 ความชื้น	5-2
5.7 ความแน่นของดิน	5-2
5.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน	5-3
5.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น	5-3

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.10 การถมทรายบดอัดแน่น	5-3
5.11 การวัดงานและการจ่ายเงิน	5-3
หมวดที่ 6 งานถนน	6-1
6.1 ทัวไป	6-1
6.2 งานวางพื้นที่และขุดตอ	6-1
6.3 งานดินตัดและงาน Rock Excavation	6-2
6.4 งานดินถม	6-2
6.5 งานชั้นรองพื้นทางและชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง	6-3
6.5.1 วัสดุ	6-3
6.5.2 วิธีการก่อสร้าง	6-5
6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	6-6
6.6 งานชั้นทรายรองพื้นบดอัดแน่น	6-6
6.6.1 วัสดุ	6-6
6.6.2 วิธีการก่อสร้าง	6-7
6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	6-7
6.7 งานผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก	6-8
6.7.1 วัสดุ	6-8
6.7.2 วิธีการก่อสร้าง	6-8
6.7.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	6-10
6.8 มาตรฐานวิธีการทดสอบ	6-11
6.9 การวัดงานและการจ่ายเงิน	6-11
หมวดที่ 7 งานคอนกรีต	7-1
7.1 ทัวไป	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	7-5
7.2.6 การลำเลียงคอนกรีต	7-6
7.2.7 การเทคอนกรีต	7-6
7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น	7-7

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
7.2.9	การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ	7-8
7.2.10	การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด	7-9
7.3	แบบหล่อคอนกรีต	7-10
7.3.1	ทั่วไป	7-10
7.3.2	ไม้ที่ใช้ทำแบบและรูปแบบ	7-10
7.3.3	การรูปแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก	7-10
7.3.4	การรูปแบบไม้ผิวหยาบ	7-10
7.3.5	การยึดแบบ	7-10
7.3.6	การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน	7-11
7.4	การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน	7-11
7.4.1	ทั่วไป	7-11
7.4.2	การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต	7-11
7.5	การซ่อมคอนกรีต	7-12
7.5.1	ทั่วไป	7-12
7.5.2	การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack Mortar)	7-12
7.5.3	การซ่อมด้วยคอนกรีต (Concrete Replacement)	7-12
7.5.4	การซ่อมด้วยปูนทราย (Mortar Replacement)	7-13
7.5.5	การซ่อมด้วย Epoxy	7-13
7.6	การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต	7-13
7.7	การปมคอนกรีต	7-13
7.7.1	การปมด้วยน้ำ	7-13
7.7.2	การปมด้วยน้ำยาปมคอนกรีต	7-14
7.7.3	การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต	7-14
7.7.4	น้ำยาปมคอนกรีต (Curing Compound)	7-14
7.8	รอยต่อคอนกรีต	7-15
7.8.1	รอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint)	7-15
7.8.2	รอยต่อเมื่อหด (Contraction Joint)	7-15
7.8.3	รอยต่อเมื่อขยาย (Expansion Joint)	7-15
7.9	วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต	7-15
7.9.1	แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (Waterstop)	7-15
7.9.2	วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Sealant)	7-16
7.9.3	Elastic Filler	7-17
7.9.4	Bituminous Fiber Sheet	7-17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.10 คอนกรีตมวล (Mass Concrete) ผสมกับหินทั้งขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.	7-18
7.11 การ Grout คอนกรีต	7-18
7.12 Blockout	7-19
7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต	7-19
7.13.1 ทั่วไป	7-19
7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติของเหล็กเสริม	7-19
7.13.3 การตัด ตัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต	7-20
7.13.4 เหล็ก Dowel	7-20
7.14 คอนกรีตพ่นและตะแกรงเหล็ก (Shotcrete and Wiremesh)	7-21
7.14.1 คอนกรีตพ่น	7-21
7.14.2 ตะแกรงเหล็ก	7-25
7.15 สมอเหล็ก (Anchor Bars)	7-25
7.15.1 บททั่วไป	7-25
7.15.2 วัสดุ	7-25
7.15.3 การติดตั้ง	7-25
7.15.4 การทดสอบสมอเหล็ก	7-26
7.16 สมอยึดหิน (Rock Bolts)	7-26
7.16.1 บททั่วไป	7-26
7.16.2 วัสดุ	7-26
7.16.3 รูปแบบการติดตั้ง	7-27
7.16.4 วิธีการติดตั้งและการทดสอบ	7-27
7.17 แผ่นยางรองคานสะพาน (Elastomeric Bearing Pad)	7-28
7.17.1 บททั่วไป	7-28
7.17.2 วัสดุ	7-29
7.17.3 การติดตั้ง	7-30
7.18 แท่งเหล็กรับแรงดึง (Tension Rod)	7-30
7.18.1 บททั่วไป	7-30
7.18.2 วัสดุ	7-30
7.18.3 การติดตั้ง	7-31
7.19 แผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck)	7-31
7.19.1 บททั่วไป	7-31
7.19.2 วัสดุ	7-31
7.19.3 การติดตั้ง	7-32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.20 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต	7-32
7.20.1 ทั่วไป	7-32
7.20.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต	7-32
7.20.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม	7-33
7.21 การวัดงานและการจ่ายเงิน	7-34
หมวดที่ 8 งานป้องกันการกัดเซาะและงานลดแรงดันน้ำ	8-1
8.1 ทั่วไป	8-1
8.2 หินเรียง (Riprap)	8-1
8.3 หินเรียงยาแนว (Grouted Riprap)	8-1
8.4 หินก่อ (Masonry)	8-1
8.5 งานรองพื้น	8-2
8.6 งานลดแรงดันน้ำ	8-3
8.7 งานเกเบียน (Gabion) และแมทเทรซ (Mattress)	8-3
8.8 งานวัสดุแผ่น HDPE (HDPE Sheet)	8-7
8.9 การวัดงานและการจ่ายเงิน	8-9
หมวดที่ 9 งานต่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	9-1
9.1 ทั่วไป	9-1
9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ	9-1
9.3 การวางและการต่อท่อ	9-2
9.4 การถมอัด	9-2
9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ	9-3
9.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน	9-3
หมวดที่ 10 งานเหล็ก	10-1
10.1 ทั่วไป	10-1
10.2 มาตรฐาน	10-1
10.3 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็ก และงานโลหะอื่นๆ	10-2
10.4 การเตรียมการเบื้องต้น	10-2
10.5 การเชื่อม (Weld Connection)	10-2
10.6 การยึดด้วยนอต (Bolt & Nut)	10-3
10.7 การประกอบในโรงงาน	10-3
10.8 การติดตั้ง	10-3

สารบัญ (ต่อ)		หน้า
10.9	งานทาสี	10-4
10.10	งานบานระบายและงานประตูน้ำ	10-5
10.10.1	ขอบเขตของงาน	10-5
10.10.2	งานบานระบายและเครื่องกว้าน	10-6
10.11	ประตูน้ำ (Gate Valve)	10-11
10.11.1	การเคลือบผิว	10-11
10.11.2	การทำเครื่องหมาย	10-11
10.12	แอร์รีลีสวาล์ว (Air Release Valve)	10-12
10.12.1	การเคลือบภายนอกและภายใน	10-12
10.12.2	การทำเครื่องหมาย	10-12
10.13	การวัดงานและการจ่ายเงิน	10-13
หมวดที่ 11	งานท่อเหล็ก	11-1
11.1	ทั่วไป	11-1
11.2	มาตรฐาน	11-2
11.3	งานท่อเหล็ก (Steel Pipe)	11-2
11.4	วัสดุ	11-2
11.4.1	ทั่วไป	11-2
11.4.2	วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก	11-3
11.5	การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก	11-3
11.5.1	การม้วนท่อ (Pipe Forming)	11-4
11.5.2	การเชื่อม (Welding)	11-4
11.5.3	การทดสอบรอยเชื่อม	11-6
11.6	การเคลือบและทาสี	11-7
11.6.1	ทั่วไป	11-7
11.6.2	การทำความสะอาดผิวโลหะ	11-7
11.6.3	การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก	11-8
11.6.4	การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ	11-8
11.6.5	การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมท่อที่โครงการ (Site)	11-9
11.6.6	การเคลือบและทาสี Expansion Joint	11-9
11.6.7	การเคลือบและทาสี Pipe Support	11-10
11.6.8	การเคลือบและทาสี Air Vent Pipe	11-10
11.6.9	หมายเลขของอุปกรณ์ท่อเหล็ก	11-10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
11.7 การขนส่ง	11-11
11.8 การจัดทำอุปกรณ์สำหรับท่อขยายตัว (Expansion Joint) และการติดตั้ง	11-12
11.9 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อ (Concrete Pier)	11-12
11.9.1 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันสูง (Penstock)	11-12
11.9.2 ฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันต่ำ	11-13
11.10 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (Concrete Anchor Block)	11-13
11.11 การขุดดินร่องแนวท่อ ร่องระบายน้ำ และการกลบฝังท่อ	11-13
11.12 การติดตั้ง Air Vent Pipe	11-14
11.13 งานติดตั้งท่อเหล็กและ Pipe Support	11-14
11.13.1 ท่อไป	11-14
11.13.2 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูง (Penstock)	11-14
11.13.3 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันต่ำ (Low Pressure Steel Pipe)	11-15
11.14 การซ่อมแซม	11-16
11.15 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก	11-16
11.15.1 ท่อไป	11-16
11.15.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน	11-18
11.15.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ (Site)	11-19
11.15.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ (Site)	11-21
11.15.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง	11-21
11.16 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้	11-21
11.17 การวัดงานและการจ่ายเงิน	11-22
หมวดที่ 12 งานก่อสร้างอาคารคอนกรีต	12-1
12.1 การเตรียมสถานที่	12-1
12.2 การขุดหลุมฐานราก	12-1
12.3 งานโครงสร้าง	12-1
12.3.1 งานคอนกรีตเสริมเหล็ก	12-1
12.3.2 งานไม้	12-2
12.3.3 งานมุงหลังคา	12-3
12.3.4 งานฝ้าเพดาน	12-4
12.3.5 งานก่ออิฐ	12-5
12.3.6 งานปูนฉาบ	12-6
12.3.7 งานก่อคอนกรีตบล็อก	12-7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
12.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์	12-7
12.4.1 ประตูเหล็กม้วน	12-7
12.4.2 ประตูและหน้าต่างไม้	12-8
12.4.3 ประตูพีวีซี	12-8
12.4.4 ประตูและหน้าต่างอลูมิเนียม	12-9
12.4.5 กระจก	12-9
12.5 งานพื้นกระเบื้องยาง (Vinyl Tiles)	12-9
12.6 งานปูกระเบื้องเซรามิค	12-10
12.7 งานพื้นเคลือบ Epoxy Resin	12-11
12.8 งานเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	12-11
12.9 งานทาสี	12-12
12.10 งานระบบท่อสุขาภิบาล	12-13
12.11 การวัดงานและการจ่ายเงิน	12-14
หมวดที่ 13 งานเบ็ดเตล็ด	13-1
13.1 ทั่วไป	13-1
13.2 งานปลูกหญ้า (Sodding)	13-1
13.2.1 หน้าดิน (Top Soil)	13-1
13.2.2 การปลูกหญ้า	13-1
13.3 งานรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม	13-2
13.3.1 ทั่วไป	13-2
13.3.2 วิธีการ	13-2
13.3.3 การขนย้ายวัสดุสิ่งของ	13-2
13.4 งานระบายน้ำ	13-3
13.4.1 ทั่วไป	13-3
13.4.2 วัสดุ	13-3
13.4.3 วิธีการก่อสร้าง	13-3
13.5 งานรั้ว Metal Sheet	13-3
13.5.1 ทั่วไป	13-3
13.5.2 วัสดุ	13-3
13.5.3 วิธีการก่อสร้าง	13-4
13.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน	13-4

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้า	14-1
14.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า	14-1
14.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-1
14.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ	14-2
14.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	14-2
14.1.4 ระบบต่อลงดิน	14-2
14.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง	14-2
14.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา	14-3
14.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ	14-3
14.1.8 มาตรฐาน	14-4
14.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี	14-4
14.1.10 คุณภาพของงาน	14-5
14.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี	14-5
14.1.12 งานฝังภายนอกและอื่นๆ	14-5
14.1.13 การทดสอบ	14-5
14.1.14 อุปกรณ์อะไหล่	14-6
14.2 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า	14-6
14.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย	14-8
14.3.1 ทั่วไป	14-8
14.3.2 การติดตั้ง	14-9
14.4 ระบบแสงสว่าง	14-9
14.4.1 ขอบเขตของงาน	14-9
14.4.2 มาตรฐาน	14-9
14.4.3 หลักการออกแบบ	14-10
14.4.4 ระบบแสงสว่างภายใน	14-10
14.5 สายไฟ และเคเบิล	14-12
14.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-12
14.5.2 วัสดุ	14-12
14.5.3 การติดตั้ง	14-13
14.6 ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)	14-15
14.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-15
14.6.2 วัสดุและมาตรฐาน	14-15
14.6.3 การติดตั้ง	14-15

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
14.7 ระบบรางเดินสายไฟฟ้า	14-16
14.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-16
14.7.2 วัสดุ	14-16
14.7.3 การติดตั้ง	14-16
14.8 ท่อโลหะ (Non Metallic Conduit)	14-17
14.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-17
14.8.2 วัสดุ	14-17
14.8.3 การติดตั้ง	14-18
14.9 ระบบสายดิน	14-18
14.9.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	14-18
14.9.2 วัสดุ	14-18
14.9.3 การติดตั้ง	14-19
14.9.4 การทดสอบ	14-19
14.10 ระบบป้องกันฟ้าผ่า	14-19
14.10.1 ความต้องการ	14-19
14.10.2 การติดตั้ง	14-20
14.11 ระบบ Surge Arrester Protection	14-20
14.11.1 Lightning Current Arrester Class B	14-21
14.11.2 Overvoltage Arrester Class C	14-21
14.11.3 Overvoltage Arrester Class D	14-22
14.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	14-23

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 8.7-1 คุณสมบัติลวดที่ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่าย แมทเทรส	8-6
ตารางที่ 8.8-1 ตารางคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นพลาสติก HDPE SHEET	8-8
ตารางที่ 14.5-1 จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ	14-14

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 8.7-1	ลักษณะทางกายภาพของกล่องเกเบี้ยน	8-4
รูปที่ 8.7-2	ลักษณะทางกายภาพของกล่องแมทเทรส	8-4
รูปที่ 8.7-3	วิธีการผูกยึดกล่องลวดตาข่าย	8-5

หมวดที่ 1

ความต้องการขั้นพื้นฐาน

หมวดที่ 1 ความต้องการขั้นพื้นฐาน

1.1 บทนำ

ความต้องการขั้นพื้นฐานนี้เป็นความต้องการเบื้องต้นของโครงการ โดยผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขซึ่งกำหนดไว้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมและตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานตามสัญญาสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

ผู้รับจ้างต้องมีความเข้าใจขอบเขตงาน คุณสมบัติงาน และสภาพภูมิประเทศที่จะเข้าไปดำเนินการ โดยยึดถือเอกสารสัญญา แบบก่อสร้างและรายละเอียดด้านวิศวกรรม รวมทั้งต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นเกณฑ์ โดยที่ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักร เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ และบุคลากรที่มีความสามารถและความชำนาญงาน เพื่อให้ได้ผลงานตามข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา โดยรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานจากสถาบันที่หน่วยงานราชการยอมรับ หากงานหรือวัสดุรายการใดไม่มีสถาบันมาตรฐานรองรับ ผู้รับจ้างจะต้องมีผลการทดสอบและมีหนังสือรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

1.2 มาตรฐานที่ใช้

(1) ข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นหลัก และให้แปลความหมายของมาตรฐานอักษรย่อ ดังต่อไปนี้

AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standard Institute
API	American Petroleum Institute
ASCE	American Society of Civil Engineer
ASME	American Society of Mechanical Engineer
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
AWWA	American Water Works Association
ISO	International Organization for Standardization
JIS	Japanese Industrial Standard
SSPC	Steel Structure Painting Council
BS	British Standard
AS	Australian Standard

USBR	US. Bureau of Reclamation
PEA (กฟภ.)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
TIS (มอก.)	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเทศไทย

(2) หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ให้เสนอมาตรฐานนั้นต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยแสดงข้อมูลยืนยันว่า มาตรฐานที่เสนอนั้นมีมาตรฐานเทียบเท่ากับมาตรฐานที่กำหนดไว้ในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบหรือแสดงการทดลองให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมเล่มนี้ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจำนวนอย่างน้อย 3 ชุด

1.3 คุณภาพวัสดุและฝีมือ

วัสดุก่อสร้างสำคัญทั้งปวง ซึ่งผู้รับจ้างนำมาใช้งานต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน โดยมีเกณฑ์กำหนดดังนี้

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

ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารแสดงคุณสมบัติวัสดุที่จะขออนุมัติ โดยแสดงตารางเปรียบเทียบกับวัสดุตามข้อกำหนด พร้อมทั้งแนบมาตรฐานที่ใช้ทดสอบวัสดุนั้น ๆ

(2) การใช้แรงงานฝีมือต้องเป็นงานฝีมือชั้นหนึ่งในประเภทงานชนิดนั้น ๆ นอกจากจะระบุในรายละเอียดด้านวิศวกรรม หรือกำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างว่าให้ได้ชิ้นงานตามบทกำหนดเฉพาะงานหรือตามแบบและมีคุณภาพตามมาตรฐานของสัญญานี้ หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

(3) รายการวัสดุก่อสร้างใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา แต่ผู้รับจ้างต้องนำมาใช้งานให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานที่ต้องใช้วัสดุก่อสร้างชนิดนั้น ๆ โดยรวมถึงค่าขนส่ง การจัดเก็บการเคลื่อนย้ายวัสดุก่อสร้างนั้น ๆ ด้วย

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

อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการก่อสร้างได้เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

1.4 การสำรวจวางแผนผัง

ผู้ว่าจ้างได้กำหนดหมวดหลักฐาน เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ระดับของงานและโครงสร้างอาคาร ดังต่อไปนี้

(1) หมวดหลักฐานที่กำหนดแสดงไว้ในแบบคู่สัญญา

(2) ก่อนดำเนินการก่อสร้างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะส่งมอบหมวดหลักฐานให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของค่าพิกัดและค่าระดับที่มอบให้ ยืนยันความถูกต้องต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อนและต้องรับผิดชอบในการดูแลรักษาหมวดหลักฐานข้างต้น ให้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกทำลายตลอดการใช้งาน

(3) ผู้รับจ้างต้องทำการถ่ายค่าระดับ และค่าพิกัดไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ของงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือกำหนดโดยผู้ว่าจ้างรวมทั้งทำการสำรวจค่าระดับ เช่น รูปตัดขวาง รูปตัดตามยาว ระดับอาคารต่าง ๆ และคำนวณปริมาณงานเบื้องต้นเสนอผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง

ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายระดับ ค่าพิกัด และการสำรวจอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติทุกครั้งไป การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในความเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.5 การสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ

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

งานสุขาภิบาลต้องให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติและกฎกระทรวง และสามารถให้บริการพอเพียงแก่บุคคลที่อาศัยและทำงานในโครงการหรือเกี่ยวข้องกับงาน

นอกจากนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายน้ำเสียที่เกิดจากที่พักอาศัยของผู้รับจ้างหรือผู้ว่าจ้างก่อนระบายทิ้งนอกบริเวณโครงการ ระบบดังกล่าวจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) ผู้รับจ้างต้องมีห้องปฐมพยาบาล เพื่อบริการแก่นักงานหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างไว้ตลอดเวลา โดยจัดให้มี

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

1.6 มาตรการความปลอดภัย

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำมาตรการป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง ตามขอบเขตและรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน “เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์” การดำเนินงานดังกล่าวให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในค่าดำเนินงานของสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมบุคลากรที่มีคุณสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทของงาน โดยมีประสบการณ์พร้อมวัสดุ, อุปกรณ์, เครื่องมือในการป้องกันภัยต่างๆ เพื่อดำเนินการจัดการระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมติคณะรัฐมนตรีที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) แสงสว่างในการปฏิบัติงานกลางคืน

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้พอเพียง เพื่อการทำงานในเวลากลางคืนเพื่อประกันว่า

- สภาพแวดล้อมในที่ทำงานมีความปลอดภัยอย่างเพียงพอกับลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง
- งานที่ดำเนินการแล้วมีคุณภาพดีตรงตามข้อกำหนดของสัญญา
- เจ้าหน้าที่ควบคุมงาน สามารถทำการตรวจสอบความก้าวหน้าของงานได้ตลอดเวลา

ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่มีคำสั่งเป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติ และจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่างขั้นต่ำสุด ณ พื้นที่ผิวดินหรืองานดังต่อไปนี้

<u>สถานที่/ปฏิบัติงาน</u>	<u>ความเข้มของแสงสว่าง</u>
- งานถมดิน ขุดดิน	35 Lux
- งานก่อสร้างสะพาน	35 Lux
- งานถนน ทางล้าลองที่จุดตัดกัน มีการจราจร	35 Lux
- โรงผสมคอนกรีต	110 Lux
- งานเทคอนกรีต	55 Lux
- โรงซ่อมและอาคารอื่น ๆ	110 Lux
- คลังวัสดุระเบิด, คลังพัสดุ, คลังน้ำมัน	55 Lux

เครื่องจักรเครื่องมือที่กำลังทำงานและเคลื่อนที่ในเวลากลางคืน ต้องมีโคมไฟส่องสว่างเพียงพอและให้ติดแถบสะท้อนแสง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างเพียงพอ

ในการทำงานกลางคืน ผู้รับจ้างต้องส่งแผนปฏิบัติงาน และแผนการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้า และขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 3 (สาม) วันก่อนเริ่มการทำงาน

การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือการที่ผู้รับจ้างได้ส่งแผนดังกล่าวแก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง จะไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการชดเชยค่าเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.7 การบำรุงรักษาทางสัญจร

เมื่อผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานในสถานที่ ซึ่งติดกับหรือใกล้เขตทางหลวง หรือทางสาธารณะ ซึ่งมีจราจรอยู่ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการสัญจรในทางสาธารณะนั้นปลอดภัยอยู่เสมอและเกิดสภาพคล่องตัวอยู่ตลอดเวลา ในการที่เกิดการกีดขวางทาง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มี อาทิเช่น ทางเบี่ยง สะพานชั่วคราว ทางเข้าหมู่บ้านหรือบ้านเพื่อให้การสัญจรเป็นไปโดยสะดวก และเป็นที่พึงพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างใกล้บริเวณดังกล่าว

1.8 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันและรักษาคุณภาพของวัสดุที่จัดหา เครื่องจักรกลที่นำมาเตรียมติดตั้งทุกรายการให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะท้วงติงผู้รับจ้างในการจัดเก็บรักษาวัสดุและงานที่ได้ทำไปแล้วให้ปฏิบัติถูกต้องเหมาะสมดังนี้ คือ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บรักษาวัสดุให้เสื่อมคุณภาพ และคงมีขนาดกระชับพร้อมใช้งานโดยเก็บไว้ได้กำบังปกปิด เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและกำกับดูแลความพร้อมใช้งานของวัสดุ วัสดุขณะเก็บไว้หน้างานและขณะติดตั้งประกอบยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(2) การดำเนินการเทคอนกรีตและงานอื่น อาจจะไม่อนุญาตให้เริ่มดำเนินการ หากเกิดภาวะอากาศแปรปรวน นอกจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าสภาวะนั้นยอมให้ดำเนินการได้เป็นกรณีพิเศษ

หากการหยุดชะงักการทำงานมีสาเหตุจากภาวะอากาศหรือสาเหตุอื่น ผู้รับจ้างต้องป้องกันรักษาวัสดุก่อสร้างนั้นไม่ให้เสียหาย โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง และรักษาสภาพบริเวณหน้างานให้สะอาดเรียบร้อยตลอดระยะเวลาที่หยุดงาน

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 ผลการทดสอบต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการขนส่งมาหน้างาน ค่าทดสอบทั้งปวงเป็นของผู้รับจ้าง

1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเผื่อเวลาไว้ล่วงหน้าในการทดสอบวัสดุ เพื่อป้องกันความล่าช้าของงาน ผู้รับจ้างจะไม่ยกเป็นข้ออ้างเรียกร้องเอาผลประโยชน์ใดๆ จากผู้ว่าจ้าง หากงานต้องล่าช้าไป เนื่องจากการเสียเวลาไปในการทดสอบวัสดุนั้นๆ

1.10 งานชั่วคราว

1.10.1 การเตรียมพื้นที่

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

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเลือกบริเวณและยินยอมให้ใช้ที่ดินภายในบริเวณงานให้เป็นพื้นที่ชั่วคราวของผู้รับจ้าง เพื่อจัดสร้างโรงงาน คลังพัสดุ อาคาร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ซึ่งผู้รับจ้างได้เสนอไว้ ถ้าผู้รับจ้างจะต้องใช้ที่ดินเพิ่มเติมจากที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจัดเตรียมไว้ให้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเองด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง และโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจ่ายค่าทดแทนบรรดาบ้านเรือน กำแพง รั้ว ต้นไม้ พืชผลอื่นๆ หรือสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ที่มีอยู่แล้วภายนอกบริเวณงาน ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องปรับพื้นที่ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดหรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) บรรดาสิ่งตกค้างจากการปรับพื้นที่ในบริเวณงานมอบหมายให้และใช้ประโยชน์ได้ ยังคงเป็นสมบัติของผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการให้เก็บรวบรวมไว้ ผู้รับจ้างจะต้องนำไปรวบรวมไว้ที่บริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ห้ามใช้วิธีเผาทำลายต้นไม้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำลายใดๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ แม้ว่าจะได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วก็ตาม

(3) หลังจากเสร็จงานก่อสร้างตามสัญญาและก่อนที่ผู้ว่าจ้างจะออกหนังสือรับงานขั้นสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวจะต้องเก็บเศษสิ่งของและขยะมูลฝอยออกไปจนหมดสิ้น เศษสิ่งของและขยะจะต้องนำไปทิ้งในสถานที่ ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือให้มีจำนวนเพียงพอ สำหรับงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานที่ทำการก่อสร้างให้ได้งานที่มีคุณภาพ และเสร็จทันตามกำหนดเวลาตามสัญญา

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

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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำบัญชีแสดงคุณภาพ จำนวน ราคา และรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องจักรเครื่องมือที่จะใช้ในงานภายใต้สัญญานี้ทุกรายการ จะต้องแจ้งลักษณะของทุกรายการให้ถูกต้องชัดเจนเพียงพอที่จะตัดสินได้ว่าขนาดชนิด ความคงทน การใช้งาน ถูกต้องตรงตามข้อกำหนดนี้ บัญชีดังกล่าวให้มอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นหลักฐาน

1.10.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างที่ทำการ ที่พักพนักงาน ที่พักคนงาน คลังพัสดุ ฯลฯ ในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนลงมือก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีและให้การดูแลรักษาอาคารชั่วคราว เช่น ที่ทำการโรงงานให้มีรั้วกั้นบริเวณกองวัสดุ และบริเวณขนถ่ายตามความจำเป็นเพื่อการดำเนินการตามสัญญา

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

(3) บรรดาอาคารต่างๆ จะต้องให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของทางราชการเข้าตรวจได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวในการทำความสะดวกสถานที่ การฆ่าเชื้อโรค และการดูแลรักษาโดยทั่วไปเกี่ยวกับการสาธารณสุขและอนามัยขั้นมูลฐานของตัวอาคาร

1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง

ผู้รับจ้างต้องทำการก่อสร้าง และดูแลรักษาถนนชั่วคราว ทั้งภายในและภายนอกบริเวณงาน ให้สามารถเข้าได้ถึงบริเวณทั้งขยะมูลฝอย โรงงาน บ้านพัก โรงเรียน และงานชั่วคราวอื่นๆ ถนนที่จะต้องสร้างขึ้นนี้ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแบบและได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การดูแลรักษาถนนชั่วคราว ประกอบด้วย การกำจัดฝุ่นละอองด้วยการรดน้ำถนนในฤดูแล้ง การกำจัดโคลนตมในฤดูฝน บำรุงรักษา ซ่อมแซมป้าย เครื่องหมายจราจร และการปรับผิวจราจรให้ ยวดยานสัญจรได้สะดวก

1.11 งานจัดหาน้ำ

เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาน้ำดื่มสำหรับพนักงาน/ลูกจ้าง หรือผู้รับจ้างช่วง รวมทั้งน้ำเพื่อใช้ในการก่อสร้าง และเพื่ออุปโภคบริโภคอื่น ๆ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง โดยอาจเดินระบบท่อน้ำและจุดต่อต่าง ๆ เป็นการชั่วคราวได้ แต่ระบบท่อน้ำและจุดต่อชั่วคราวเหล่านั้นต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และก่อนที่จะส่งมอบงานครั้งสุดท้ายต้องจัดการรื้อถอนและกลบเกลี่ยพื้นที่ให้เรียบร้อยเป็นที่น่าพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไว้แต่จะขอให้คงไว้ตามเดิม ผู้รับจ้างจะต้องยื่นขออนุมัติแบบแปลนระบบการจ่ายน้ำภายในบริเวณงานภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ

1.12 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง

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

1.13 งานถ่ายทำและบันทึกภาพ

1.13.1 บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องถ่ายทำและบันทึกภาพของโครงการในรูปแบบของ VCD หรือ DVD ตั้งแต่การเริ่มงานก่อสร้างจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ รวมถึงการลำดับขั้นตอนการทำงาน จุดประสงค์ของการจัดทำ เพื่อแนะนำโครงการให้แก่บุคคลทั่วไปเข้าใจ และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.13.2 ข้อกำหนด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 60 วัน หลังจากได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผังบุคลากรแต่ละขั้นตอนพร้อมประวัติ
- กำหนดเวลาและวิธีการทำงาน
- รายการอุปกรณ์หลัก
- ต้นร่างของแผ่น VCD หรือแผ่น DVD

(2) แผ่น VCD หรือแผ่น DVD ฉบับสมบูรณ์สุดท้ายจะต้องจัดเรียงตามนี้

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

1.14 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร

(1) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารด้วยวิทยุการสมัใหม่สำหรับผู้ควบคุมงานในสนามที่มีคุณภาพและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอสำหรับการติดต่อสื่อสารในการก่อสร้าง และเชื่อมต่อกับสถานีหลักที่มีอยู่ของผู้ว่าจ้าง

(2) การติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานภายนอก

ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมแผนการดำเนินงานวัตถุประสงค์ และรายชื่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดทำเป็นหนังสือถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.15 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม

(1) กำหนดการทำงานของโครงการและรายงาน

(ก) ผู้รับจ้างต้องเสนอ กำหนดการทำงานของโครงการ ต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ภายใน 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 เวลาที่เผื่อไว้ต้องสมเหตุสมผลตามหลักการ กำหนดการทำงานต้องทำรายละเอียดเป็นรายสัปดาห์และรายเดือน เพื่อให้สามารถติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงาน ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

(ง) กำหนดการทำงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่จำกัด หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยไม่ยอมให้มีการเบิกจ่ายเงินเพิ่มเติม ผลจากการเปลี่ยนแปลงกำหนดการทำงาน ผู้รับจ้างต้องคำนึงไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกำหนดการทำงานนั้นเพียงพอให้เร่งทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

(จ) ทุกสิ้นเดือน ผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบ ผลงานที่แท้จริงกับรายละเอียดที่กำหนดในกำหนดการทำงานของโครงการ ผลการปรับแก้ต้องเสนอในรายงานประจำเดือน กรณีที่งานล่าช้า ผู้รับจ้างต้องทบทวนปรับเวลางานก่อสร้างพร้อมชี้แจงรายละเอียดที่ทำให้งานล่าช้า

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องปรับตารางโครงการให้เป็นปัจจุบันและส่งมอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่เกินวันที่ 5 ของเดือนถัดไป โดยอยู่บนพื้นฐานความก้าวหน้าของงานทุกวันที่ 25 ของเดือนก่อนการปรับตารางโครงการจะต้องส่งมอบให้พิจารณาก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการพิจารณาแก้ไขใหม่

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

- 1) รายชื่อพนักงานที่จ้างและคนงานระหว่างการทำงาน
- 2) แผนงานกำหนดเวลาต้องแสดงไว้ที่หน่วยงาน เพื่อบ่งถึงจำนวนวันที่ทำงาน
- 3) กิจกรรมการทำงานที่มีความก้าวหน้าในเดือนที่ทำงาน ต้องเทียบกับความก้าวหน้าของกิจกรรมนั้นกับกำหนดการที่ประมาณการไว้ วันเริ่มงานที่แท้จริง วันเริ่มงานที่วางแผนไว้ หรือวันที่งานแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม
- 4) กิจกรรมใดที่เริ่มทำงานภายในอีก 2 เดือน ต้องพร้อมกำหนดวันเริ่มงานได้
- 5) กราฟแสดงความก้าวหน้าของงานแต่ละเดือน เฉพาะกิจกรรมที่สำคัญๆ แสดงความก้าวหน้าที่วางแผนที่เกิดขึ้นจริง

- 6) รายงานประจำเดือน แสดงสภาพอากาศ เช่น ฝน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด 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 VCD หรือแผ่น 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 โดยการร่วมกันพิจารณาพร้อมลงนามในบันทึกการประชุม โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกับตัวแทนผู้รับจ้าง สำเนาที่ผ่านการร่วมพิจารณาจะส่งถึงแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใน 4 วัน

(ง) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจเชิญประชุมเป็นกรณีพิเศษ นอกเหนือจากที่ดำเนินการประชุมโครงการ

1.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อดำเนินงานก่อสร้าง คือ

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

- งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง
- งานถ่ายทำและบันทึกภาพ
- งานประสานงานและติดต่อสื่อสาร

งานดังกล่าวข้างต้นนี้จะไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากให้ แต่ให้ผู้รับจ้างคิดรวมไว้ใน “ค่าดำเนินการ”
ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา

หมวดที่ 2

งานถางป่า ขุดต่อ
และงานขุดเปิดหน้าดิน

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

ผู้รับจ้างจะต้องตัดโค่นต้นไม้ พุ่มไม้ ขุดถอนต้นไม้ รวมทั้งรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้าง ภายในขอบเขตพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งตัวอาคาร หรือโครงสร้างตามแบบแล้วนำไปทิ้งหรือทำลายตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

ผู้รับจ้างจะต้องโค่นหรือตัดถอนต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงตัวอาคารหรือโครงสร้าง และอยู่ในระยะที่อาจโค่นล้มลง ทำความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างได้ ตามคำสั่งหรือความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ห้ามผู้รับจ้างทำการตัดโค่นต้นไม้ที่ระบุหรือแสดงเครื่องหมายมิให้ตัดโค่น รวมทั้งต้นไม้ที่อยู่นอกเขตหรือบริเวณดังกล่าว

2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน

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

2.4 การวัดงานและการจ่ายเงิน

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

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

หมวดที่ 3

งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ

หมวดที่ 3

งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ (COFFER DAM AND DEWATERING)

3.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ผู้รับจ้างอาจจะต้องทำทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ เพื่อก่อสร้างอาคารถาวร เช่น อาคารรับน้ำ ทางระบายตะกอนทราย และอาคารประกอบอื่นๆ เป็นต้น เพราะอาคารเหล่านี้ อยู่บนทางที่มีน้ำไหลตลอดเวลา ซึ่งขณะก่อสร้างจะต้องทำให้แห้งจึงจะทำการก่อสร้างได้

3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)

ในการก่อสร้างอาคารรับน้ำ หรืออาคารระบายตะกอนทราย หรืออาคารระบายน้ำ อาจจะต้องก่อสร้างอยู่ในร่องน้ำเดิมที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้รับจ้างอาจจะต้องทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวปิดกั้น เพื่อผันน้ำให้ออกจากบ่อก่อสร้าง แล้วทำการสูบน้ำในบ่อก่อสร้างให้แห้ง จึงจะทำการก่อสร้างได้ ก่อนที่จะทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวและสูบน้ำออกจากบ่อก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้ การที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบแล้วนั้น ให้ถือว่าเป็นคำแนะนำเท่านั้น ถ้าเกิดความเสียหายขึ้น อันเนื่องมาจากทำนบชั่วคราวไม่สามารถป้องกันน้ำได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างไม่มีสิทธิ์ที่จะเรียกร้องค่าเสียหายประการใดได้ เมื่อทำการก่อสร้างอาคารรับน้ำ อาคารระบายตะกอนทราย หรืออาคารระบายน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการรื้อถอนทำนบดินชั่วคราวให้หมด และนำวัสดุขนย้ายไปทิ้ง ณ ตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้

3.3 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานก่อสร้างทำนบชั่วคราวให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบ งานก่อสร้างและซ่อมแซมทำนบชั่วคราวระหว่างใช้งาน และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% เมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างทำนบชั่วคราวแล้วเสร็จ และจะจ่ายให้ 10% เป็นค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารถาวรที่ก่อสร้าง เช่น ฝ่ายกันน้ำ อาคารระบายน้ำ และอาคารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(2) การวัดงานสูบน้ำให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบการสูบน้ำ งานก่อสร้างและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคา

ที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% เมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างและติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามรายการที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อดำเนินงานสูบน้ำ และจะจ่ายให้ 10% เป็นค่าเรือถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารถาวรที่ก่อสร้าง เช่น ฝายกันน้ำ อาคารระบายน้ำ และอาคารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 4

งานขุดดินและขุด - ระเบิดหิน

หมวดที่ 4

งานขุดดินและขุด-ระเบิดหิน (EXCAVATION)

4.1 ทัวไป

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

4.2 วิธีการขุด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

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

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

(4) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากอาคารโครงสร้าง ถ้าในแบบก่อสร้างไม่ได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดเผื่อออกไปจากแนวอาคารที่กำหนดอย่างน้อยข้างละ 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น

(5) ในกรณีที่พื้นหินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่ได้กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนใดของหินไหลย่นเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม

(6) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการขุดของผู้รับจ้างและความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

(7) พื้นด้านล่างและด้านลาดของการขุดส่วนที่ติดกับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้างานขุดจะต้องเตรียมการปรับแต่งให้เรียบและทำการรองพื้นด้วยคอนกรีตหยาบและ Shotcrete บริเวณลาดด้านข้างตามที่ระบุไว้ในแบบ ในบริเวณงานขุดที่เกิดความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซมปรับแต่งให้มีความมั่นคงเพื่อทำงานคอนกรีตได้ โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

4.3 การแบ่งประเภทการขุด

การขุดโดยทั่วไปให้จัดแบ่งประเภทตามชนิดของวัสดุที่จะต้องขุดและลักษณะ หรือตำแหน่งของบริเวณที่ขุดดังต่อไปนี้

4.3.1 งานขุดดิน

หมายถึง งานขุดดินธรรมดาทั้งหมด นอกเหนือจากงานที่จัดประเภทเป็นงานขุด-ระเบิดหิน โดยจะต้องทำการขุดขนย้ายดินออกจากบริเวณฐานรากตัวฝาย รวมทั้งบริเวณร่องระบายน้ำ และส่วนประกอบอื่นๆ ของอาคารดังกล่าว ตามที่กำหนดไว้ในแบบของอาคารแต่ละแห่ง หรือตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

4.3.2 งานขุด-ระเบิดหินและงานดินขุดยาก

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 หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร รวมถึงงานขุดหินเป็นร่องเพื่อการระบายน้ำ

4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการถมบ่ออัดแน่น

4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน

หมายถึง การขุด-ระเบิด ขนย้ายหินจากแหล่งหิน เพื่อใช้ในการหินทิ้ง หินเรียง และอื่นๆ

4.4 การระเบิดหิน

ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

- (1) ต้องจัดหาแรงงาน วัสดุระเบิด แก๊ป สายชนวน และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการระเบิดหิน และออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด
- (2) การขออนุญาตมีและใช้วัสดุระเบิด แก๊ป สายชนวน ตลอดจนการขออนุญาตขนย้ายวัสดุระเบิด เพื่อใช้งานนี้ ผู้ว่าจ้างจะต้องออกหนังสือให้ในเมื่อผู้รับจ้างขอส่วนการขออนุญาต ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการเองโดยตลอด
- (3) ผู้รับจ้างต้องนำวัสดุระเบิดและอุปกรณ์ดังกล่าว มาเก็บไว้ในสถานที่เก็บวัสดุระเบิดให้เป็นไปตามมาตรฐานการเก็บวัสดุระเบิด
- (4) การระเบิดหินจะกระทำได้ เมื่อมีการเตรียมป้องกันต่อบุคคล งาน และทรัพย์สินแล้ว หากมีความเสียหายเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทั้งสิ้นทุกกรณี
- (5) ก่อนระเบิดต้องมีสัญญาณเสียงให้ได้ยินทั่วไปและเมื่อปลอดภัยแล้ว ให้แจ้งสัญญาณอีกครั้งหนึ่ง
- (6) การประจู่ระเบิด ห้ามทำในเวลาฟ้าคะนอง หรือขณะที่มีพายุแม่เหล็ก
- (7) หลังการระเบิดแล้ว เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจตราโดยละเอียดว่าดินระเบิดไปหมดทุกหลุมหรือไม่ ถ้าหากพบว่ายังระเบิดไม่หมดทุกหลุมให้ดำเนินการระเบิดซ้ำ หรือทำการเป่าออกจากหลุมด้วยลมหรือน้ำก่อน จึงให้สัญญาณปลอดภัยได้

4.5 ความคลาดเคลื่อนในการขุด

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการขุด ได้ดังต่อไปนี้

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

4.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) งานขุดดินให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวม การจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

สำหรับงานขุดดินจากบ่อยืมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบ่ออัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

(2) งานขุดหินผุหรือดินขุดยากให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงาน ที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคา ต่อหน่วยนั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

(3) งานขุด - ระเบิดหินให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดง ไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วย นั้นได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว ในกรณีที่ทำงานในบางพื้นที่โดย ไม่ได้ทำการถางป่า ขุดต่อ แต่ได้ทำงานขุด - ระเบิดหินอย่างเดียว ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาการจ่ายเงินใน รายการถางป่าขุดต่อให้

สำหรับงานขุดหินจากแหล่งหินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานหินทิ้ง หินเรียง หินเรียงยาแนวและหินก่อที่เกี่ยวข้อง รวมถึง งานปู Gabion

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

หมวดที่ 5

งานสมุดอัดดิน

หมวดที่ 5

งานถมบดอัดดิน

(FILL AND BACKFILL)

5.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณอาคาร ฐานราก ถนน บริเวณรอบท่อ เป็นต้น ให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

5.2 คำจำกัดความ

(1) งานถมกลับบดอัดแน่น (Back Fill) หมายถึง ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้าง และเมื่อทำการก่อสร้างอาคารเสร็จแล้วทำการถมบดอัดดินรอบๆ อาคาร โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างอาคารนั้น หรือ จากงานบ่อก่อสร้างอาคารอื่นที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) งานปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ (Foundation Surfaces) หมายถึง การปรับปรุงผิวดินที่จะถมชั้นต่อไป หรือปรับปรุงผิวดินที่รองรับอาคารให้สามารถรับน้ำหนักได้

(3) งานดินถม (Embankment) หมายถึง ดินที่ใช้ถมเป็นถนน คันดิน โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อขุดดินที่กำหนดไว้ในแบบ

5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม

ดินที่จะนำมาใช้ถมถนน คันดิน ถมรอบบริเวณอาคารและดินของงานถมกลับ จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้าง จากบ่อขุดดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

ก่อนที่จะทำการถมดินถนน คันดิน ทำการเรียงหิน หรือเทคอนกรีต จะต้องขนย้ายเอาผิวดินและอินทรีย์วัตถุออกให้หมดแล้วตกแต่งผิวดินที่จะถมดิน เรียงหิน หรือเทคอนกรีตให้สะอาดเรียบร้อย ได้ความชื้น และความแน่น ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร ทำการขุดหรือถมดินบดอัดแน่นให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ในกรณีที่จะต้องถมบดอัดแน่นบริเวณที่แคบ หรือบริเวณรอบๆ อาคาร ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือเล็ก เช่น Plate Vibrator, Tamping ฯลฯ ในการบดอัดแน่น

5.5 การบดอัดดิน

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นชั้นต่อไป จะต้องปฏิบัติดังนี้

(1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำการให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ แล้วทำการบดอัด

(2) ความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้

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

(ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนามากกว่า 10 เซนติเมตร

(ค) การใช้เครื่องจักรอื่นๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดิน แต่ละชั้น เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(3) การบดในชั้นหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด

(4) การบดอัดแน่นโดยรอบอาคาร การถม และบดอัดจะต้องทำให้รอบตัวอาคารให้ได้ความสูงเท่ากันทุกครั้ง และจะต้องให้ความระมัดระวังทุกประการ เพื่อป้องกันการเสียหาย หรือเกิดการเคลื่อนย้ายของตัวอาคาร

5.6 ความชื้น

ความชื้นที่มีอยู่ในดินก่อนหรือระหว่างบดอัดดินแต่ละชั้น จะต้องมีความชื้นไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จากจุด Optimum Moisture Content ถ้ามากหรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดนี้ จะไม่ยอมให้บดอัด นอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน หรือจนกว่าจะทำให้ดินนั้นเปียกหรือปล่อยให้แห้งให้ได้ตามความต้องการเสียก่อน

5.7 ความแน่นของดิน

ความแน่นของดินถมบดอัดแน่นแต่ละชั้น เมื่อทำการทดสอบความแน่นด้วยวิธี Standard Proctor Compaction Test ASTM-D-698 METHOD A แล้วจะต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่า 95 % ของความหนาแน่นสูงสุดตามวิธีการทดสอบ AASHTO T99 หรือที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

5.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน

วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะตรวจสอบความแน่นของดินที่อัดแล้วในสนาม ตามหลักวิชาการที่เห็นสมควร จำนวนความถี่ (Frequency of Density Testing) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลยพินิจ ของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มาตรวจสอบ

5.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการถมดินได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- | | |
|---|----------|
| 1. ความคลาดเคลื่อนทางระดับ (Elevation) | + 2 ซม. |
| 2. ความคลาดเคลื่อนทางด้านข้าง (Cross Slope) | + 2 ซม. |
| 3. ความคลาดเคลื่อนทางด้านยาว (Longitudinal Slope) | + 10 ซม. |

5.10 การถมทรายบดอัดแน่น

การถมทรายบดอัดแน่นรอบๆ อาคาร หรือที่อื่นใดที่กำหนดในแบบก่อสร้างจะต้องเป็นทรายสะอาดปราศจากวัสดุที่สลายได้เจือปน วัสดุที่เจือปนจะมีขนาดไม่โตเกินไป และจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและประเภทของงาน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้บดอัด ความหนาของชั้นทรายที่บดอัดและความชื้นของทรายจะต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการ และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งาน การถมบดอัดเป็นชั้นๆ ให้สูงเสมอกันขึ้นไป จนถึงระดับที่กำหนดไว้

5.11 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานดินถมบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานจัดหาวัสดุ ขนย้ายดิน งานเกลี่ยและบดอัดดิน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

(2) การวัดงานดินถมกลับบดอัดแน่น ให้วัดเป็นปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้นได้รวมงานตักและขนย้ายดิน งานเกลี่ยและบดอัดดิน รวมทั้งค่าทดสอบบดอัดไว้ด้วยแล้ว

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

หมวดที่ 6

งานถนน

หมวดที่ 6

งานถนน (ROAD)

6.1 ทัวไป

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กห้วยลำสินธุ์ เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำที่ได้ดำเนินการก่อสร้างและผลิตกระแสไฟฟ้ามาตั้งแต่ปี 2539 จนถึงปัจจุบัน ระบบถนนที่เกี่ยวข้องกับโครงการได้แก่ถนนเข้าโครงการและถนนสัญจรภายในโครงการยังอยู่ในสภาพครบถ้วนสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ดี ในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโครงการครั้งนี้ จึงพิจารณาก่อสร้างปรับปรุงถนนภายในโครงการช่วงที่จะเชื่อมต่อเชื่อมกับโรงไฟฟ้า ทั้งนี้เนื่องจากการย้ายตำแหน่งของโรงไฟฟ้าจากตำแหน่งปัจจุบันเล็กน้อย

งานถนนภายในโครงการนี้ เป็นถนนผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.20 เมตร ความกว้างผิวทาง 4 เมตร เป็นผู้รับจ้างต้องทำการสำรวจภูมิประเทศและเก็บรายละเอียดตามแนวกว้างที่กำหนดไว้ในแบบตามสัญญา เพื่อจัดทำแบบรายละเอียดเพิ่มเติม สำหรับใช้ประกอบการคำนวณปริมาณงานต่างๆ เช่น ปริมาณดินตัด ดินถม ทราयरองพื้นบดอัดแน่น และปริมาณงานคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น

6.2 งานทางพื้นที่และขุดต่อ

ในกรณีที่เป็นถนนใหม่ ไม่ทับถนนเดิมที่มีอยู่เดิม พื้นที่ที่ก่อสร้างคันทางขึ้นมามากต้องวางวัชพืช เช่น หญ้า ออกให้หมด เมื่อได้ทำการวางวัชพืชออกทั้งหมดตลอดความกว้างของคันทางแล้ว จึงทำการบดอัดดินเดิมในส่วนที่ลึกจากระดับที่ได้วางวัชพืชออกไปอย่างน้อย 15 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบให้ได้ความแน่นอย่างน้อย 95% ของความแน่นสูงสุด ซึ่งได้จากการทดลองโดยวิธีการทดสอบ AASHTO T99 และจะต้องปรับความชื้นของดินให้ใกล้เคียงกับความชื้นของดินที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content)

ในกรณีที่ถนนที่จะก่อสร้างใหม่ทับถนนเดิมที่มีอยู่ก่อน ถ้าคันทางของถนนที่มีอยู่ก่อนแคบไม่พอเพียงกับความกว้างของคันทางของถนนที่จะก่อสร้างใหม่ จะต้องทำการ Benching ถนนเดิมตามที่แสดงในรูปตัดถนนในแบบก่อสร้าง และถ้าระดับก่อสร้าง (Construction Profile Grade) ของถนนที่จะก่อสร้างใหม่ สูงกว่าหลังถนนเดิมน้อยกว่า 1 เมตร จะต้องคราดผิวถนนเดิมขึ้นมา และบดอัดใหม่ลึกอย่างน้อย 15 เซนติเมตร ให้ความแน่นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ข้างต้น รวมทั้งต้องปรับความชื้นของวัสดุนั้นด้วย

ในบริเวณใดของตัวคันทางที่ระดับจาก Construction Profile Grade ถึงดินเดิมน้อยกว่า 1 เมตร และบริเวณนั้นมีต้นไม้จะต้องขุดต่อไม้นั้นออก

วัชพืชและต้นไม้ที่ขุดออกจากงานทางพื้นที่ให้เก็บออกให้หมดและนำไปทิ้งภายนอกโครงการก่อสร้าง ในแหล่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

6.3 งานดินตัดและงาน Rock Excavation

บริเวณที่ต้องขุดดินเดิมออกเนื่องจาก Construction Profile Grade อยู่ต่ำกว่าดินเดิม หรือถนนเดิม ออกจนถึงระดับที่ต้องการ ถ้าดินที่ระดับที่ต้องการเป็นดินที่เหมาะสมที่จะเป็นชั้น Subgrade ของคันทาง ให้ทำการพรวนและบดอัดดินจากระดับ Finish Subgrade ลงไปไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร ให้ได้ความแน่น อย่างน้อย 95% ของความแน่นสูงสุดจากวิธีการทดสอบ AASHTO T99 รวมทั้งความชื้นของดิน ก็ต้องปรับ ให้ใกล้เคียงกับความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ของดินนั้นด้วย

ในกรณีที่ขุดจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ปรากฏว่าดินที่ระดับเป็นดินที่ไม่เหมาะสม (Unsuitable Soil) เช่น เป็นดินที่มีอินทรีย์สารมาก ดินโคลน ให้ขุดดินที่ไม่เหมาะสมนั้นออกให้หมดและให้ถมกลับ โดยใช้วัสดุที่ได้พิจารณาแล้วว่า เหมาะสมที่จะใช้เป็นดินถมคันทาง การถมกลับนี้ จะต้องปูและบดอัดเป็นชั้นๆ ขึ้นมา ชั้นหนึ่งๆ เมื่อบดอัดแล้วต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร

6.4 งานดินถม

วัสดุที่นำมาทำคันทางอาจนำมาจากวัสดุที่มาจากงานดินตัด หรือจากบ่อยืมดิน ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่า เหมาะสมที่จะนำมาใช้ถมเป็นคันทาง ดินที่ขุดจากบ่อยืมดินอาจทำการปรับความชื้นให้ได้ใกล้เคียงกับ ความชื้นที่ต้องการในบ่อ ก่อนนำมาลงบนถนน หรืออาจจะมาปรับความชื้นขณะปูบนถนนก็ได้

การถมดินคันทางให้กระทำโดยการปูให้มีความหนาสม่ำเสมอ ตามความกว้างของคันทางและ บดอัดขึ้นเป็นชั้นๆ โดยความหนาหลังจากบดอัดแล้ว ต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร ในขณะที่ปูให้ทำการ เก็บรากไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า ที่ติดมากับวัสดุนั้นออกให้หมด ความกว้างของแต่ละชั้นที่ปูจะต้องเพียงพอ สำหรับชั้นนั้นๆ

แต่ละชั้นที่บดอัดแล้วให้ทำการเลี้ยงน้ำผิวหน้าให้ชุ่มอยู่เสมอ เพื่อมิให้เกิดรอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage Crack) สำหรับดินที่มีความเหนียว (Cohesive Soil) หรือแห้งปนสำหรับดินทราย เมื่อใดก็ตาม ที่ดินในแต่ละชั้นได้บดอัดแล้วแตกเป็นหวัระแหง ให้ทำการคราดขึ้นมา ปรับความชื้นและบดอัดใหม่ ก่อนลงแต่ละชั้นบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้รดน้ำบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้ชุ่ม เพื่อให้แต่ละชั้นเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับดินที่มี PI สูงพอสมควร สำหรับดินที่มี PI ปานกลางถึงต่ำ อาจต้องการคราดผิวหน้าของชั้นที่ทำ เสร็จ และรดน้ำให้ชุ่มก่อนลงชั้นต่อไป

ในขณะที่ปูดินแต่ละชั้นจะต้องตีดินให้แตก่วน และปรับความชื้นของดินในขณะเดียวกันให้ได้ ความชื้นสม่ำเสมอ ตลอดทั้งชั้นที่กำลังปูนั้น และจะต้องเลี้ยงไว้ไม่ให้แห้งหรือเปื่อยเกินไป

ในชั้นใดก็ตามที่ได้ทำแล้วเสร็จ ถ้าปรากฏว่าเมื่อรถหนักวิ่งแล้วยุบยวบยาบ จนสังเกตได้จาก ตาเปล่า ให้ทำการรื้อบริเวณนั้นขึ้นมาทำใหม่จนกว่าลักษณะดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น และจะต้องปฏิบัติ เช่นเดียวกันนี้ในทุกชั้น

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

ทุกชั้นที่บดอัดแล้วต้องได้ความหนาไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นสูงสุดจากการทดสอบ AASHTO T99

ในกรณีที่ขยายคันทางเดิมออกจะต้องทำการ Benching เพื่อให้งานดินถมใหม่เกาะยึดกับคันทางเดิม และเพื่อไม่ให้เกิดการเลื่อนตัวระหว่างชั้นคันทางใหม่กับคันทางเก่า หรือในกรณีที่เป็น Half Fill and Half Cut Section หรือบริเวณที่เปลี่ยนจากดินถมเป็นดินตักก็ให้ทำเช่นเดียวกัน

งานดินถม เมื่อถมถึงระดับที่ต้องการแล้วจะต้องตัด (Final Trim) ให้ได้รูปร่างตามแบบ โดยระดับของชั้น Finish Subgrade เมื่อตรวจสอบแล้วจะผิดจากระดับตามรูปแบบได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร

ลาดคันทางจะต้องบดอัดให้แน่นและจะต้องแต่งให้ได้รูปตามรูปแบบ รวมทั้งร่องระบายน้ำด้านข้าง (Side Ditch) ด้วย

6.5 งานชั้นรองพื้นทางและชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง

งานชั้นรองพื้นทาง หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองพื้นทางโดยถมและบดอัดวัสดุรองพื้นทางให้ได้รูปร่าง และระดับ ตามแบบก่อสร้าง

งานชั้นวัสดุคัดเลือกหรือชั้นลูกรัง หมายถึง การก่อสร้างชั้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุคัดเลือกหรือลูกรังหรือ Soil Aggregate เสริมบนคันทางเพื่อเป็นชั้นทางตามโครงสร้างถนนที่ระบุในแบบตามสัญญา

6.5.1 วัสดุ

(1) วัสดุรองพื้นทาง

วัสดุรองพื้นทาง หมายถึง วัสดุลูกรังหรือมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นคันทางหรือใช้เป็นชั้นพื้นทางของถนนชนิดที่มีผิวจราจรเป็นลูกรัง

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องตัดจากแหล่งวัสดุ ซึ่งมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง ดังนี้

- (ก) เป็นวัสดุประกอบด้วยเม็ดแข็ง ทนทานและมีวัสดุเชื้อประสานที่ดีผสมอยู่
- (ข) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ
- (ค) ขนาดวัสดุใหญ่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร
- (ง) ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่า 35
- (จ) ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ระหว่าง 3 ถึง 11

- (ฉ) ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่า 60
(ช) มีมวลคละผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

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

หมายเหตุ หากสัดส่วนคละของวัสดุไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางด้านบนนี้ การเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

(2) วัสดุคัดเลือกหรือลูกรัง

วัสดุคัดเลือกหรือลูกรังชนิดทำชั้นทางหรือโครงสร้างถนน หมายถึง ดินลูกรัง หรือ Soil Aggregate ซึ่งนำมาเสริมบนคันทาง

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องตัดจากแหล่งวัสดุ ซึ่งมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานวัสดุผิวทางลูกรัง ดังนี้

- (ก) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ
(ข) ขนาดวัสดุใหญ่สุดต้องไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร
(ค) ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่า 2/3 ของขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 40
(ง) ค่าขีดเหลวไม่มากกว่า 35
(จ) ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) อยู่ในระหว่าง 4-11
(ฉ) ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่า 60
(ช) ค่า ซี.บี.อาร์ จากห้องทดลอง (Lab. C.B.R.) ไม่น้อยกว่า 25 หรือน้อยกว่าที่

กำหนดไว้ในแบบ

- (ซ) มีมวลคละผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

ขนาดของตะแกรง มาตรฐาน	น้ำหนักรที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ			
	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) วัสดุที่หลุตร่อนไม่คงทนหรือที่มีคุณภาพเลวบนคันทางที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว ต้องกวาดออกให้หมด
- (3) หลุมบ่อต่างๆ บนคันทางที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบและบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก
- (4) เมื่อได้ตบแต่งคันทางเรียบร้อยแล้ว ให้นำวัสดุรองพื้นทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยแผ่บดอัดเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และให้ความหนาแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density
- (5) บริเวณใดหรือช่วงใดวัสดุรองพื้นทางที่เกลี่ยแผ่บดอัดมีมวลหยาบ และมวลละเอียดแยกตัวจากกัน (Segregation) ให้แก้ไขโดยขูดคราด (Scarify) ออก แล้วทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน หรือรื้อออกแล้วใส่วัสดุรองพื้นทางที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอแทน
- (6) ในกรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิด มาผสมเป็นวัสดุรองพื้นทางบนที่ก่อสร้างวัสดุแต่ละชนิดนั้นจะต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอ และต้องได้รับการตรวจสอบถูกต้องตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทางเสียก่อน จึงจะทำการเกลี่ยแผ่บดอัดได้
- (7) เมื่อทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการผิวหน้าเรียบแน่นสม่ำเสมอ มีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

(8) การก่อสร้างชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรัง เมื่อทำการก่อสร้างชั้นคันทางหรือชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้วหากผิวดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางแห้งให้รดน้ำจนมีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นที่ให้ความหนาแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) เพื่อป้องกันไม่ให้ดินคันทางหรือชั้นรองพื้นทางดูดน้ำจากชั้นวัสดุคัดเลือกหรือลูกรังที่จะทำการบดอัดในชั้นต่อไป หลังจากนั้นให้นำวัสดุคัดเลือกที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยบนผิวทางทีละชั้น ความหนาหลังบดอัดต้องไม่มากกว่า 15 ซม.หรือตามที่กำหนดในแบบ ขึ้นรูปให้ได้ความลาดผิวทางตามแบบ รัดน้ำ และบดอัดให้ได้ความแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density

(9) วัสดุที่เหลือจากการก่อสร้างชั้นทางให้เก็บออกให้หมด ห้ามเกลี่ยละลาดคันทาง (Side Slope) โดยเด็ดขาด

6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

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

6.6 งานชั้นทรายรองพื้นบดอัดแน่น

หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองใต้ผิวทางคอนกรีตบนชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยทรายที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดโดยการเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ได้ แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

6.6.1 วัสดุ

ทรายหรือวัสดุอื่นใด ต้องเป็นวัสดุที่มีเม็ดแข็ง ทนทาน สะอาด ปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ จากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้ว

ในกรณีที่ไม้ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) มีขนาดผละที่ดี เมื่อทดสอบตาม AASHTO T88 “วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” ต้องมีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร ไม่เกินร้อยละ 10

(2) ต้องเป็นวัสดุจำพวก Non Plastic

6.6.2 วิธีการก่อสร้าง

(1) เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมวัสดุ

ทรายจากแหล่งเมื่อผ่านการทดสอบคุณภาพใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานรองใต้ผิวทางคอนกรีต หากมิได้นำมาลงบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้โดยตรงให้กองไว้เป็นกองๆ ในปริมาณที่พอสมควร ห้ามนำทรายที่ยังไม่ผ่านการทดสอบคุณภาพมาลงบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้โดยตรง

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ

(3) การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ชั้นรองพื้นทางหรือชั้นทางอื่นใดที่จะรองรับชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต จะต้องเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้ แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อนลงทราย ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่างๆ เช่น เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานและเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างอาจดำเนินการตั้งแบบเพื่อเทคอนกรีตก่อนลงทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตก็ได้

(4) การก่อสร้าง

ภายหลังที่ได้ดำเนินการตาม ข้อ (3) แล้ว ให้ราดน้ำชั้นทางที่รองรับชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสมขนทรายจากกองวัสดุไปปูลงบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้ แล้วตีแผ่เกลี่ยและเพิ่มน้ำจนมีปริมาณน้ำที่พอเหมาะ

หลังจากเกลี่ยแต่งวัสดุจนได้ที่แล้วให้ทำการบดทับทันทีด้วยเครื่องมือบดทับที่เหมาะสม บดทับทั่วผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอ เกลี่ยแต่งให้ได้ระดับ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ เมื่อได้ก่อสร้างชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตจนได้ความยาวพอเหมาะแล้ว ให้ตรวจสอบค่าระดับ หากผลที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนด ก็ให้ดำเนินการเตรียมการเทคอนกรีตต่อไปได้

6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

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

6.7 งานผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก

หมายถึง การก่อสร้างผิวทางคอนกรีต ทั้งที่เสริมเหล็กและไม่เสริมเหล็กบนชั้นทางใดๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ด้วยส่วนผสมปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตที่มีคุณภาพตามที่กำหนดให้ได้แนว และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

6.7.1 วัสดุ

- (1) วัสดุสำหรับงานคอนกรีต ให้เป็นไปตามรายละเอียดข้อกำหนดในหัวข้อ 7.2.4
- (2) เหล็กเสริมคอนกรีต ให้เป็นไปตามรายละเอียดข้อกำหนดในหัวข้อ 7.13
- (3) แบบหล่อคอนกรีตที่ใช้ต้องมีผิวเรียบและขอบตรง ทำด้วยไม้หรือโลหะที่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงดันคอนกรีตสดได้โดยไม่ปริแตกหรือโก่ง แบบหล่อต้องมีความสูงมากพอที่จะทำให้ความหนาของผิวทางคอนกรีตได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

รายละเอียดและข้อกำหนดงานแบบหล่อคอนกรีต ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 7.3

- (4) วัสดุรอยต่อสำหรับงานผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- (5) วัสดุที่ใช้ในการบ่มคอนกรีต
วัสดุที่ใช้ในการบ่มผิวทางคอนกรีต ให้ใช้กระสอบที่ทำมาจากป่านหรือปอ และในขณะที่นำมาใช้ จะต้องอยู่สภาพดีไม่เปราะเปื้อนดินโคลนหรือวัสดุอื่นใด ซึ่งจะทำให้กระสอบนั้นดูดซึมน้ำไม่ดี ไม่ประกอบด้วยวัสดุที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต เมื่อจุ่มหรือราดน้ำสามารถดูดน้ำได้ดี หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ

6.7.2 วิธีการก่อสร้าง

- (1) การเตรียมชั้นทรายรองพื้นใต้ผิวทางคอนกรีต
ก่อนการเทคอนกรีตต้องเกลี่ยทรายให้เรียบ พ่นน้ำให้ทรายอิมตัว พร้อมทั้งบดทับให้แน่น ภายหลังการบดทับ ระดับของชั้นทรายต้องไม่มีจุดใดสูงกว่าระดับที่กำหนดไว้ในแบบและไม่มีจุดใดต่ำกว่าระดับที่แบบกำหนดเกิน 10 มิลลิเมตร
- (2) การตั้งแบบ
ฐานรองรับแบบที่อยู่ใต้ชั้นทรายรองพื้นจะต้องมีความแข็งแรง ซึ่งเมื่อตอกหมุดยึดแบบหรือเมื่อวางแผ่นรองรับแบบแล้วจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงไม่เกิดการขยับตัวและเมื่อลงชั้นทรายรองคอนกรีตแล้วขอบแบบจะต้องจมลงไปชั้นทรายอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตไหลออกไปนอกแบบ

แบบจะต้องยึดแน่นให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยใช้หมุดไม่น้อยกว่า 3 ตัว ต่อความยาว 3 เมตร ปลายทุกปลายของแบบแต่ละท่อนให้ตอกหมุดยึดให้แน่น ต้องยึดแบบให้แน่นไม่เคลื่อนที่หรือเลื่อนหลุด แนวของแบบไม่ว่าที่จุดใดก็ตามจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวที่กำหนดได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

ก่อนการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันที่แบบ รวมทั้งตรวจสอบความเรียบร้อยของชั้นทรายรองพื้น รวมทั้งตรวจสอบเหล็กเสริมให้อยู่ในตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) การติดตั้งเหล็กเสริม

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งเหล็กเสริม ให้มีขนาด ระยะห่าง และตำแหน่งตามที่แสดงไว้ในแบบ ถ้าวางเหล็กเสริมไว้ในตำแหน่งและระดับเรียบร้อยแล้ว จะต้องจัดเตรียมแท่งคอนกรีตหรือเหล็กขาหยั่ง เพื่อหนุนเหล็กเสริมไม่ให้แอ่นตัวตลอดแนวของเหล็กเสริม และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน แท่งคอนกรีตที่ใช้หนุนแผงเหล็กเสริมจะต้องมีความต้านแรงเป็นไปตามที่กำหนด

(4) การเทคอนกรีต

ในขณะทำการเทคอนกรีต จะต้องมีการควบคุมงานควบคุมการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างอย่างใกล้ชิดทุกขั้นตอน จนกว่าจะสิ้นสุดการเทคอนกรีตในแต่ละช่วง

ให้เทคอนกรีตลงบนชั้นทางที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้วเท่านั้น ห้ามเทคอนกรีตในบริเวณรอบโครงสร้างสาธารณูปโภคอื่นๆ เช่น บ่อพัก เป็นต้น จนกว่าจะปรับแนวระดับของโครงสร้างนั้นๆ ให้ถูกต้องตามที่กำหนด และใส่วัสดุอุดรอยต่อรอบโครงสร้างนั้นๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเสียก่อน

เมื่อเทคอนกรีตลงไปแล้ว ห้ามใช้เครื่องสั่นสะเทือนในการทะลายกองคอนกรีต ในการเกลี่ยแต่งคอนกรีตให้ใช้เครื่องเกลี่ยตามประเภทและแบบที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้เป็นอย่างอื่น ให้เกลี่ยคอนกรีตที่เทแล้วให้แผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเมื่อทำให้ยุบตัวและแต่งเสร็จแล้ว จะมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนด โดยที่ไม่มีผิวตอนใดต่ำกว่าระดับที่ต้องการ การนำคอนกรีตมาปรับแต่งเพิ่มเติมให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้จะใช้คนเกลี่ยแต่งคอนกรีตที่รอยต่อโดยใช้พลั่วก็ได้ แต่ห้ามใช้คราด และห้ามเดินบนคอนกรีตที่เทเสร็จใหม่ๆ

ในกรณีที่จะต้องเทคอนกรีตต่อจากแผ่นคอนกรีตที่ได้ก่อสร้างไว้เดิม ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการต่างๆ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าจำเป็นเพื่อให้ได้รอยต่อที่ดี รวมทั้งการทำติดตั้งโฟมกันรอยต่อตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

ถ้าปรากฏว่ามีคอนกรีตตกหล่นอยู่บนผิวคอนกรีตที่เทเสร็จแล้ว หรือคอนกรีตที่กำลังเทใหม่ ล้นเข้าไปในคอนกรีตเก่า ผู้จ้างจะต้องรีบเอาออกทันทีด้วยวิธีซึ่งวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(5) การก่อสร้างรอยต่อ

รอยต่อต่างๆ จะต้องก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ก่อนที่จะนำวัสดุสำหรับรอยต่อเข้าติดตั้งยังตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ จะต้องมีสภาพเรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้ว

(6) การบ่มคอนกรีต

ในการบ่มคอนกรีตให้คลุมผิวพื้นคอนกรีตให้เต็มผิวหน้าด้วยวัสดุที่ใช้คลุมในการบ่มคอนกรีต ถ้าปรากฏว่าส่วนใดหลุดออกหรือสูญหายไปในช่วงระยะเวลาที่บ่ม จะต้องรีบใส่ปิดให้ใหม่โดยทันที ระหว่างระยะเวลาที่บ่มห้ามปล่อยผิวหน้าของแผ่นพื้นคอนกรีตทิ้งไว้โดยไม่มีสิ่งใดปกคลุม

ในกรณีที่ปิดคลุมผิวหน้าคอนกรีตด้วยกระสอบ 2 ชั้น จะใช้กระสอบปิดคลุมไว้ตลอดเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 72 ชั่วโมง ดังกล่าวนี้นี้ให้ใช้หวีฉีดกระสอบให้เปียกชื้นติดต่อกันไป ห้ามใช้น้ำเค็มหรือน้ำกร่อยบ่มคอนกรีต อาจจะใช้วิธีขังน้ำไว้บนแผ่นพื้นคอนกรีตโดยตลอด 72 ชั่วโมง แทนก็ได้

ในกรณีที่ใช้สารเคลือบคอนกรีตเคลือบผิวคอนกรีต หากสารเคลือบคอนกรีตเคลือบเหล็กยึดก่อนจะเทคอนกรีตประกบอีกข้างหนึ่ง จะต้องทำความสะอาดเหล็กยึดให้สารเคลือบคอนกรีตออกจากเหล็กยึดให้หมด มิฉะนั้นเหล็กยึดอาจจะเสียคุณสมบัติการยึดเหนี่ยวได้

(7) การรื้อแบบ

ห้ามรื้อแบบออกหลังจากเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้วเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง การรื้อแบบจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นพื้นคอนกรีตนั้น

เมื่อรื้อแบบออกแล้วถ้าพบว่าคอนกรีตตอนใดผิวหน้าเป็นรูพรุนเล็กน้อยก็ให้แต่งให้เรียบโดยใช้มอร์ตาร์ ซึ่งมีส่วนผสมปูนซีเมนต์ 1 ส่วน และทราย 2 ส่วน โดยน้ำหนัก ถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นว่าคอนกรีตตอนใดมีรูพรุนมากเกินไปจนสมควร ให้ถือว่าแผ่นคอนกรีตตอนนั้นใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อออกแล้วหล่อให้ใหม่ ส่วนที่รื้อออกนี้ต้องเพิ่มความหนาและความกว้างของแผ่นพื้นคอนกรีตนั้น โดยให้มีรอยต่อก่อสร้างตามขวางตามแบบ ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

6.7.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วให้วัดสอบผิวหน้าคอนกรีตทั้งหมด โดยเฉพาะที่รอยต่อนั้นด้วยบรรทัดตรง ยาว 3.00 เมตร การวัดให้วัดติดต่อกันไปโดยเลื่อนบรรทัดไปที่ละ 1.50 เมตร และมีระยะเหลื่อมกัน 1.50 เมตร ถ้าผิวหน้าตอนใดเมื่อวัดสอบในทิศทางตามยาวปรากฏว่าไม่สม่ำเสมอ หรือห่างจากขอบบรรทัดที่วัดสอบเกินกว่า 3.5 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 7 มิลลิเมตร ก็ให้ทำเครื่องหมายไว้ และใช้เครื่องฝนคอนกรีตที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้ว ฝนออกให้ต่ำลงจนกระทั่งความไม่สม่ำเสมอนั้นเหลือไม่เกิน 3.5 มิลลิเมตร

ถ้าผิวหน้าของพื้นคอนกรีตตอนใดไม่สม่ำเสมอหรือห่างจากขอบบรรทัดที่วัดสอบเกินกว่า 7 มิลลิเมตร ผู้รับจ้างจะต้องรื้อแผ่นพื้นคอนกรีตแผ่นนั้นออก แล้วหล่อคอนกรีตใหม่โดยให้มีรอยต่อก่อสร้างตามขวางตามแบบ ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

6.8 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

6.9 การวัดงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานถนน เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- (1) งานดินถมคันทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (2) งานรองพื้นทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (3) งานทรายรองพื้นบดอัดแน่น ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (4) งานผิวทาง ค.ส.ล. หน้า 0.20 ม. ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ ในหน่วยตารางเมตร
- (5) งาน Expansion Joint ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาว ในหน่วยเมตร
- (6) งาน Contraction Joint ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาว ในหน่วยเมตร
- (7) งาน Construction Joint ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาว ในหน่วยเมตร

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

หมวดที่ 7

งานคอนกรีต

หมวดที่ 7

งานคอนกรีต

(CONCRETE WORKS)

7.1 ททั่วไป

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีต อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ซึ่งได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว คอนกรีตนั้นไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือไม่ก็ตามและอาจจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture) หรือไม่ก็ตาม จะต้องก่อสร้างตามข้อกำหนด (Specification) นี้ทุกประการ โดยให้ได้แนว ได้ระดับ ได้ลำดับชั้น (Grades) ได้ขนาดตรงกันกับแบบก่อสร้าง และตรงตามความต้องการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอนกรีตดังกล่าวนั้นจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุหยาบ (หินย่อยหรือกรวด) วัสดุละเอียด (ทราย) และอาจจะรวมถึงน้ำยาผสมคอนกรีต

7.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติการดำเนินงานกับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปนี้คือข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (Design Mixes)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหา กำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต (Design Mixes) ขึ้นให้ตรงกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้ระบุกำลังกด (Compressive Strength) ไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว และต้องเสนอต่อวิศวกรการก่อสร้างเพื่ออนุมัติ

7.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต

วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตตามข้อ 7.2.1 นั้น ต้องเป็นวัสดุเช่นเดียวกันกับวัสดุที่จะใช้งานจริง ซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว ณ บริเวณก่อสร้าง

7.2.3 ความเหลวของคอนกรีต

ต้องเหมาะสมกับลักษณะงาน ความเหลวของคอนกรีตวัดได้จากการยุบตัว (Slump) ซึ่งอยู่ระหว่าง 5 - 9 ซม. แต่ไม่เกิน 9 ซม. การตรวจสอบการยุบตัว (Slump Test) ให้ปฏิบัติตาม ASTM C143 ในกรณีต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixtures) ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และต้องส่ง

ตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มฟองอากาศให้กับคอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดฟองอากาศ (Air Meter) ไว้ด้วย

7.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

(1) ปูนซีเมนต์

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

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

(ค) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(ง) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยาที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้อยคุณภาพ

(จ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(2) ทราย (วัสดุละเอียด)

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

(ข) ต้องสะอาดและปราศจากวัตถุอื่น ๆ และมีสารอินทรีย์เจือปนได้ไม่เกินเกณฑ์กำหนดจากผลการทดลองด้วยวิธีแช่ในน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 3% ซึ่งการทดลองนั้นต้องปรากฏสีอ่อน สีมาตรฐานเบอร์ 3

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

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

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้อายุมีความชื้นเพิ่มขึ้น

(3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องมือหินหรือย่อยด้วยฆ้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนรีวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือส่วนเฉลี่ยมากที่สุดทางด้านรีวยาวไม่มากกว่า 5 เท่าของส่วนเฉลี่ยน้อยสุด ทางด้านแบน

(ค) ขนาดหินย่อยและกรวดต้องพิจารณาเลือกใช้ขนาดให้เหมาะสมกับลักษณะของอาคาร และความหนาแน่นของเหล็กเสริม เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน ตามกรรมวิธีของงานคอนกรีต ซึ่งจะไปสู่เป้าหมายให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพวัสดุหยาบใหญ่สุด 3 นิ้ว จะใช้งานคอนกรีตล้วน และกับส่วนอาคารที่มีความหนาแน่นมากกว่า 50 ซม. วัสดุหยาบใหญ่สุด 1.5 นิ้ว จะใช้กับส่วนของอาคารที่มีความหนาแน่นตั้งแต่ 20 ซม. ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่า 20 ซม. ควรใช้วัสดุหยาบขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดก็ตามต้องมีลำดับขนาดดี (Well Grade) ตามเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 1

(ขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 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 % และมีขนาดเล็กกลดหล่นลงไปจนถึงขนาดเล็กสุดเท่ากับตะแกรงเบอร์ 4 และยอมให้ลอดตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5 %
- หินย่อยต้องมีคุณสมบัติแข็งแรง แน่น สะอาด ไม่มีสะเก็ดหินผุเจือปน ไม่เปราะเปื้อน และมีฝุ่นมากเกินไป ไม่มีวัตถุอื่นๆ ปนอยู่ แต่อนุโลมให้ใช้ได้ เมื่อได้เกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

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

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

(4) น้ำ

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

(5) น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture)

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

(ก) Air Entraining Admixture เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มฟองอากาศในคอนกรีต ต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-260

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

(ค) Set Retarding Admixture เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตสำหรับหน่วงเวลาการแข็งตัวของคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ ASTM C-494

7.2.5 การผสมคอนกรีต

(1) วัสดุต่าง ๆ สำหรับผสมคอนกรีต

ต้องจัดเตรียมวัสดุต่าง ๆ สำหรับผสมคอนกรีตให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงานคอนกรีตได้ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา

(2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต

(ก) บรรดาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือและสิ่งจำเป็นทั้งหมดที่จะนำเข้าไปใช้ในการผสมคอนกรีตต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่จะทำงานได้ดี

(ข) ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตรให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด

(ค) เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer) จะต้องเป็นแบบ Drum Type ที่มีประสิทธิภาพและขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิตหินทราย ซีเมนต์และน้ำให้คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้และเมื่อเทคอนกรีตออกจากเครื่องผสมแล้ว ส่วนผสมจะต้องไม่แยกตัวออกจากคอนกรีต (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 ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมแยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

7.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้อง และให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ถือว่าผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหาย ใดๆ

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

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

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

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

- (6) ระยะทางเทคอนกรีตทางดิ่งต้องไม่เกิน 150 ซม. และใช้วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง เพื่อไม่เกิด Segregation และเกิดการเลื่อนตัวของเหล็กเสริม
- (7) จะไม่มีการเทคอนกรีตถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีความเห็นว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากเหตุการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศหรือคาดว่าจะการปฏิบัติงานนั้นจะไม่สำเร็จลุล่วงไปตามปริมาณงานคอนกรีตที่กำหนดไว้ (Scheduled Volume)
- (8) การเทคอนกรีตสำหรับส่วนหนึ่งๆ 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 จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่ที่มีน้ำหรือเทไถ่น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษนอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว
- (11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้าตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น

- (1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเปียกกันแน่น
- (2) การทำให้เนื้อคอนกรีตมีเนื้อแน่นต้องใช้เครื่องเขย่า (Vibrator) ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (Immersion-Type Vibrator) กับชนิดติดกับแบบหล่อ (Form Vibrator) ถ้าเป็นชนิดหัวจุ่มต้องมีความถี่ของการสั่น (Oscillation Frequency) อย่างน้อย 7,000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต ถ้าเป็นชนิดติดกับแบบหล่อต้องติดให้แน่นและให้การสั่นอย่างน้อย 8,000 ครั้งต่อนาที เมื่อขณะเขย่าคอนกรีต
- (3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก็อนุโลมในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกันประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหวที่ผิวหน้าคอนกรีต การฟังเสียงของการสั่นคงที่หรือความรู้สึกที่มีมือถือเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีต

ในขั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้น
เสมอกันได้ดีทุกครั้งที่การใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีต
และเหล็กเสริม

7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดการอุปกรณ์ที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถ เพื่อ
เก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์
กำหนดต่อไปนี้

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

(2) การเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดลองหาแรงอัด (Compressive Strength) ต้องทำอย่างน้อย
วันละ 1 ชุดๆ หนึ่งประกอบด้วย 6 ตัวอย่าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะร้องขอ

(3) การทดลองแท่งคอนกรีต

(ก) แบบหล่อ (Mold) ต้องเป็นเหล็กประกอบกันเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 6" และสูง 12" วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้ว และถูกยึดด้วยสกรูนอต ก่อน
หล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อนั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องการให้ผู้รับจ้าง
เก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการ
ลำเลียงไปถึงที่ที่จะเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการ
วิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

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

(ง) การกระทุ้งครั้งแรกต้องกระทุ้งให้ถึงแผ่นเหล็กที่เป็นฐานของ Mold ส่วนการกระทุ้ง
ชั้นสองและชั้นสามให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นที่กระทุ้งไปแล้วเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งชั้นที่สามแล้ว ใช้
เกรียงปาดหน้าให้เรียบ

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

(ก) พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ

(ข) พื้นที่วางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใดๆ

- (ค) การปาดผิวหน้าให้ใช้เครื่องมือระดับระวางอย่าให้ผิวฉุน
- (ง) แบบเมื่อหล่อคอนกรีตแล้วควรไว้ในร่ม ไม่ให้ถูกแดดหรือฝน
- (จ) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบในวันรุ่งขึ้น
- (ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระดับระวางและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ
- (ช) เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยวบตัว และหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ
- (ซ) จะต้องคลุมแท่งคอนกรีตด้วยกระสอบชื้นหรือแช่น้ำไว้ไม่น้อยกว่า 5 วัน แล้วนำลงบรรจุในหีบซึ่งมีทรายเปียกล้อมรอบทุกด้าน หนาไม่น้อยกว่า 5 ซม. แล้วจัดส่งให้ห้องทดลองเพื่อทดลองคุณภาพ
- (ฌ) 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

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

7.3 แบบหล่อคอนกรีต

7.3.1 ทั่วไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยรั่ว อันจะทำให้หน้าซีเมนต์ไหลออกได้และความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีต โดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนว ผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็ก

7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม่บิดเบี้ยวไม่มีรอยบุปผะอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมีความเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนถือผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลับสายตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและความหนาสม่ำเสมอ การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

7.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ

การใช้ไม้แบบหรือไม้บุแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน 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 การทำความสะอาดแบบและท่อน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูน จะไม่ต้องการทาด้วยน้ำมัน

7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

7.4.1 ทั่วไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ฉะนั้น ควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหายหรือได้รับการยอมรับจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยปกติทั่วไปจะไม่มีการถอดแบบหล่อคอนกรีตมีอายุน้อยกว่า 48 ชม.

7.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต

การรับน้ำหนักและแรงต่างๆ ของอาคารบางตอนไม่เหมือนกัน อาจจะมีลักษณะและขนาดของแรงที่กระทำต่ออาคารนั้นต่างกัน ฉะนั้นการถอดแบบหล่อต้องพิจารณาความแข็งแรงตามอายุคอนกรีตที่จะใช้งานได้ของแต่ละส่วนในอาคารนั้นๆ ซึ่งพอประมาณได้ดังนี้

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

จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณ แสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.5 การซ่อมคอนกรีต

7.5.1 ททั่วไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้ โดยเฉพาะก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบ และต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

คอนกรีตที่เสียหาย เช่น คอนกรีตที่เป็นรวงผึ้ง แตกร้าว บิ่น หรือความเสียหายอื่นใด จะต้องสกัดออกให้หมดแล้วแต่งด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack Mortar) ปูนทราย (Mortar) หรือคอนกรีต (Concrete) ตามความเหมาะสม ให้ได้ระดับกับแนวที่กำหนดไว้

7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack Mortar)

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้งจะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

(1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัดลวด เหล็ก หรือนอตที่ใช้ยึดแบบออก

(2) ร่องแคบๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตบแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะดังนี้

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

7.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต (Concrete Replacement)

การซ่อมด้วยคอนกรีต จะใช้วิธีนี้เมื่อคอนกรีตเป็นช่องผ่านทะลุตลอด และมีลักษณะดังนี้

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

7.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย (Mortar Replacement)

การซ่อมด้วยวิธีนี้จะใช้ได้เมื่อ

- (1) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและก็ยังดีเกินไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต
- (2) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

7.5.5 การซ่อมด้วย Epoxy

การซ่อมด้วย Epoxy นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือจะใช้เมื่อไม่มีความมั่นใจว่า การซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัตถุที่ใช้ซ่อมกับคอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำได้ตามคาดหมาย และจะใช้ Epoxy เมื่อคอนกรีตเป็นแผลรอยกระแทะบาง

หมายเหตุ รายละเอียดการซ่อมคอนกรีตให้ถือตามคำแนะนำใน Concrete Manual พิมพ์ครั้งที่ 4 บทที่ 7 ของ 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 จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีที่อยู่ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป จะต้องรักษาคอนกรีตไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการหล่อน้ำขังไว้คลุมด้วยวัตถุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้ยา 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำทันทีหลังจากการแต่งผิวหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยการฉีดน้ำให้เป็นฝอยจนกระทั่งผิวนั้นไม่ดูดความชื้นเข้าไปอีก ทันใดที่น้ำที่ติดอยู่บนคอนกรีตแห้งแต่คอนกรีตยังชื้นอยู่ จะต้องพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงไปทันที หลังจากพ่นน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้วเมื่อแต่ละผิวหน้าแห้งแล้ว ก็จะเริ่มทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมได้ การซ่อมแต่ละแห่งนั้นเมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะต้องทำความสะอาดและทำให้เปียกชื้นแล้วพ่นด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตอีกครั้งหนึ่ง

ภายในระยะเวลา 28 วัน หลังจากพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต การดำเนินการใดๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องทำการพ่นใหม่ทันทีและถ้าจำเป็นในการก่อสร้างที่จะต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เคลื่อนที่บนผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องใช้ทรายหรือดินหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วฟุต ปิดทับผิวนั้นเสียภายหลังที่น้ำยาแห้งตัวดีแล้ว

7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

หลังจากได้ทำการพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตและน้ำยาที่ฉาบแห้งสนิทแล้ว ให้ทำเครื่องหมายแสดงวันเดือน 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 และเมื่อพ่นกับผิวคอนกรีตขึ้นตั้งฉากกับพื้นราบโดยใช้อัตราที่กำหนดน้ำยาจะต้องไม่ไหลหรือย้อย

(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 รอยต่อในอาคารคอนกรีตแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

7.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดส่วนที่ยู่สกปรกและไม่แข็งแรงแรงต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้ไน้ฉีดหรือทรายฉีด (Sand Blast) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อก่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบเพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

7.8.2 รอยต่อเพื่อหด (Contraction Joint)

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

7.8.3 รอยต่อเพื่อขยาย (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) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอดตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ทำตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้หรือตามที่แบบ

กำหนด การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ การติดตั้งแผ่นกันน้ำ จะต้องฝังแผ่นกันน้ำในแต่ละส่วนของคอนกรีตที่มาต่อกันให้มีระยะเท่ากัน แต่ทั้งนี้ตำแหน่งของแผ่นกันน้ำอาจคลาดเคลื่อนจากระยะครึ่งหนึ่งของความหนาของคอนกรีตได้บ้าง ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ลักษณะของแผ่นกันน้ำจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั้ว ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นกันน้ำรั้วติดกับแบบจนทำให้แผ่นยางกันน้ำทะลุที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันขาด

แผ่นกันน้ำรั้วทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น 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./ซม2 เมื่อขาด	ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม2 เมื่อขาด
3.	แรงดึงเมื่ออบด้วย ออกซิเจนภายใต้ อุณหภูมิ 70 ° ซ แรงดัน 21 กก./ซม ²	ไม่น้อยกว่า 80 % เมื่อเทียบกับ กับแรงดึงสภาพใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 80 % เมื่อเทียบกับ แรงดึงสภาพใช้งาน
4.	การตายตัว (Compression Set)	การตายตัวของวัสดุเมื่อรับ แรงกด ทดลองที่ 70 ° ซ เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70 %	การตายตัวของวัสดุเมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70 °ซ เป็น เวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 30 %
5.	ส่วนยืด (Elongation)	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 325 %	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 450 %
6.	คุณสมบัติอื่น ๆ	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้	ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกันปราศจาก รูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้

7.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Sealant)

ทุกแห่งที่กำหนดไว้ว่าเป็นรอยต่อคอนกรีตชนิดรอยต่อเมื่อขยายตัว (Expansion Joint) บริเวณใกล้เคียงถึงผิวคอนกรีต ต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้ แน่นดีน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณลักษณะของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยึดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยึดตัวได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่า และหดตัวได้ครึ่งหนึ่งของขนาดเดิมโดยไม่มีการฉีกหรือปริแตกแต่อย่างใดและต้องไม่เกิดการล้าตัวในเนื้อของมันด้วยต้องมีความแข็งไม่น้อยกว่า Shore “A” Durameter ประมาณ 30-40 ที่อุณหภูมิ 24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่ออายุได้ 7 วัน เป็นวัสดุชนิด Two-Part Polysulphide Liquid Polymer

7.9.3 Elastic Filler

เป็นแผ่นใยใส่รอยต่อคอนกรีตจะต้องประกอบด้วย ชานอ้อย หรือเส้นใยอื่นๆ ที่เหมาะสมอัดเป็นแผ่นและอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว จะต้องมีความสมบัติดังนี้

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

7.9.4 Bituminous Fiber Sheet

- (1) ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้ง Bituminous Fiber Sheet บริเวณรอยต่อตามที่แสดงในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ
- (2) วัสดุ
 - (ก) Bituminous Fiber Sheet ที่ใช้ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ และมีความสมบัติสอดคล้องตามมาตรฐาน ASTM D1751
 - (ข) อย่างน้อย 60 วัน ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอตัวอย่างพร้อมข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ
- (3) การติดตั้ง
 - (ก) ขอบนอกของ Bituminous Fiber Sheet ต้องติดตั้งให้เรียบขนานกับขอบแบบหรือผิวของคอนกรีตตามแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ
 - (ข) รอยต่อของ Bituminous Fiber Sheet ในสถานที่ก่อสร้างจะต้องมีให้น้อยที่สุด

7.10 คอนกรีตล้น (Mass Concrete) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.

งานคอนกรีตชนิดนี้จะใช้กับงานฝายกันน้ำ (อาจจะรวมทั้งกำแพงที่บริเวณฝายและส่วนอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง) ที่ประกอบด้วย วัสดุก่อสร้างระหว่างคอนกรีตล้นกับหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ มีขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.

คอนกรีตล้นต้องมีคุณภาพ สามารถรับแรงอัด (Compressive Strength) ได้ไม่น้อยกว่า 140 กก./ตร.ซม. และมีความเหลวที่วัดได้จากการยุบตัว (Slump) อยู่ระหว่าง 3 1/2 นิ้ว ถึง 4 1/2 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดที่ใช้เป็นวัสดุหยาบผสมคอนกรีตล้นต้องเป็นหินเบอร์ 1 (ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว)

การปฏิบัติในการเทคอนกรีตล้นผสมกับหินใหญ่จะต้องเทคอนกรีตล้นกับหินใหญ่สลับกันเป็นชั้นๆ ส่วนหลักเกณฑ์และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆ ให้ยึดถือตามข้อกำหนดของสัญญา

(1) ชั้นแรก ต้องใช้คอนกรีตล้นเทลงไปก่อน ให้มีความหนาหลังจากการกลั่นน้ำเสมอและทำให้แน่นแล้ว 20 ซม.

(2) ชั้นที่สอง เทหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ทับลงไปให้มีความหนาไม่เกิน 30 ซม. โดยให้มีช่องว่างระหว่างหินเพียงพอที่คอนกรีตที่จะเททับชั้นที่สาม สามารถแทรกตัวเข้าไปได้ หลังจากได้จัดเรียงหน้าให้เสมอกันแล้ว

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

(4) ชั้นต่อไป ให้ทำตามขั้นตอนดังกล่าวนี้ คือ เทหินใหญ่และแล้วเทคอนกรีตล้นสลับกันไปจนแล้วเสร็จ

7.11 การ Grout คอนกรีต

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

7.12 Blockout

กรณีที่มียานโลหะฝังติดอยู่กับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องจัด Blockout ของเนื้อคอนกรีตบริเวณนั้นไว้ เพื่อให้การติดตั้งงานโลหะนั้นได้ถูกต้องแน่นอน หลังจากติดตั้งโลหะแล้วผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตลงไปตามเดิม โดยคอนกรีตที่ใช้ให้ผสมสารเคมีเพื่อการลดการหดตัว (Nonshrinkage Compound) โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต

7.13.1 ทั่วไป

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

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

เหล็กเสริมทั้งหมดต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสี หรือการเสียหายอย่างอื่น ๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติของเหล็กเสริม

ทั้งเหล็กเสริมชนิดเกลี้ยงกลม (Round Bars) และเหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars) ที่ได้กำหนดให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ (Grade) โดยใช้ตัวย่อ “SR24” และ “SD30” ตามลำดับ จะต้องมีความสมบัติ (Properties) ดังต่อไปนี้

(1) คุณสมบัติทางกล

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

(2) ส่วนประกอบทางเคมี

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

7.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องตัดให้ตรง การตัดและตัดต้องใช่วิธีตัดตัดเย็น (Bent and Cut Cold) ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบและได้รูปร่างตามส่วนโค้งงอที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

การผูกเหล็กเสริมให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกมัดให้แน่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดให้ผูกมัดด้วยลวดเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกให้แน่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้งอพับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

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

7.13.4 เหล็ก Dowel

เหล็ก Dowel ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียดก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด Dowel ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่ และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

7.14 คอนกรีตพ่นและตะแกรงเหล็ก (Shotcrete and Wiremesh)

7.14.1 คอนกรีตพ่น

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการพ่นคอนกรีตพ่นในบริเวณผิวหินที่ทำการขุด ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ผู้รับจ้างต้องไม่ทำคอนกรีตพ่นก่อนที่จะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับงานคอนกรีตพ่นได้กำหนดไว้ ดังนี้

(1) บททั่วไป

(ก) คอนกรีตพ่น จะนำไปประยุกต์ใช้กับงานทุกประเภทที่ต้องการเพิ่มความแข็งแรงให้ผิวหน้าหิน สำหรับหน้าหินขุดทั่วไป และหน้าหินขุดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และ/หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

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

(ค) บริเวณใดที่กำหนดใช้คอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องทำงานคอนกรีตพ่นให้ได้ความหนาต่ำสุดตามที่กำหนดในแบบหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) วัสดุ

(ก) วัสดุที่สำคัญสำหรับคอนกรีตพ่นที่ใช้เหมือนงานคอนกรีตให้ใช้ตามข้อกำหนดรายละเอียดทางด้านวิศวกรรมในหมวดที่ 7

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

(ค) น้ำยาผสม (Admixture) สำหรับคอนกรีตพ่นต้องมีคุณสมบัติทำให้ส่วนผสมแข็งตัวเร็ว และมีความแข็งแรงสูง ต้องไม่มีส่วนผสมของสารที่ละลายน้ำได้ คลอไรด์ หรือสารอื่นใดที่มีผลต่อการกัดกร่อนเหล็กและไม่มีผลต่อความเสียหายต่อสิ่งอื่นใด อาทิ เกิดรอยแตก รอยแยกในคอนกรีตพ่น

(ง) อัตราส่วนการผสมของน้ำยาผสมที่ใช้ไม่ควรเกิน 5% ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ยกเว้นในกรณีที่ต้องพ่นคอนกรีตพ่นในบริเวณที่ต้องการเพิ่มเสถียรภาพของหินผุอย่างเร่งด่วน หรือในบริเวณที่มีอัตราการซึมของน้ำสูง

(จ) ผู้รับจ้างต้องเสนอส่วนผสมพร้อมรายละเอียดคุณสมบัติให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

(ฉ) น้ำที่ผสมให้เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับการใช้ในงานคอนกรีต

(3) การผสม (Mixing)

(ก) ผู้รับจ้างต้องออกแบบส่วนผสมให้ได้คอนกรีตพ่น (Shotcrete) ที่มีความสามารถในการรับแรงได้ดังนี้

- กำลังอายุ 24 ชั่วโมง รับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 105 กก./ตร.ซม.
 - กำลังอายุ 28 วัน รับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ตร.ซม.
- เมื่อหล่อด้วยตัวอย่างตามข้อ 7.2.9

(ข) การผสมวัสดุโดยวัดสัดส่วนการผสมเป็นปริมาตร อาจอนุโลมให้ใช้ถ้าเป็นการผสมโดยใช้รถผสมเคลื่อนที่ แต่ทั้งนี้ต้องทำการตรวจสอบสัดส่วนการผสมตลอดเวลา และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

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

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

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

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการ และการควบคุมการผสมวัสดุตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมให้ได้สัดส่วนการผสมที่ถูกต้อง และคงที่สำหรับการพ่นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

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

(ซ) อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุละเอียด วิธีการพ่นความต้องการเพิ่มการยึดเกาะ

(4) บุคลากร, เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานและการปฏิบัติงาน

(ก) อย่างน้อย 30 วัน ก่อนเริ่มงานคอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดของเครื่องจักรและบุคลากรที่ใช้ตามรายการดังนี้

- ประเภท จำนวน และข้อกำหนดการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผสมและพ่นคอนกรีตพ่น
- จำนวนและรายชื่อของคนจับหัวพ่นคอนกรีตพ่น (Nozzlemans)

(ข) เครื่องจักรที่ใช้ในงานคอนกรีตพ่นให้จัดทำรายงานตามรายการดังนี้

- แรงดันน้ำที่หัวพ่น
- ปริมาตรของน้ำที่ใช้
- แรงดันลมที่ออกจากเครื่องพ่น
- อัตราการพ่นของส่วนผสม
- อัตราการใช้ น้ำยาผสม

(ค) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นต้องตั้งอยู่ในบริเวณที่ง่ายต่อการควบคุมปริมาณและการควบคุมงานที่ถูกต้องของคนพ่น และคนคุมเครื่อง

(ง) แรงดันและปริมาตรของลมและน้ำสำหรับงานพ่นคอนกรีตต้องเพียงพอต่อการใช้งานตามข้อกำหนดรายละเอียดในการทำงานของเครื่องจักร ทั้งนี้ระบบแรงดันลมที่ใช้ต้องไม่มีน้ำมันปนเปื้อน

(จ) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องมีโมแบบหมุนหรือแบบอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ แต่ทั้งนี้การลำเลียงส่วนผสมและน้ำยาผสมออกจากเครื่อง ต้องมีอัตราสม่ำเสมอในการผสม น้ำยาผสมกับส่วนผสมก่อนที่จะเข้าไปในโมของเครื่องพ่น ต้องใช้อุปกรณ์ในการจ่ายน้ำยาผสมที่มีอัตราการจ่ายสม่ำเสมอที่บริเวณปากโมของเครื่อง

(ฉ) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องสามารถลำเลียงส่วนผสมแบบแห้ง (Dry Mix) ไปตามท่อ ยางในอัตราความเร็วที่สม่ำเสมอ และพ่นออกจากหัวยิงด้วยความเร็วที่ทำให้วัสดุต่างๆ จากส่วนผสมยึดเกาะติดหน้าหิน โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับ(Re-bond) น้อยที่สุด และการยึดเกาะของวัสดุแน่นมากที่สุด

(ช) กรณีใช้เครื่องพ่นแบบเปียก สัดส่วนของวัสดุเปียกและน้ำยาผสมที่ใช้ต้องทำการพ่น ทดลองดูก่อนเพื่อตรวจเช็คความแน่นหนา ส่วนเครื่องพ่นต้องสามารถพ่นส่วนผสมเปียกให้ยึดติดหน้าหิน ได้แน่นมากที่สุด โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับน้อยที่สุด

(ซ) คนจับหัวพ่น (Nozzleman) อาจจะใช้ลมและน้ำจากเครื่องพ่นคอนกรีตพ่นสำหรับทำความสะอาดผิวหน้าหินก่อนพ่นคอนกรีตพ่น หรือพ่นทำความสะอาดหลังจากทำงานเสร็จแล้ว

(ฌ) ก่อนที่จะทำการพ่นคอนกรีตพ่น ต้องทำความสะอาดหน้าหิน และชวกรอยต่อระหว่าง หินกับคอนกรีตพ่น ที่พ่นครั้งหลังสุดให้สะอาดปราศจากเศษหินและทำให้ผิวหน้าหินเปียก เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ ดังนั้น ผิวหน้าหินที่จะพ่นคอนกรีตพ่นต้องชื้น แต่ต้องไม่มีน้ำไหลตามผิวหน้า

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

(ฎ) ส่วนผสมสำหรับพ่นต้องใช้ให้หมดภายในเวลาไม่เกิน 90 นาที หลังจากการผสมตาม สภาพของงานที่ทำและตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด แต่ทั้งนี้ผลของการทดสอบต้องผ่านตาม ข้อกำหนด

(ฏ) ในขณะที่ทำการพ่น ถ้าส่วนผสมที่พ่นออกมาแห้งบ้างเปียกบ้างไม่สม่ำเสมอ ให้หยุดทำการพ่นทันที และคอนกรีตพ่นที่ได้พ่นไว้แล้วให้รื้อออก

(ฐ) ผิวคอนกรีตพ่นใดๆ ที่พ่นเสร็จแล้ว เมื่อตรวจสอบพบว่าไม่แน่น มีโพรงและการกระจายตัวของส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ หรือทดสอบกำลังอัดได้ต่ำกว่าที่กำหนดจะต้องทำการรื้อออกหรือทำการพ่นซ้ำ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ฑ) รอยต่อของการก่อสร้างอาจทำเป็นร่องตัววีที่มีมุมประมาณ 30° หรืออาจจะตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลึกและต่อเนื่องด้วยร่องตัววีมุม 30° รอยต่อทั้งหมดต้องทำความสะอาด และให้เปียกชื้น ก่อนที่จะยาแนวด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกับส่วนผสมที่ใช้ในงานคอนกรีตพ่น

(ฒ) ส่วนผสมที่เหลือจากการพ่นให้ขนย้ายออกทันทีระหว่างการพ่น และห้ามนำกลับมาใช้อีก

(ณ) สำหรับงานคอนกรีตพ่นบริเวณลาดเขาหลังจากพ่นคอนกรีตพ่นเสร็จ ให้บ่มเป็นระยะเวลา 7 วัน

(ด) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจจะสั่งการให้ผู้รับจ้างเจาะรูระบายน้ำหลังจากพ่นคอนกรีตพ่นเสร็จแล้ว

(5) การทดสอบกำลังอัด

กำลังอัดที่จะทำการทดสอบได้กำหนดไว้ในหมวดที่ 7 เรื่องการผสมแท่งทดสอบที่จะใช้ทดสอบกำลังอัดนี้ต้องมีขนาด 100 x 100 x 100 มม.

(ก) การทดสอบก่อนการก่อสร้าง (Pre-Construction Test)

การทดสอบก่อนการก่อสร้าง จะต้องดำเนินการก่อนที่จะเริ่มงานคอนกรีตพ่น การทดสอบกระทำโดยพ่นคอนกรีตพ่นบนแผงทดสอบ (Panel) และทำการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน AC1 506 โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นผู้อนุมัติผลการทดสอบดังกล่าว การทดสอบกำลังอัดให้ดำเนินการทดสอบที่ 24 ชั่วโมง และ 28 วัน ในขณะที่รอผลการทดสอบกำลังอัดที่ 28 วัน ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง อาจจะอนุมัติให้ทางผู้รับจ้างเริ่มงานพ่นคอนกรีตพ่นได้ แต่ทั้งนี้ผลการทดสอบกำลังอัดที่ 28 วัน ต้องได้ตามที่กำหนดไว้

(ข) การทดสอบในระหว่างก่อสร้าง

ในระหว่างทำงานคอนกรีตพ่น ผู้รับจ้างต้องจัดเก็บตัวอย่างและทดสอบกำลังอัด ทุกๆ 30 ลูกบาศก์เมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยเก็บแท่งทดสอบจำนวน 6 แท่งไปทดสอบกำลังอัดที่ 24 ชั่วโมง และ 28 วัน อย่างละ 3 แท่งตามลำดับ โดยผลการทดสอบจะพิจารณา

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

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างเจาะแท่งทดสอบจากบริเวณหน้างาน ถ้าผลการทดสอบจากแท่งตัวอย่างไม่ได้กำลังอัดตามที่กำหนด

(6) การตรวจสอบหรือการทดสอบทั่ว ๆ ไป

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้าง เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. เพื่อตรวจสอบความหนาของคอนกรีตพ่นในบริเวณที่สงสัยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตพ่นในสนามเพื่อทดสอบกำลังอัดในกรณีที่ผลการทดสอบกำลังอัดจากแท่งตัวอย่างไม่ได้ค่ากำลังอัดตามข้อกำหนด หรือเนื่องมาจากสาเหตุอื่น ๆ โดยหลุมเจาะที่เกิดจากการเจาะเก็บตัวอย่างให้ทำการอุดด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมที่ใช้ในการพ่น

7.14.2 ตะแกรงเหล็ก

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

7.15 สมอเหล็ก (Anchor Bars)

7.15.1 บททั่วไป

- (1) สมอเหล็กเป็นเหล็กเส้นที่ฝังอยู่ในหินโดยใช้มอร์ตาร์เป็นวัสดุยึด และมีส่วนปลายงอตั้งฉากกับผิวหน้าหิน เพื่อใช้สำหรับยึดตารายเหล็กเพื่อเพิ่มเสถียรภาพของลาดงานชุด
- (2) บริเวณใดๆ ของลาดงานชุดที่เป็นหินที่ไม่มีเสถียรภาพจำเป็นต้องพ่นคอนกรีตพ่นเพื่อเพิ่มเสถียรภาพ ผู้รับจ้างต้องเสนอรูปแบบและรายละเอียดในการติดตั้งสมอเหล็กให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ
- (3) ผู้รับจ้างต้องไม่ทำการติดตั้งสมอเหล็กโดยปราศจากการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

7.15.2 วัสดุ

- (1) สมอเหล็กเป็นเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มม. หรือตามขนาดที่ระบุในแบบ มอก.24 ชั้นคุณภาพ SD 40 หรือตามที่กำหนดในแบบ มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ
- (2) มอร์ตาร์ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ ทรายละเอียด และน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อทราย 1:1 (โดยน้ำหนัก) และมีค่าการยุบในช่วง 70-90 มม. และ NON-SHRINK COMPOUND หรือวัสดุอื่นใดตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดหรืออนุมัติ
- (3) ปูนซีเมนต์ที่ใช้ให้เป็นปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภท I ตามมาตรฐาน มอก.15 เล่ม 1

7.15.3 การติดตั้ง

- (1) ผู้รับจ้างต้องเจาะรูให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสมอเหล็กหรือตามที่ระบุในแบบตามตำแหน่งและความลึกที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ และก่อนการติดตั้งสมอเหล็กต้องทำความสะอาดรูเจาะด้วยแรงดันลม และ/หรือน้ำภายใต้ความดัน

(2) สมอเหล็กต้องใส่เข้าไปในรูเจาะและต้องมีอุปกรณ์ Centralizer บังคับให้สมอเหล็กอยู่ตรงกลางหลุมก่อนที่มอร์ตาร์จะเริ่มแข็งตัว และมอร์ตาร์ต้องหุ้มสมอเหล็กตลอดความยาวที่ฝังอยู่ในหินเมื่อติดตั้งเสร็จแล้วผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการยึดไม่ให้สมอเหล็กเคลื่อนตัวไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

7.15.4 การทดสอบสมอเหล็ก

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบสมอเหล็กให้เพียงพอต่อการทดสอบ
- (2) ก่อนติดตั้งสมอเหล็กผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบติดตั้งโดยมีสภาพที่เหมือนกับการติดตั้งจริง
- (3) การทดสอบแรงดึง (Pull Out Test) จะดำเนินการหลังจากติดตั้งแล้ว 28 วัน ทำการทดสอบจำนวน 5% ของสมอเหล็กที่ติดตั้งทั้งหมดโดยใช้แรงดึงไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม.

7.16 สมอยึดหิน (Rock Bolts)

7.16.1 บททั่วไป

- (1) ตามวัตถุประสงค์ของข้อกำหนดทางด้านเทคนิคนี้ สลักยึดหินเป็นเหล็กเส้นรับแรงที่ติดตั้งในรูเจาะ โดยมีปลายด้านในยึดติดกับเนื้อหินและถูกยึดด้วยแรงตลอดแนวแกน และปลายด้านหนึ่งมีแผ่นเหล็กรับแรงและนอตชั้นยึดติดกับคอนกรีตพื้นหรือคอนกรีตโครงสร้างไว้
- (2) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งสลักยึดหินตามตำแหน่งหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติ

7.16.2 วัสดุ

วัสดุสำหรับใช้ทำเหล็กสลักยึดหินและส่วนประกอบให้เป็นไปตามรายละเอียดดังนี้

- (1) เหล็กสลัก (Bolt) ทำด้วยเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ตาม มอก. 24 ชั้นคุณภาพ SD40 มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด
- (2) ขนาดและรูปร่างของแผ่นเหล็กรับแรง (Bearing Plate) ได้แสดงไว้ในแบบทั้งแผ่นเหล็กรับแรง, แหวนรองและนอต สำหรับสลักยึดที่จะนำมาใช้ต้องสามารถรับแรงตามที่กำหนดได้ เพื่อป้องกันการผุกร่อนหลังจากการติดตั้งให้ปิดทับด้วยคอนกรีตพื้นหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด
- (3) เรซินที่ใช้อัดฉีดทำจากอีพ็อกซีในรูปแบบแคปซูลที่แข็งตัวเร็ว และสามารถรับแรงได้ตามที่กำหนด

(4) มอร์ตาร์ที่ใช้อัดฉีดในงานสลักยัดหินจะประกอบด้วย ทรายละเอียด, ปูนซีเมนต์ และน้ำที่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน หรือวัสดุอื่นนอกเหนือจากนี้ที่กำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง อัตราส่วนโดยน้ำหนักของซีเมนต์และน้ำที่ใช้เท่ากับ 1:1 และมีค่าการยุบตัวประมาณ 70-90 มม. ปูนซีเมนต์จะต้องเป็นปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภท I หรือ II ตามมาตรฐาน มอก. 15 เล่ม 1

7.16.3 รูปแบบการติดตั้ง

รูปแบบและความยาวของสลักยัดหินที่จะติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพของหินที่จะทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบที่แสดงรายละเอียดการติดตั้งและรูปแบบการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนที่จะเริ่มงาน

7.16.4 วิธีการติดตั้งและการทดสอบ

สลักยัดหิน ต้องดำเนินการติดตั้งทันทีหลังจากทำการขุดระเบิดและขนย้ายหินเสร็จแล้ว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการติดตั้งสลักยัดหินพร้อมรายละเอียดที่จะใช้ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(2) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งสลักยัดให้ได้ตำแหน่งและความยาวตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(3) ผู้รับจ้างต้องเจาะรูให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลักยัดหินได้ไม่น้อยกว่า 10 มม. ความลึกและตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด และก่อนที่จะทำการติดตั้งสลักยัดหินต้องทำความสะอาดรูเจาะด้วยแรงดันลม และ/หรือน้ำภายใต้ความดันก่อน

(4) ก่อนติดตั้งสลักยัดหินต้องทำความสะอาดเหล็กสลักยัดให้ปราศจากสนิม คราบสะเก็ด คราบน้ำมัน หรือสิ่งอื่นใดที่เคลือบอยู่ให้หมด

(5) สำหรับระยะตรึงสลักยัดหิน (Bond Length) ที่ใช้เรซินชนิดแข็งตัวเร็วสำหรับยัด สลักยัดกับหินนั้นต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 400 มม.

(6) สลักยัดหินต้องถูกดึงหลังจากที่ทำการติดตั้งแล้วเสร็จ และเรซินแข็งตัวแล้ว ด้วยกุญแจปอนด์โดยการดึงหรือขัน (Torque) ด้วยแรง 80 กิโลนิวตัน

(7) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือ และวิธีการในการอัดฉีดมอร์ตาร์ให้สามารถอุดช่องว่างระหว่างสลักยัดหินกับผิวหน้าหินได้อย่างสมบูรณ์ ตลอดความยาวของสลักยัดหิน

(8) ผู้รับจ้างต้องทำการบันทึกข้อมูลการติดตั้งสลักยึดหิน (Rock Bolts) เสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ตามรายละเอียดไม่น้อยกว่าดังนี้

- (ก) หมายเลขของสลักยึดหิน (Reference Number)
- (ข) ชื่อผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้รับจ้าง
- (ค) ขนาดและความลึกของรูเจาะ และวันที่ทำการเจาะ
- (ง) รายละเอียดของวัสดุที่ใช้
- (จ) ขนาดและความยาวของสลักยึดหิน
- (ฉ) ชนิดและขนาดของแผ่นเหล็กรับแรง (Bearing Plate)
- (ช) วัน เวลาในการตึงแรงและค่าของแรงตึง

การทดสอบสลักยึดหิน

- (1) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาเครื่องมือทดสอบสลักยึดหินให้เพียงพอต่อการทดสอบ
- (2) ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองติดตั้งและดึงสลักยึดหินเพื่อตรวจสอบว่าจะได้ตามข้อกำหนดทางวิศวกรรมหรือไม่ โดยสลักยึดหินที่ทดลองต้องติดตั้งในสภาพหินที่เหมือนกับสลักยึดหินที่จะทำการติดตั้ง
- (3) การทดสอบ Pullout Tests ของสลักยึดหิน จะดำเนินการหลังจากติดตั้งแล้ว 28 วัน โดยจะทำการทดสอบจำนวน 5% ของจำนวนสลักยึดหินที่ติดตั้งทั้งหมด โดยกำหนดใช้แรงดึง 160 กิโลนิวตัน ในกรณีที่ผลการทดสอบสลักยึดหินบางตัวไม่ได้ตามข้อกำหนด ทางผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ทดสอบเพิ่มหรือติดตั้งใหม่ อยู่ที่ดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

7.17 แผ่นยางรองคานสะพาน (Elastomeric Bearing Pad)

7.17.1 บททั่วไป

- (1) ตามวัตถุประสงค์ของข้อกำหนดทางด้านเทคนิคนี้ แผ่นยางรองคานสะพาน (Elastomeric Bearing Pad) เป็นแผ่นโครงสร้างที่ติดตั้งระหว่างโครงสร้างส่วนบนและส่วนล่างของสะพาน ทำหน้าถ้ายางจากน้ำหนักรถจราจร น้ำหนักของโครงสร้างสะพานด้านบน แรงแผ่นดินไหว และแรงลม
- (2) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งแผ่นยางรองคานสะพาน (Elastomeric Bearing Pad) ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดและอนุมัติ
- (3) ผู้รับจ้างจะต้องส่งเอกสารทางด้านเทคนิค รายละเอียดการผลิต การทดสอบวัสดุ Quick Product Test ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนนำไปติดตั้ง

7.17.2 วัสดุ

(1) การออกแบบแผ่นแผ่นยางรองคานสะพาน ให้อ้างอิงตามมาตรฐาน AASHTO LRFD หัวข้อ AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการคำนวณและแบบแผ่นยางรองคานสะพานทุกขนาดที่นำมาใช้งาน ขนาดของแผ่นยางที่ออกแบบจะต้องมีขนาดในแต่ละมิติรวมทั้งจำนวนแผ่นเหล็กเสริมไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(2) คุณสมบัติทางกลของแผ่นยางรองคานสะพาน ให้เป็นไปตามตารางด้านล่างนี้

คุณสมบัติทางกล	มาตรฐานที่ทดสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด
1) ความแข็ง IRHD	ASTM D2240	60 ± 5 SHORE A Pts
2) ความต้านทานแรงดึงและค่าการยืดตัวสูงสุด Using Dumb-Bell Test Pieces - ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด - ค่าการยืดตัวเมื่อขาดต่ำสุด	ASTM D412	15.5 MPa ± 0.5% 350% ± 10%
3) ค่าความต้านทานต่ออายุการใช้งาน ที่อุณหภูมิ 100 ± 1 C° ระยะเวลา 3 วัน ค่าเปลี่ยนแปลงสูงสุดหลังการติดตั้ง : - ความแข็ง - ค่าความต้านทานแรงดึง - ค่าการยืดตัว	ASTM D573	15 SHORE A Pts 15% 40%
4) ค่าการยุบตัวเนื่องจากแรงอัด ด้วยวิธีทดสอบ B ที่อุณหภูมิ 70 ± 1 C°	ASTM D395	35% (หลัง 22 ชั่วโมง)
5) ค่าความต้านทานต่อสภาพอากาศ ภายใต้โอโซน ที่มีความเข้มข้น 100 ส่วนในร้อยล้านส่วน (pphm) โดยปริมาตร 20% ความเครียดที่ 37 ± 1 C° เป็นเวลา 100 ชั่วโมง (อ้างอิงตาม ASTM D518 วิธี A)	ASTM D1149	ไม่เกิดรอยแตกบนผิว
6) การยืดเหนียวแผ่นยางรองคานสะพานต่ำสุด	ASTM D429 วิธี B	7 N/mm.

(3) คุณสมบัติของเหล็กแผ่น (Steel Laminates) ให้เป็นดังต่อไปนี้

- เป็นไปตามมาตรฐาน ASSHTO M270 เกรด 43A หรือ JIS G3101 เกรด SS-41 หรือ ASTM A36 , A570 หรือเทียบเท่า
- ค่ากำลังรับแรงที่จุดครากต่ำสุด 245 นิวตัน/มม.²
- ค่ากำลังรับแรงที่จุดแตกหักต่ำสุด 410-520 นิวตัน/มม.²
- ค่าการยืดตัวต่ำสุด 21%

7.17.3 การติดตั้ง

(1) ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับระดับผิวคอนกรีตที่จะติดตั้งแผ่นยางรองคานสะพานให้มีได้ระดับ และมีความเรียบด้วยปูนมอร์ตาร์ (Epoxy Mortar) ที่มีกำลังอัดประลัยไม่น้อยกว่า 45 เมกะปาสคาล หลังจากเท 24 ชั่วโมงของแท่งตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 150x150x150 มม.

(2) การติดตั้งแผ่นยางรองคานสะพานจะต้องไม่หมุนเอียง (No Rotation)

7.18 แท่งเหล็กรับแรงดึง (Tension Rod)

7.18.1 บททั่วไป

แท่งเหล็กรับแรงดึง (Tension Rod) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักในการรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในโครงสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งแท่งเหล็กรับแรงดึงพร้อมด้วยอุปกรณ์ยึดรั้งประกอบได้แก่ อุปกรณ์ยึดปลาย (Fork Clevis) หมุด (Pin) ข้อต่อเกลียวเร้ง (Turn Buckle) และปลอกครอบเกลียว (Lock Cover) เป็นต้น ตามตำแหน่ง ขนาด และจำนวนที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

7.18.2 วัสดุ

(1) แท่งเหล็กรับแรงดึง (Tension Rod) ต้องผลิตจากเหล็กเพลลา ชั้นคุณภาพ SS400 ผลิตตามมาตรฐาน JIS G3101 ขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ ผ่านการเคลือบป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีการชุบเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-dip Galvanizing) โดยจะต้องมีคุณสมบัติในการรับแรงดึงได้ดังต่อไปนี้

- ความต้านทานแรงดึงจุดที่จุดครากต่ำสุด 2,400 กก./ตร.ซม. (235 นิวตัน/ตร.มม.)
- ความต้านแรงดึงสูงสุดไม่น้อยกว่า 4,100 กก./ตร.ซม. (400 นิวตัน/ตร.มม.)
- ความยืดสำหรับ Tension Rod
 - ขนาด $\varnothing$ ไม่เกิน 25 มม. ต้องไม่น้อยกว่า 20%
 - ขนาด $\varnothing$ เกิน 25 มม. ต้องไม่น้อยกว่า 24%

(2) อุปกรณ์ยึดปลาย (Fork Clevis) หมุด (Pin) ปลอกครอบเกลียว (Lock Cover) และข้อต่อเกลียวเร้ง (Turn Buckle) ผลิตขึ้นจากเหล็กกล้าหรือเหล็กหล่อเหนียวขึ้นอยู่กับกำลังดึงสูงสุดของแท่งเหล็กรับแรงดึง ผ่านการเคลือบป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีการชุบเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-dip Galvanizing) ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบอุปกรณ์ยึดปลายและข้อต่อเกลียวเร้งพร้อมอุปกรณ์ ให้สามารถรับแรงดึงสูงสุดในแท่งเหล็กรับแรงดึงได้ และจะต้องส่งมอบรายการคำนวณดังกล่าวให้วิศวกรควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

7.18.3 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งแท่งเหล็กรับแรงดึง อุปกรณ์ยึด และข้อต่อเกลียวแรง ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ภายใต้ข้อแนะนำของเจ้าของผลิตภัณฑ์และวิศวกรควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอย่างเคร่งครัด ทั้งนี้ไม่อนุญาตให้ทำการต่อเชื่อมแท่งเหล็กโดยวิธีการอื่นนอกเหนือจากการต่อเชื่อมโดยใช้ข้อต่อเกลียวแรง หรือวิธีการที่เจ้าของผลิตภัณฑ์ผู้ผลิตกำหนดไว้

7.19 แผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck)

7.19.1 บททั่วไป

แผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck) เป็นแผ่นเหล็กขึ้นรูปเย็น (Cold-Formed Steel Deck) ที่ใช้ในระบบพื้นคอนกรีตแผ่นเหล็กประกอบ (Composite Steel Deck Floor System) การใช้งานร่วมกับโครงสร้างเหล็กจะต้องทำการติดตั้งเหล็กยึดต้านแรงเฉือน (Shear Stud) ตามระยะที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามข้อแนะนำของเจ้าของผลิตภัณฑ์

ผู้รับจ้างจะต้องทำการเสนอแบบ Shop Drawing พร้อมรายละเอียดการติดตั้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งและก่อสร้างโครงสร้างพื้นคอนกรีตแผ่นเหล็กประกอบ

7.19.2 วัสดุ

(1) แผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck) เป็นแผ่นเหล็กขึ้นรูปเย็นเคลือบสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ASTM A653 SS40-96 ปริมาณสังกะสีเคลือบผิวทั้งสองด้าน (Minimum Deposit of Zinc) ไม่น้อยกว่า 180 กรัม/ตารางเมตร คุณสมบัติเชิงกลของแผ่นเหล็ก มีดังนี้

- ความต้านทานแรงดึงจุดที่จุดครากต่ำสุด (Yield Strength) 2,300 กก./ตร.ซม.
- ความต้านแรงดึงสูงสุด (Tensile Strength) ไม่น้อยกว่า 3,200 กก./ตร.ซม.
- ความยืด (Elongation) ไม่น้อยกว่า 16%

คุณสมบัติของหน้าตัดแผ่นพื้นลอนเหล็ก เช่น ความหนา พื้นที่หน้าตัด (Sectional Area) และโมดูลัสของหน้าตัด (Section Modulus) ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(2) เหล็กยึดต้านแรงเฉือน (Shear Stud) จะต้องเป็นแท่งเหล็กชั้นคุณภาพ SS400 ตามมาตรฐาน JIS G3101 และเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเดียวกันกับแผ่นพื้นลอนเหล็ก ขนาดและระยะห่างของเหล็กยึดต้านทานแรงเฉือนให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่คุณผลิตแนะนำ

(3) คอนกรีตที่ใช้ในการเททับหน้าแผ่นพื้นลอนเหล็ก ต้องมีกำลังอัดประลัยตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

7.19.3 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งแผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck) และก่อสร้างระบบพื้นแผ่นเหล็กประกอบ (Composite Steel Deck Floor System) ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- (1) วางแผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck) ตามแบบ โดยจะต้องระมัดระวังทิศทางการวางแผ่นพื้นเนื่องจากจะมีผลต่อการส่งถ่ายแรงเข้าสู่โครงสร้างหลัก
- (2) ตกแต่ง/ตัดแผ่นให้เข้ารูป บริเวณส่วนโค้ง มุม เส้า
- (3) กรณีมีช่องเปิด ให้ตัดแผ่นตามรายละเอียดช่องเปิด ถ้าต้องเสริมกำลังบริเวณช่องเปิด จะต้องดำเนินการก่อนที่จะตัดช่องเปิด
- (4) ปิด End Closures
- (5) ติดตั้ง Edge Form (Pour Stop) รอบบริเวณที่จะเทคอนกรีต
- (6) ติดตั้งเหล็กยึดต้านแรงเฉือน (Shear Stud)
- (7) วางตะแกรงเหล็ก (Wire Mesh) และเหล็กเสริมพิเศษ
- (8) กรณีที่ต้องค้ำยัน ต้องติดตั้งค้ำยันก่อนที่จะเทคอนกรีต
- (9) เทคอนกรีตตามความหนาที่ระบุตามแบบ

7.20 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต

7.20.1 ทั่วไป

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

7.20.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบรายละเอียด

- (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 จากที่ป่งไว้ในแบบ
- (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 ยอมให้คลาดเคลื่อนเป็นครั้งหนึ่งของ ข้อ (ก)
- (3) ความคลาดเคลื่อนในแนวราบจากตำแหน่งที่กำหนดไว้
- ช่วง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร
 - ช่วง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- (4) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง หรือขนาดของช่องเปิดที่พื้น หรือกำแพง
- ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
- (5) ความคลาดเคลื่อนของ Footing
- ความคลาดเคลื่อนของขนาดในแนวราบ ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร
 - ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผิดตำแหน่ง ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ 2% ของความกว้างของด้านที่วางคลาดเคลื่อนแต่ไม่เกิน 0.05 เมตร
 - ความคลาดเคลื่อนของความหนา ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ +5% ของความหนาที่กำหนดให้

7.20.3 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

7.21 การวัดงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานคอนกรีต เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

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

- ไม่มีการพิจารณา แยกจ่ายเงินสำหรับสารผสมเพิ่มเติม (Admixture)
- งานไม้แบบ นั่งร้าน ตะปู สลักเกลียว และอุปกรณ์ที่ใช้ยึดต่างๆ และโครงสร้างชั่วคราวอื่นๆ เพื่อการจัดทำโครงสร้างคอนกรีต ไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากโดยให้รวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานคอนกรีต

(1) คอนกรีตหยาบ คอนกรีตคาด และคอนกรีตล้นปนหินใหญ่ ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

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

(3) เหล็กเสริมคอนกรีตและตะแกรงเหล็กเสริม (Wire Mesh) ให้วัดงานปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัม ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานแบบหล่อ งานคอนกรีต งานเหล็กเสริม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยกิโลกรัม ตามที่ตกลงไว้ในสัญญา

(4) Waterstop ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือโดยคำสั่งของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(5) Elastic Filler หรือ Celotex with Tar ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(6) Joint Sealant หรือ Mastic Joint Sealer ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(7) Sealing Compound ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา

(8) Dowel Bar with Mastic Coat ให้วัดปริมาณงานเป็นชุดตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบและ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย งานติดตั้งหรือฝังเหล็กในคอนกรีต และงานเคลือบผิว การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่างานติดตั้งหรือฝังเหล็ก ค่าวัสดุอุปกรณ์ ไว้แล้ว

(9) งานแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูป (Plank Slab) ให้วัดปริมาณงานเป็นตารางเมตร ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยดังกล่าวได้รวมค่าจัดหาแผ่นพื้น ค่าแรงติดตั้ง ค่าค้ำยัน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว

(10) งานแผ่นยางรองคานสะพาน (Elastomeric Bearing Pad) ให้วัดปริมาณงานเป็นแผ่น ตามขนาดและความหนาที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยแผ่น ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยดังกล่าวได้รวมค่าจัดหาแผ่นยาง ค่าแรงติดตั้ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว

(11) งานเหล็กแท่งรับแรงดึง (Tension Rod) ให้วัดปริมาณงานเป็นเมตร ตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยดังกล่าวได้รวมค่าจัดหาเหล็กแท่งรับแรงดึง (Tension Rod) อุปกรณ์ยึดปลาย (Fork Clevis) หมุด (Pin) ปลอกครอบเกลียว (Lock Cover) และข้อต่อเกลียวเร่ง (Turn Buckle) ตลอดจนค่าแรงติดตั้ง ค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ครบถ้วนแล้ว

(12) แผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck) ให้วัดปริมาณงานเป็นตารางเมตร ตามขนาดที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยดังกล่าวได้รวมค่าจัดหา แผ่นพื้นลอนเหล็ก (Steel Deck) เหล็กยึดต้านแรงเฉือน (Shear Stud) End Closures ตลอดจนค่าแรงติดตั้ง ค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ครบถ้วนแล้ว ทั้งนี้ไม่รวมงานคอนกรีต งานเหล็กตะแกรงเสริม (Wire Mesh) หรือเหล็กเสริมคอนกรีตอื่นๆ

หมวดที่ 8

งานป้องกันการกัดเซาะ
และงานลดแรงดันน้ำ

หมวดที่ 8

งานป้องกันการกัดเซาะและงานลดแรงดันน้ำ

(EROSION PREVENTATION AND WATER PRESSURE REDUCTION WORKS)

8.1 ทัวไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและจัดเรียงทำหินเรียง หินเรียงยาแนว หินก่อ รวมถึงงานรองพื้น และงานลดแรงดันน้ำใต้อาคารและด้านข้างอาคารให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง พิจารณาเห็นสมควรให้จัดทำ

8.2 หินเรียง (Riprap)

เมื่อทำการปู ทราย กรวด รองพื้น แล้วเกลี่ยให้เรียบ มีความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด นอกจากบางกรณีที่มีแบบรายละเอียดไม่ได้กำหนดให้มีทราย กรวดรองพื้น จะต้องปรับพื้นให้เรียบ แล้วทำการเรียงหิน โดยใช้หินใหญ่ที่มีขนาดตามที่กำหนดในแบบรายละเอียดนำมาเรียงให้ใช้กรวดหรือหินย่อยปนทรายอัดให้แน่นจะไม่ยอมให้เรียงหินมีความหนาน้อยกว่าในแบบ แต่จะยอมให้ความหนามากกว่าในแบบได้โดยมีระดับใกล้เคียงกัน

8.3 หินเรียงยาแนว (Grouted Riprap)

ทำการเรียงหินเช่นเดียวกับ ข้อ 8.2 ให้ได้แนว ระดับ ความหนา ตามที่กำหนดในแบบรายละเอียด แล้วใช้ปูนทราย (Cement Mortar) อัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) อุดช่องว่างระหว่างก้อนหิน โดยมีความหนาพอสมควร แล้วแต่งด้วยเกรียงให้เสมอมิผิวหินโดยตลอด ดูเรียบร้อยสวยงาม ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

8.4 หินก่อ (Masonry)

หินก่อจะใช้ก่อสร้างกำแพง (Stone Wall) หรือหน้า-ท้ายท่อ (Head Walls) หรือส่วนอื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบรายละเอียด ให้ก่อด้วยหินใหญ่ที่มีหินค่อนข้างเรียบ โดยวางหินใหญ่ลงบนปูนทราย (Cement Mortar) อัตราส่วน 1 : 3 (โดยน้ำหนัก) วิธีการทำงานทำการแต่งพื้นที่จะก่อหินให้เรียบได้ระดับ ใช้ปูนทรายเทลงไป หนาไม่น้อยกว่า 1 ซม. ใช้หินใหญ่ที่เลือกไว้แล้ว วางลงไปบนปูนทราย เรียงให้ได้ระดับใกล้เคียงกัน แล้วใช้ปูนทรายเทลงไปอีกเช่นที่กล่าว อุดช่องว่างระหว่างหินให้หมด แล้วให้มีปูนทรายเหนือหินอีกหนาไม่น้อยกว่า 1 ซม. ทำการเรียงหินทำเช่นนี้จนกว่าได้ระดับที่ต้องการ แล้วจึงแต่งปาดให้เสมอมิผิวหินโดยตลอด ดูเรียบร้อยสวยงาม ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

8.5 งานรองพื้น

วัสดุ (Materials)

(1) งานทราย กรวดสำหรับงานรองพื้น (Bedding) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแหล่ง ทำการร่อนให้ได้ขนาดตามที่ต้องการแล้วนำไปใช้รองพื้น งานเรียงหิน ทราย กรวด จะต้องสะอาดไม่มีอินทรีย์สาร และวัสดุที่ไม่ต้องการเจือปนอยู่ ทราย - กรวด ต้องมีลำดับขนาด (Gradation) ดังนี้

FILTER MATERIALS	PERCENT BY WEIGHT RETAINED ON STANDARD SIEVE									
	#200	#100	#50	#30	#16	#8	#4	3/8"	3/4"	1 1/2"
SAND	97-100	93-97	74-85	15-45	5-25	0-5				
COARSE AGGREGATE				95-100	75-90	60-80	40-60	20-35		

หมายเหตุ หากสัดส่วนคละของวัสดุไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางนี้ การเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

(2) หินใหญ่ หินที่นำมาใช้งานจะต้องเป็นหินแข็ง (Sound Rock) มีรูปร่างค่อนข้างกลม ไม่มีรอยแตกร้าวและไม่สกปรก อนุญาตให้ใช้กรวดที่มีคุณภาพเทียบเท่าหินใหญ่แทนได้คุณภาพของหินใหญ่ที่กำหนดมีดังนี้

(ก) ความถ่วงจำเพาะ ต้องไม่น้อยกว่า 2.6

(ข) ความต้านทานต่อการขัดสี ส่วนสูญหายต้องไม่เกิน 50% โดยใช้เครื่อง LOS

ANGELES ABRASION TEST

(ค) ขนาดหิน ตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

การปูและบดอัดวัสดุ

(1) ก่อนบดอัดจะต้องปูและเกลี่ยวัสดุให้กระจายออกไปในแนวราบโดยประมาณ ในลักษณะที่ไม่ทำให้เกิดการแยกตัวของส่วนผสม และไม่เกิดเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ขึ้น ความหนาภายหลังการบดอัดตามที่ระบุไว้ในแบบ

(2) การบดอัดอาจใช้เครื่องมือกระทัดด้วยแรงคน หรืออาจใช้เครื่องจักรขนาดเล็ก ให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 70% Relative Density แต่ไม่มากกว่า 85% Relative Density ตาม ASTM D2049 หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

8.6 งานลดแรงดันน้ำ

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบระบายน้ำใต้อาคารและระบบระบายน้ำด้านข้างอาคารเพื่อลดแรงดันน้ำ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(2) วัสดุ

(ก) ผู้รับจ้างต้องเตรียมท่อ PVC. เจาะรูพร้อมฝาปิด และทำการก่อสร้างตามที่แสดงในแบบ โดยท่อ PVC. ต้องสอดคล้องตาม มาตรฐาน มอก. 17 ชั้น 8.5

(ข) ผู้รับจ้างต้องทำการขุดร่องดินหรือหินเพื่อวางและถมวัสดุกรองของระบบระบายน้ำ การทำงานขุดจะต้องได้แนว รูปร่าง และระดับ ตามที่กำหนดในแบบ

(ค) ผู้รับจ้างต้องทำการวางท่อ PVC. และ Flap Valve Weep Hole ตลอดจนปูแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) ตามรูปแบบที่แสดงในแบบ หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ง) กรวดหรือหินย่อยและทรายละเอียดที่วางรอบๆ ท่อเจาะรู ต้องสอดคล้องตามแบบที่กำหนด

(จ) แผ่นพลาสติก ผู้รับจ้างต้องติดตั้งแผ่นพลาสติกดังที่แสดงในแบบ วางใตร้อยต่อคอนกรีตเป็นชนิด Polyethylene Sheet ตามมาตรฐาน มอก. 1239

(3) การติดตั้ง

(ก) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อ PVC. เจาะรู พร้อมฝาปิด และระบบการต่อ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ และปลายท่อ PVC. ควรทำการปิดชั่วคราวจนกว่างานเทคอนกรีตแล้วเสร็จ เมื่อพบว่าท่อดังกล่าวอุดตันผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดหรือสิ่งอุดตันออก โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

(ข) กรวดหรือหินย่อยและทรายละเอียดต้องแผ่กระจายสม่ำเสมอโดยรอบท่อตามที่กำหนดในแบบ การปูทรายละเอียดต้องดำเนินการโดยไม่ให้เกิดการแยกตัวของขนาดละเอียดของวัสดุ โดยให้ความชื้นขณะปู

(ค) วัสดุละเอียดไม่ต้องทำการถมบดอัด แต่ผิวบนต้องปาดเรียบ

(ง) ผู้รับจ้างต้องเตรียม Flap Valve และท่อ PVC. Weep Hole ตรงตามตำแหน่ง ก่อนเทคอนกรีต

8.7 งานเกเบียน (Gabion) และแมทเทรซ (Mattress)

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเกเบียน (Gabion) และแมทเทรซ (Mattress) เพื่อดำเนินงานการกัดเซาะและการพังทลายของลาดตลิ่ง โดยให้มีรูปแบบ ขนาด มิติ ระดับและลาดชันตามที่แสดงไว้ในแบบหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

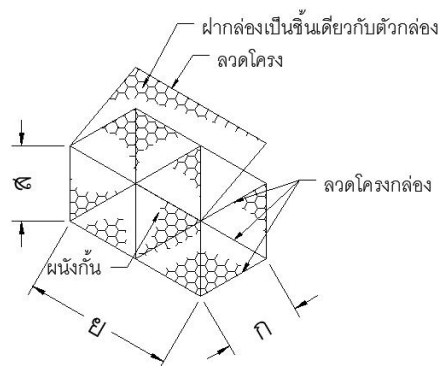
(2) รายละเอียดและคุณสมบัติ

1) รายละเอียดลักษณะและคุณสมบัติของกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรสนอกเหนือจากที่แสดงไว้ในแบบแปลนแล้ว หากมีได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ตามหมายเหตุทั่วไปดังนี้

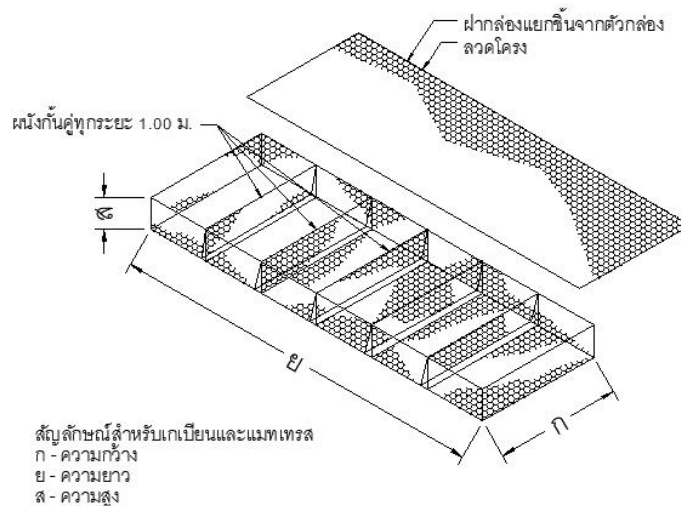
1.1 ผู้ผลิตกล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรสต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และมีมาตรฐานรับรองจาก BBA (BBA Certificated)

1.2 ลักษณะของกล่องลวดตาข่ายเกเบียน (Gabion) และกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Mattress) ต้องมีลักษณะทางกายภาพดังแสดงในรูปที่ 8.7-1 และรูปที่ 8.7-2 โดยมีขนาดมาตรฐานดังต่อไปนี้

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

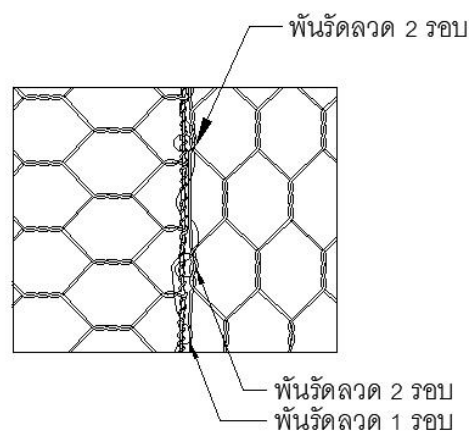


รูปที่ 8.7-1 ลักษณะทางกายภาพของกล่องเกเบียน



รูปที่ 8.7-2 ลักษณะทางกายภาพของกล่องแมทเทรส

- กร่องลวดตาข่ายเกเบียนและกร่องลวดตาข่ายแมทเทรสดึงประกอบขึ้นจากแผงลวดตาข่ายที่เกิดจากการพันลวดเป็นรูปตาหกเหลี่ยม (Hexagonal Double Twist Mesh) และขึ้นรูปเป็นกร่อง ภายในต้องถูกแบ่งออกเป็นช่องและมีผนังกัน (Diaphragm) ทุกระยะ 1.00 ม. ตามความยาว (ยกเว้นกร่องขนาด 1.5x1x1 ม. ไม่ต้องมีผนังกัน)
- ผนังกันสำหรับกร่องลวดตาข่ายต้องเป็นแบบผนังกันเดี่ยว (Single Diaphragm) สำหรับกร่องลวดตาข่ายเกเบียนและเป็นผนังกันคู่ (Double Diaphragm) ที่เป็นชั้นเดียวกับตัวกร่องสำหรับกร่องลวดตาข่ายแมทเทรส
- ฝาปิดต้องเป็นชั้นเดียวกับตัวกร่องสำหรับกร่องลวดตาข่ายเกเบียนและเป็นแบบแยกส่วนออกจากตัวกร่องสำหรับกร่องลวดตาข่ายแมทเทรสตามมาตรฐาน ASTM A975-97
- ขอบของกร่องลวดตาข่ายที่เป็นลวดโครง (Selvedge Wire) อย่างน้อย 2 เส้น ต้องมีการพิมพ์ชื่อผู้ผลิตไว้บน พีวีซี สีเทาที่หุ้มลวดเป็นระยะตลอดความยาว ทั้งนี้เพื่อใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มาถึงพื้นที่ก่อสร้าง
- การผูกยึดเพื่อประกอบขึ้นรูปกร่องและการผูกยึดกร่องที่เรียงติดกันให้ผูกยึดด้วยลวดพัน โดยมีปริมาณลวดพันไม่น้อยกว่า 5% ของน้ำหนักตัวกร่อง สำหรับกร่องลวดตาข่ายเกเบียน และไม่น้อยกว่า 3% ของน้ำหนักตัวกร่องสำหรับกร่องลวดตาข่ายแมทเทรส
- การพันลวดให้พัน 1 รอบ และ 2 รอบ สลับกันช่องเว้นช่อง ดังแสดงในรูปที่ 8.7-3
- ลวด (Wire) ทุกชั้นที่ใช้ประกอบเป็นกร่องและฝาปิดรวมถึงลวดที่ใช้พันระหว่างก่อสร้างต้องเป็นลวดเหล็กเคลือบด้วย อลูมิเนียม-สังกะสี (Galfan or Alu-Zinc) หุ้ม พีวีซี สีเทา ความหนาไม่น้อยกว่า 0.50 ($\pm$ 0.10) มม. โดยรอบตัวสารเคลือบอลูมิเนียม-สังกะสี (Galfan or Alu-Zinc) จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A856/A 856 M-97 (Standard Specification for zinc - 5% Aluminium-Mischmetal Alloy - Coated Carbon Steel Wire)
- ขนาดของลวดและปริมาณสารเคลือบลวดต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 8.7-1



รูปที่ 8.7-3 วิธีการผูกยึดกร่องลวดตาข่าย

**ตารางที่ 8.7-1 คุณสมบัติลวดที่ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่ายเกเบียน
และกล่องลวดตาข่ายแมทเทรซ**

ประเภท กล่องลวดตา ข่าย	ขนาด ช่องตาข่าย (มม.)	ประเภทลวด	เส้นผ่าศูนย์กลางลวด (มม.)		ปริมาณสาร เคลือบลวด* (กรัม/ตร.ม.)	กำลังรับแรงดึง ที่จุดคราก** (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	
แมทเทรซ เคลือบ 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						

- กล่องลวดตาข่ายเกเบียนและกล่องลวดตาข่ายแมทเทรซจะต้องมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ข้างต้นทุกข้อ โดยต้องมีเอกสารรับรองคุณสมบัติดังกล่าวจากสถาบันที่เชื่อถือได้แล้วจัดส่งให้หัวหน้าโครงการหรือคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ในงานจ้างก่อสร้างพิจารณาให้ความเห็นชอบไม่น้อยกว่า 30 วัน ก่อนการนำไปใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สำเนาหนังสือการได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001ของผู้ผลิต
2. สำเนาหนังสือการได้รับการรับรองมาตรฐาน BBA Certificated สำหรับกล่องลวดตาข่าย
3. หนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายซึ่งมีอายุไม่เกิน 1 ปี โดยระบุชื่อโครงการ และสินค้าที่ใช้
4. ตัวอย่างวัสดุ 1 ตัวอย่าง ขนาดไม่น้อยกว่า 25 ซม.x25 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 8.7-1

10. เอกสารทุกแผ่นที่ส่งขออนุมัติใช้จะต้องมีการประทับตราพร้อมลงลายมือชื่อของตัวแทนจำหน่ายเพื่อเป็นการรับรองความถูกต้องของเอกสาร

11. ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารให้ครบถ้วนตามข้อ 11 ถึง 10 หากเอกสารไม่ครบถ้วนหรือไม่ชัดเจนจะไม่อนุมัติให้ใช้งานอย่างเด็ดขาด

(3) คุณสมบัติของหิน

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

(4) การประกอบและเรียงกล่อง

1) ผู้รับจ้างจะต้องนำกล่องตาข่ายซึ่งทำเสร็จแล้วนำมาประกอบและจัดวางในที่เพื่อบรรจุหินลงในกล่องตามรูปแบบที่แสดงไว้ในแบบ

2) การนำหินใส่ จะโดยวิธีใช้คนโกยใส่หรือใช้เครื่องจักรกลชนิดเบ้าทำการบรรจุก็ได้ และเมื่อบรรจุและเรียงหินให้ได้ความหนาแน่นตามกำหนดแล้วให้ปิดฝาและถักยึดด้วยลวดตามความยาวของฝาและยึดกับผนังกันภายใน โดยให้มีความมั่นคงแข็งแรงตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

8.8 งานวัสดุแผ่น HDPE (HDPE Sheet)

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุแผ่น HDPE (HDPE Sheet) เพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันการรั่วซึม ณ ตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ โดยให้มีรูปแบบ ขนาด มิติ ระดับและลาดชันตามที่แสดงไว้ในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

(2) รายละเอียดและคุณสมบัติ

2.1 วัสดุแผ่น HDPE เป็นแผ่นโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) คุณภาพสูงทำมาจากวัสดุ Thermoplastic Polymeric โดยมีองค์ประกอบของโพลิเมอร์อย่างน้อยประมาณ 96.5%-97%, Carbon Black 2%-3%, Heat Stabilizer and Antioxidants ประมาณ 0.5%, UV Resistance ประมาณ 0.5 % และไม่มีการใช้ Plasticizer ผสมใน Geomembrane ผิวของแผ่นจะมีความมันหนึ่งด้าน และผิวไม่มันหนึ่งด้าน

2.2 วัสดุแผ่น HDPE ต้องผลิตจากเรซินคุณภาพดี มีความบริสุทธิ์ น้ำหนักโมเลกุลสูง ไม่มีการเจือปนสารอื่น

2.3 วัสดุแผ่น HDPE ที่จะนำมาใช้งานต้องมีคุณสมบัติ แข็งแรง ทนทาน มีความยืดหยุ่นในตัวสูง คงทนต่อสารเคมี กรด ด่าง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน อนุพันธ์เกลือ อนุพันธ์แอลกอฮอล์ เอมีลและ

น้ำมัน คงทนต่อความร้อน ความเย็น และแสง Ultra Violet คงทนต่อเชื้อรา มอด ปลวก แมลง และสารอินทรีย์วัตถุ มีความทึบน้ำสูง มีค่าอัตราการซึมผ่านน้ำหรือของเหลวต่ำมาก ๆ สามารถป้องกันการรั่วไหลของน้ำและป้องกันน้ำที่กักเก็บให้พ้นจากมลภาวะหรือของเสียที่อยู่ในดินได้เป็นอย่างดี มีความต้านทานต่อแรงดึงและแรงฉีกขาดของแต่ละทิศทางที่สูง

2.4 วัสดุแผ่น HDPE ต้องมีขนาดหน้ากว้างไม่น้อยกว่า 7.00 เมตร และควรเป็นสีดำตลอดความหนา ก่อนนำมาใช้งานต้องได้รับการตรวจสอบความสม่ำเสมอของแผ่น มีความหนาถูกต้องตามข้อกำหนดจะต้องไม่มีรูรั่ว ไม่มีรอยโป่งพอง ตลอดจนตำหนิต่าง ๆ ที่ไม่สมควร

2.5 คุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นวัสดุแผ่น HDPE ที่ต้องการมีดังตารางที่ 8.8-1

ตารางที่ 8.8-1 ตารางคุณสมบัติต่าง ๆ ของแผ่นพลาสติก HDPE SHEET

HDPE Sheet Properties	Test Method	Units	Min. Value	Typical Value
- THICKNESS	ASTM D 5199	mm.	1.80	2.00
- DENSITY	ASTM D 1505	g/cc	0.94	0.94
- TENSILE STRENGTH AT YIELD	ASTM D 6693, TYPE IV	N/mm.	30	30
- TENSILE STRENGTH AT BREAK	ASTM D 6693, TYPE IV	N/mm.	57	57
- ELONGATION AT YIELD	ASTM D 6693, TYPE IV	%	13	13
- ELONGATION AT BREAK	ASTM D 6693, TYPE IV	%	700	700
- TEAR RESISTANCE	ASTM D 1004	N	249	249
- PUNCTURE RESISTANCE	ASTM D 4833	N	703	703
- CARBON BLACK CONTENT	ASTM D 1603	%	2.0-3.0	2.0-3.0

วัสดุแผ่น HDPE ที่จะนำมาใช้จะต้องมีค่าตาม Typical Value ดังแสดงในตารางที่ 8.8-1 โดยค่า Typical Value ในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดสอบวัสดุตั้งแต่ 3 ชิ้นขึ้นไป และค่าต่ำสุดจากการทดสอบจะต้องไม่ต่ำกว่า Min Value

2.6 เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบคุณภาพความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ วัสดุแผ่น HDPE ที่จะนำมาใช้งานทุกม้วน จะต้องพิมพ์เครื่องหมายการค้า ยี่ห้อ และชื่อบริษัทผู้ผลิตไว้กับม้วนวัสดุแผ่น HDPE เป็นระยะๆ นอกจากนี้จะต้องติดฉลากหรือป้ายระบุขนาดความหนา วันที่ผลิต เลขที่ของม้วน ชื่อของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างชัดเจนเพื่อประกันคุณภาพ และใบรับรองคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นพลาสติก HDPE SHEETจากผู้ผลิต

กรณีที่เป็นวัสดุแผ่น HDPE ที่ผลิตในประเทศจะต้องผลิตจากโรงงานที่ได้รับอนุญาตจากกระทรวงอุตสาหกรรม พร้อมทั้งมีใบรับรองจดทะเบียนเครื่องหมายการค้าจากกระทรวงพาณิชย์ด้วย หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ จะต้องแสดงสำเนาใบสั่งซื้อ ใบส่งของจากผู้ผลิตมาหาการส่งของ ระยะเวลาเดินทาง รวมถึงหลักฐานการเสียภาษีอากรนำเข้ามามีในประเทศไทยโดยถูกต้องตามกฎหมาย

(3) การติดตั้งวัสดุแผ่น HDPE

ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งวัสดุแผ่น HDPE ตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง โดยดำเนินการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด การเชื่อมต่อแผ่น HDPE ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการเชื่อมแผ่น HDPE ที่ถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ผลิตต่อผู้ควบคุมงาน เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วจึงดำเนินการเชื่อมแผ่นได้

(4) การจัดการและการจัดตำแหน่ง

วัสดุแผ่น HDPE ต้องเก็บไว้อย่างดี เพื่อป้องกันความเสียหายก่อนการติดตั้ง แผ่น HDPE แต่ละม้วนคลี่ออกด้วยวิธีที่ถูกต้องในตำแหน่งที่จะทำการติดตั้ง โดยการคลี่แผ่น HDPE ไม่ทำให้เกิดรอยขีดข่วน หรือ รอยย่นบนแผ่น HDPE รวมทั้งไม่ทำลายผิวหน้าดินที่ทำการปรับสภาพแล้วการคลี่แผ่น HDPE ไม่ควรทำในกรณีที่สภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมกับการเชื่อมแผ่น HDPE โดยหลังจากคลี่แผ่น HDPE ออกจากม้วนแล้วต้องพักไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนเริ่มทำการเชื่อม บุคลากรที่ทำงานในบริเวณพื้นผิวของแผ่น HDPE จะต้องสวมรองเท้าที่มีพื้นนุ่ม และห้ามสูบบุหรี่หรือทำการใดๆ ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นวัสดุ

(5) การตรวจสอบและทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการตรวจสอบและทดสอบรอยเชื่อมของวัสดุแผ่น HDPE ด้วยวิธีมาตรฐาน และส่งผลการทดสอบเสนอคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตรวจรับ ทั้งนี้การตรวจสอบได้แก่ การตรวจสอบด้วยตาเปล่า การทดสอบแบบ Non-destructive และการทดสอบแบบ Destructive

8.9 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) หินเรียง ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่างงานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รับรูปร่างตามแบบ

(2) หินเรียงยาแนว ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่างงานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รับรูปร่างตามแบบ

(3) หินก่อ ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่างงานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รับรูปร่างตามแบบ

(4) กรวดทรายรองพื้น ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่าง งานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รับรูปร่างตามแบบ

(5) ระบบระบายน้ำใต้อาคาร (Bottom Drain) และระบบระบายน้ำด้านข้าง (Side Drain) ให้วัดปริมาณงานเป็นแห่งในหน่วยชุด ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วยงานชุด งานกรวดทราย ห่อหุ้มด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ และงานฝังท่อ Open Weephole หรือ Flap Valve Weephole พร้อมอุปกรณ์ ประกอบครบชุด รวมถึงงาน Sand Mix Gravel และงานวางท่อ PVC Perforate Pipe ขนาด 4" การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานชุดตกแต่งรูปร่าง งานจัดหาวัสดุและติดตั้ง งานตกแต่งให้เรียบร้อยตามแบบ

(6) งานเกเบียน (Gabion) และแมทเทรซ (Mattress) ให้วัดปริมาณงานเป็นลูกบาศก์เมตร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยอัตราราคาต่อหน่วยดังกล่าว ได้รวมค่ากล่องลวดตาข่าย หินที่ใช้บรรจุลงในกล่องลวดตาข่าย งานชุดตกแต่งรูปร่าง ค่าแรง และค่าเครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งครบถ้วนแล้ว

(7) งานวัสดุแผ่น HDPE (HDPE Sheet) ให้วัดปริมาณงานเป็นตารางเมตร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยอัตราราคาต่อหน่วยดังกล่าว ได้รวมค่าวัสดุแผ่น HDPE (HDPE Sheet) ค่าขนส่ง ค่าแรง และค่าเครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งครบถ้วนแล้ว

หมวดที่ 9

งานที่ออกนกริตเสริมหลัก

หมวดที่ 9 งานท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE)

9.1 ทัวไป

ท่อคอนกรีตที่จะใช้ในงานอาคารต่างๆ ซึ่งแสดงไว้ในแบบรายละเอียดจะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยี่ยม ไม่เปี้ยว ไม่มีรอยร้าวแตกบิ่น แตกปลาย หรือมีผิวขรุขระมากกว่าปกติบรรดาท่อต่างๆ เหล่านี้ จะต้องตรงตามมาตรฐานท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นที่ 3 ตามมาตรฐานของ มอก. 128 เว้นไว้แต่จะได้ออกข้อกำหนดเป็นอย่างอื่น

เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต โดยที่ปลายท่อจะสอดเข้ากันได้พอดี ฉะนั้นเมื่อนำท่อมาต่อเข้าด้วยกันและฉาบปูนเรียบร้อยแล้ว ท่อดังกล่าวจะยาวติดต่อกันเป็นท่อส่งน้ำที่ไม่รั่วซึม ผิวท่อกายในราบเรียบ และอยู่ในแนวเดียวกัน

ในการวางและต่อท่อ จะต้องดำเนินการอย่างถูกต้องตามวิธีการ ดังจะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ

หลุมที่วางท่อจะต้องขุดให้ได้ความลึกและความกว้างตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพึงกำหนด ในจุดที่กำหนดให้วางท่อดูลงกับพื้นหลุมโดยตรงจะต้องขุดหลุมให้ตรงและมีระดับเสมอกันเพื่อช่วยประกอบท่อให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยดีตลอดเส้นและจะต้องไม่ให้มีรากไม้ ก้อนหินและวัตถุที่มีความแข็งอย่างอื่นซึ่งอาจทำให้ท่อเสียหาย ดินที่ขุดออกจะต้องกองไว้ตามแนวหลุม โดยมีให้กีดขวางงานอื่นและต้องมีให้กลับตกลงไปในหลุมที่ขุดด้วย สำหรับในจุดที่จะต้องทำการต่อท่อเข้าด้วยกันจะต้องขุดหลุมให้กว้างกว่าเดิม และ/หรือ ลึกกว่าเดิม เพื่อการต่อท่อโดยให้มีขนาดตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังอย่างเต็มที่ในอันที่จะป้องกันมิให้เกิดพังเป็นโพลงขึ้นในหลุม หรือการยุบตัวของพื้นดิน หรือท่อตรงที่ต่อกัน สำหรับหลุมตอนที่เกิดเป็นโพลงหรือเกิดการยุบตัวขึ้นนั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำด้านข้างของหลุมให้เอียงลาดแล้วติดตั้งที่ค้ำยัน หรือที่เหนี่ยวเป็นต้น และจะต้องจัดแจงดำเนินการอย่างอื่นตามความจำเป็นของสภาพแวดล้อมนั้นๆ

ถ้ากำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดว่าจะต้องกรุทรายหรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วลงในกันหลุมที่ขุดไว้ ในที่ซึ่งกำหนดให้กรุกันหลุมเช่นที่กล่าวจะต้องขุดกันหลุมให้มีความลึกเพียงพอที่จะสามารถกรุกันหลุมซึ่งอยู่ใต้ท่อด้านล่างให้ได้ความหนาตรงตามที่กำหนดและจะต้องกลับทับด้วยชั้นของทรายสะอาด หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วตามที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และบดอัดให้แน่น ผิวหน้าของกันหลุมจะต้องตกแต่งให้ได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในตอนต้น ทั้งนี้เพื่อให้เรียบเสมอกันและมั่นคงแข็งแรงพอรองรับท่อที่จะนำมาวาง

9.3 การวางและการต่อท่อ

เมื่อนำท่อแต่ละท่อมาวางลงในหลุมจะต้องจัดวางให้เข้าที่ตรงตามแนวท่อที่อยู่ติดกันและต้องให้รอยต่อตรงศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อลดการเหลื่อมกันอันอาจเกิดขึ้นที่ด้านในของท่อตรงรอยต่อปลายท่อส่วนที่นำมาต่อกันจะต้องทำความสะอาดทั้งด้านนอกและด้านในของท่อ

เมื่อกว้างท่อเรียบร้อยแล้วถ้าตรงรอยต่อยังมีช่องโหว่อยู่จะต้องอัดปูนฉาบลงไปให้เต็มและจะต้องฉาบปูนรอบนอกตรงรอยต่อจะต้องจัดการกวาดเศษปูนฉาบออกและตกแต่งให้เรียบร้อย ในการวางท่อและต่อท่อทุกครั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันมิให้น้ำรั่วซึมตรงรอยต่อ ถ้าหากจำเป็นต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อภายหลังที่วางท่อเรียบร้อยแล้วจะต้องรื้อและต่อท่อใหม่ เมื่อการวางและต่อท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำความสะอาดด้านในของท่อและเศษวัสดุออกไปทิ้ง

ปูนฉาบที่ใช้ในการต่อท่อจะต้องไม่ให้มีส่วนผสมของปูนมากกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสะอาดที่ร่อนดีแล้วหนึ่งส่วนโดยน้ำหนักและต้องไม่ใส่ปูนน้อยกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสองส่วนโดยน้ำหนักและน้ำจำนวนหนึ่งเพียงพอให้ปูนผสมมีความข้นพอเหมาะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อตามที่กำหนดได้

ปูนฉาบส่วนที่ยังไม่นำไปใช้และแข็งตัวจนทำให้ไม่แน่ใจว่าจะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อให้เป็นที่ยอมรับได้ ไม่ให้นำไปทำให้อ่อนตัวลงอีกจะต้องทิ้งไปและในการเตรียมปูนฉาบจะต้องผสมที่ละน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแข็งตัวก่อนนำไปใช้ ส่วนปูนฉาบสำหรับอุดรูโหว่จะต้องให้มีความข้นพอที่จะสามารถเกาะติดอยู่ที่ส่วนปลายของท่อได้

ในการต่อท่อคอนกรีตเข้ากับตัวอาคารจะต้องทำโดยการวางท่อคอนกรีตลงในที่ก่อนลงมือเทคอนกรีตหรือโดยใช้วิธีอื่นๆ ตามที่แสดงเป็นรายละเอียดไว้ในแบบ

9.4 การถมอัด

ในการถมอัดรอบๆ ท่อจะต้องทำการถมอย่างระมัดระวังและจะต้องถมพร้อมกันทั้งสองข้างท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ท่อเลื่อนไหลไปทางข้าง ใดๆ และข้อต่อชำรุดเสียหาย

ขณะที่วางท่อแต่ละท่อนลงไปจะต้องใส่วัสดุสำหรับถมอัดตามที่เลือกไว้ลงไปให้มีจำนวนเพียงพออย่างระมัดระวังและกระทุ้งส่วนล่างของตัวท่อแต่ละข้างให้ตลอดแนวยาวของท่อ เว้นแต่ตรงข้อต่อ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประคองให้ท่อวางอยู่ในที่ได้อย่างมั่นคง

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

9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ

การเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือเทโดยรอบท่อ จะต้องกระทำโดยวิธีการดังต่อไปนี้

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

ในกรณีที่ท่ออาจลอยขึ้นในระหว่างการเทคอนกรีตนั้นจะต้องตรึงท่อให้แน่นเพื่อป้องกันการลอยของท่อดังกล่าว

ท่อที่ถูกเทคอนกรีตโดยรอบนั้นตรงรอยต่อของท่อด้านในจะต้องใช้ปูนฉาบอัดแต่งให้เรียบเสมอกับผิวท่อ

9.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) งานวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้วัดงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาสั่งการในสนาม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยความยาวเป็นเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ งานชุดเพื่อวางท่อ งานวางท่อ และประกอบท่อ ตลอดจนงานถมดินกลับหลังท่อ

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

(3) บ่อพักคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยแ่ง ตามที่กำหนดไว้ในแบบและ/หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาสั่งการในสนาม การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเป็นแ่งตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายต่างๆ ประกอบด้วย งานชุดบ่อก่อสร้างบ่อพัก งานทรายหยาบบดอัดแน่น งานคอนกรีตหยาบรองพื้น งานคอนกรีตโครงสร้าง งานเหล็กเสริมคอนกรีต งานไม้แบบงานเหล็กรูปพรรณ งานดินถมกลับบดอัดแน่น และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว

หมวดที่ 10

งานหลัก

หมวดที่ 10 งานเหล็ก (STEEL WORKS)

10.1 ทัวไป

งานเหล็ก หมายถึง การจัดหา ประกอบและติดตั้งเหล็กฉากช่อง Groove เหล็กบันไดลิง ตะแกรง กันสวะ บานระบาย ท่อเหล็กระบายอากาศ ท่อเหล็กวางกันตก ฝาตะแกรงเหล็ก และอื่นๆ ซึ่งได้ระบุรายละเอียดไว้ในแบบแปลน

10.2 มาตรฐาน

วัสดุที่ใช้ในการผลิตงานเหล็กต่างๆ วิธีการผลิตและการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ 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 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็ก และงานโลหะอื่น ๆ

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้งานต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุแต่ละชนิดต่อไปนี้

- (1) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ตามมาตรฐาน มอก. 116
- (2) BRONZE ซึ่งใช้เป็น GATE SEAT ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : B-22
- (3) เหล็กแผ่น (STEEL PLATE) ตามมาตรฐาน JIS - G3101 A34
- (4) เหล็กหล่อ CAST IRON ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : A-48, CLASS 30
- (5) สลักเกลียวที่ใช้ในงานบานระบายเหล็กหล่อ ราวลูกกรง บันไดลิง ตะแกรงกันสวะ (Trashrack) และอื่น ๆ ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATION : A-307
- (6) ท่อเหล็กที่ใช้ทำเสา ราว และท่อระบายอากาศ ฯลฯ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ โดยไม่ได้ระบุให้ใช้เหล็กประเภทใด จะต้องเป็นท่อชนิด STD. Black Pipe ตามมาตรฐาน มอก. 276 ประเภทที่ 2 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดแล้วถู หรือตะไบรอยเชื่อมให้เรียบและทาสีกันสนิม ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 10.9

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

10.4 การเตรียมการเบื้องต้น

วัสดุที่ใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เรียบร้อย ไม่คด หรือโค้งงอ หรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความปราณีตละเอียด ถูกต้องตามแบบ การตัดมุมจะต้องเป็นมุมฉากโดยแท้จริง ระยะเวลาๆ ในการตัด หรือเจาะจะต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในข้อจำกัด (Tolerance) ที่ยอมรับ ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือการเจาะ จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง Bolt ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าอย่างเดียวและมีความละเอียดถูกต้อง เพื่อสามารถใส่ Bolt ได้โดยสะดวก

10.5 การเชื่อม (Weld Connection)

การเชื่อมเหล็กจะต้องจัดทำโดยวิธี Electric Shield and Welding Process โดยช่างเชื่อมที่มีคุณภาพและมีประสบการณ์ในงานด้านนี้ เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพมาตรฐาน พื้นที่ผิวที่ต้องการจะเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสนิม สี สิ่งสกปรกอื่น ๆ หรือวัสดุที่หลุดหลวม (Loose Scale) ส่วนประกอบที่จะทำการเชื่อมให้ติดกันจะต้องจัดวางให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เครื่องมือที่เหมาะสมจำเป็นต้องใช้ในการยึดส่วนที่จะต้องเชื่อมให้อยู่ในแนวที่กำหนด การเชื่อมจะต้องจัดทำโดยให้รอยเชื่อมสม่ำเสมอ และให้มีการหลอมเหลว (Fusion) ของลวดเชื่อมและแผ่นเหล็กโดยสมบูรณ์ ผลของการเชื่อมที่ถูกต้อง รอยเชื่อมจะต้องสม่ำเสมอ ไม่มีตามด รูโพรง (Gas Pocket) หรือการหลอมเหลวที่ไม่สมบูรณ์ หลังจากการเชื่อมเสร็จแต่ละครั้งจะต้องเคาะขี้เชื่อมออกเพื่อตรวจความเรียบร้อยถูกต้องเสียก่อนที่จะทำการเชื่อมหรือทาสีต่อไป

10.6 การยึดด้วยน็อต (Bolt & Nut)

การเจาะรูสำหรับใส่ น็อต จะต้องทำด้วยความปราณีต มีขนาดถูกต้องตามแบบ และทาด้วย สีกันสนิม น็อตที่ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยม พร้อมแหวนรองก่อนสวมใส่ตัวน็อต จะต้องจัดให้รูอยู่ตรงกันดี เสียก่อน เพื่อให้สามารถสอดใส่ตัวน็อตได้โดยสะดวก และห้ามใช้ฆ้อนเคาะตัวน็อต

10.7 การประกอบในโรงงาน

การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของงานเหล็กที่กระทำในโรงงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐาน โรงงาน โดยทั่วๆ ไป สำหรับงานชนิดนั้นๆ โดยต้องคำนึงถึงลักษณะ และหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ให้มีความ สะดวกถูกต้อง เพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานภายหลัง ชิ้นส่วนของงานเหล็กก่อนจะทำการประกอบเข้า ด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกร ควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน จึงจะนำไปดำเนินการในขั้นต่อไปได้

10.8 การติดตั้ง

บานระบาย ท่อเหล็ก และงานเหล็กชนิดอื่นๆ จะต้องประกอบติดตั้ง ให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดง รายละเอียดไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การติดตั้ง การเชื่อม การกลึง และการเจาะรู ฯลฯ ตลอดจนการประกอบบานระบายพร้อมกับกรอบ บาน และการประกอบเครื่องกว้าน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์อย่างดีมาดำเนินการให้ได้ คุณภาพของงานดีตามความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

Anchor Bolt หรือเหล็กประกอบชนิดอื่นๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ ในตำแหน่งที่ต้องการ ในขณะที่เทคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีที่ทำกร Blockout เนื้อ คอนกรีตไว้ก่อน ให้ทำความสะอาดภายในช่อง Blockout และทำให้ชุ่มน้ำก่อนทำการ Grout ด้วย Non-shrink Mortar (ผสมสารเคมีเพื่อลดการหดตัว) อย่างน้อย 12 ซม.

บานระบาย ท่อเหล็ก บันไดลิง ราวบันได ตะแกรงกันสวะ และงานเหล็กอื่นๆ ก่อนนำมาทำการ ติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ถึงความเรียบร้อยไม่มีความ เสียหาย เนื่องจากการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตก หรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย จะต้องได้รับการซ่อมแซมให้เรียบร้อยเสียก่อน

การติดตั้งจะต้องทำด้วยความปราณีตชิ้นส่วนซึ่งต้องเคลื่อนไหวยจะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวัง ทำการปรับให้เคลื่อนไหวยได้สะดวก ให้สัมพันธ์กับลักษณะหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้ง ประตุน้ำเหล็กหล่อและงานเหล็กอื่นๆ ให้ถูกต้องตามแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด ชิ้นส่วน และให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่เคลื่อนไหวยและทำการทดลองปิด - เปิด ตลอดทำการปรับแต่งให้ สามารถ ปิด - เปิด ได้สะดวกและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

10.9 งานทาสี

(1) ทัวไป

ใช้กับงานทาสีเหล็กสำหรับงานด้านชลศาสตร์ (Hydraulic Steel Works) ทุกประเภท ทั้งในส่วนที่จมน้ำ เปียกน้ำ หรือตากแดด ตากฝน ตามแบบที่กำหนด แต่ไม่รวมถึงงานทาสีเหล็กส่งน้ำ ซึ่งจะกล่าวไว้ในบทที่ 11 และงานโลหะที่อาบสังกะสี หรือ โลหะที่ไม่เป็นสนิม เช่น เหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) ทองเหลือง (Bronze) หรือส่วนที่ฝังในคอนกรีต

งานทาสีเหล็กจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คืองานเหล็กที่จมน้ำ เช่น ประตูน้ำ ตะแกรงกันสวะ งานเหล็กสัมผัสอากาศ และงานเหล็กหล่อทัวไป

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

(2) การเตรียมผิวโลหะก่อนทาสี

ผิวโลหะก่อนทาสี จะต้องทำการพ่นด้วยทราย (Sand Blast) หรือขัดด้วยแปรงลวดขัดด้วยด้ามมอเตอร์ไฟฟ้า จนได้ตามมาตรฐานของ SWEDISH STANDARD SIS 055900 ดังต่อไปนี้ งานเหล็กจมน้ำในน้ำมาตรฐาน SA 2.5 งานเหล็กสัมผัสอากาศ มาตรฐาน ST3 ส่วนงานเหล็กหล่อให้ทำความสะอาดผิวเหล็กให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมันหรือสิ่งสกปรกต่างๆ

หนึ่ง ทรายหรือวัสดุที่ใช้พ่น (Sand Blast) ต้องมีส่วนขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 16 ได้ทั้งหมด และค้างบนตะแกรงเบอร์ 50 ได้ไม่น้อยกว่า 85% ตามมาตรฐาน ASTM 2200

(3) ชนิดของสีและวัสดุรองพื้น (Coating and Primer)

(ก) งานเหล็กจมน้ำ

งานเหล็ก ซึ่งต้องแช่อยู่ในน้ำหรือจะต้องได้รับความชื้นสูง จะต้องเคลือบด้วยสีชนิด High Build Coal Tar Epoxy 3 ชั้น ชั้นแรกหนาไม่น้อยกว่า 0.05 มม. ชั้นที่สองหนาไม่น้อยกว่า 0.15 มม. และชั้นที่สามหนาไม่น้อยกว่า 0.20 มม. การเคลือบสีทั้งสามชั้น จะต้องกระทำจากโรงงาน

(ข) งานเหล็กสัมผัสอากาศ

งานเหล็กสัมผัสอากาศ จะต้องทาสีรองพื้นจากโรงงาน ด้วยสี Zinc Rich Epoxy Primer หนาไม่น้อยกว่า 0.03 มม. 1 ชั้น ชั้นที่สองทาสีด้วย Chlorinated Rubber Based Primer หนาอย่าง

น้อย 0.07 มม. ชั้นที่สามและชั้นที่สี่ ให้ทำด้วย Chlorinated Rubber Based Finish อีก 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.035 ม. งานทาสีชั้นที่สองถึงชั้นที่สี่ อาจกระทำมาจากโรงงานหรือที่โครงการก็ได้

(ค) งานเหล็กหล่อ

งานเหล็กหล่อ จะต้องเคลือบด้วยสี Coal Tar Epoxy 3 ชั้น แต่ละชั้นหนาไม่น้อยกว่า 0.05 มม. การเคลือบสีทั้งสามชั้น จะต้องกระทำจากโรงงาน

(4) วิธีการทาสี

กระทำในวันที่ได้ทำความสะอาดพื้นที่ผิวเสร็จเรียบร้อยแล้ว พื้นที่ที่จะทาจะต้องแห้งสนิท ปราศจากความชื้น

การทาในชั้นแรก จะทาดำด้วยแปรง สำหรับในชั้นต่อไป อาจจะใช้วิธีพ่นหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

การทาสี ควรทำในวันที่มีอากาศแจ่มใสมีแดดดี ไม่มีดคริม หรือฝนตก การทาสีจะต้องทาติดต่อกันโดยตลอดในชั้นหนึ่งๆ ให้เรียบด้วยความหนาที่สม่ำเสมอโดยตลอด และต้องทิ้งสีในชั้นแรกนี้ให้แห้งสนิท จึงจะสามารถทาสีในชั้นต่อไปได้

ก่อนที่จะทาสีในชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมแซมการทาสีในชั้นแรก เช่น รอยเยิ้มของสี การขูดข่วน ตลอดจนทำความสะอาดฝุ่นละออง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในภายหลังการทาสีครั้งแรกให้เรียบรอยเสียก่อน

งานทาสีในระยะต่างๆ ตามขั้นตอนของงานทาสีจะต้องจัดทำโดยผู้ชำนาญงานในด้านนี้ และจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกระยะขั้นตอนเช่นกัน

งานทาสีแต่ละชั้น ต้องทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบอาจใช้แปรงทาสีหรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (Airless)

10.10 งานบานระบายและงานประตูน้ำ

10.10.1 ขอบเขตของงาน

งานบานระบายและงานประตูน้ำ หมายถึง งานออกแบบรายละเอียด และจัดหา การประกอบ การติดตั้ง และการทดสอบบานประตูพร้อมเครื่องยก รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย

- 1) งานบานระบาย (Intake Gate)
- 2) งานประตูน้ำ (Gate Valve)
- 3) งานประตูระบายทราย (Sand Sluice Gate)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ และเสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง พร้อมรายการคำนวณของบานระบายทรายและเครื่องยก พร้อมแบบรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้ง ยื่นต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานภายใน 45 วัน นับแต่วันลงนามในสัญญา เพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ความเห็นชอบ ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการก่อสร้างใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานนี้

10.10.2 งานบานระบายและเครื่องกว้าน

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างทำการผลิตและจัดหาอุปกรณ์และติดตั้ง บานระบาย และเครื่องกว้าน ของอาคารฝาย (Weir)

ผู้รับจ้างต้องผลิตบานระบาย และเครื่องกว้าน พร้อมจัดหาอุปกรณ์และติดตั้งให้ได้ตามแบบที่กำหนดถูกต้องตรงตามมาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง และอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เมื่อการติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องทำการทดลอง ปิด-เปิด เพื่อทดสอบสภาพการใช้งาน การรั่วซึมตามข้างบาน ถ้ามีความคลาดเคลื่อนหรือบกพร่อง จะต้องทำการแก้ไขและปรับแก้ให้ถูกต้อง สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

เนื่องจากแบบมาตรฐานบางแบบ ผู้รับจ้างไม่อาจหาซื้อเหล็กรูปพรรณที่กำหนดไว้ในแบบได้ ผู้รับจ้างอาจเปลี่ยนใช้เหล็กรูปพรรณที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบันได้ ถ้าหากเหล็กรูปพรรณนั้นมีลักษณะและคุณสมบัติเทียบเท่าและเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. หรือ มาตรฐานต่างประเทศที่เชื่อถือได้ โดยขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

เกลียว (Screw threads) และ Gear teeth และอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ ให้เปลี่ยนเป็นไปตามแบบมาตรฐาน มอก.ได้ ถ้าในแบบกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น โดยคำนึงว่า ความแข็งแรงของชิ้นส่วนนั้นต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

(1) วัสดุที่ใช้ (Materials)

วัสดุต้องเป็นวัสดุใหม่ โดยพิจารณาถึงความแข็งแรง ความเหนียว (Ductility) และความเหมาะสมกับงานวิศวกรรม และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า

วัสดุชิ้นส่วน ส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างไม่ได้ผลิตเอง ผู้รับจ้างต้องซื้อจากผู้ผลิตที่มีชื่อเสียงเชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานราชการ

วัสดุที่จะนำมาสร้างและประกอบเป็นบานระบายและเครื่องกว้านจะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานวัสดุแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ข้างต้น

(2) การควบคุมการผลิต

(ก) ชิ้นงานจะต้องเป็นฝีมือคุณภาพชั้นหนึ่ง มีความเรียบร้อย ถูกต้องตามมาตรฐานงานช่าง ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกันจะต้องสามารถสับเปลี่ยนแทนกันได้

(ข) วัสดุที่จะใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะที่เรียบร้อยไม่คดหรือโค้งงอหรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความปราณีตละเอียด ถูกต้องตามแบบ การตั้งมุมจะต้องเป็นมุมฉากโดยแท้จริง ระยะเวลาต่าง ๆ ในการตัดหรือเจาะรูต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในพิสัยที่ยอมรับได้ (Tolerance) ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง Bolt ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และมีความละเอียดถูกต้องเพื่อสามารถใส่ Bolt ได้โดยสะดวก

เหล็กหล่อจะต้องไม่มีรอยแตกร้าว ถ้ามีรอยแตกร้าว ก่อนจะทำการเชื่อมแซมต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

(ค) การเชื่อมต้องเป็นการเชื่อมด้วยอาร์คไฟฟ้า ชิ้นส่วนที่ถูกเชื่อมประสานกันด้วยการเชื่อมต้องตัดให้ได้ขนาดถูกต้องโดยเครื่องตัดเหล็ก หรือ ตัดโดยเปลวไฟ เพื่อให้เหมาะสมตามชนิดของการเชื่อม เพื่อให้โลหะหลอมละลายลึก ผิวและขอบของโลหะที่จะเชื่อมต้องปราศจาก สนิม ไขมัน และสิ่งสกปรกอื่น ๆ

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

ผลของการเชื่อมที่ถูกต้อง รอยเชื่อมจะต้องสม่ำเสมอและไม่เป็นตามด หรือรูโพรง หรือการหลอมเหลวของลวดเชื่อมและแผ่นเหล็กที่ไม่สมบูรณ์ หลังการเชื่อมแต่ละครั้ง จะต้องเคาะขี้เชื่อมออก เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยและความถูกต้องก่อนที่จะทำการทาสีต่อไป

ช่างเชื่อมที่ถูกมอบหมายให้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบ การเชื่อมตามมาตรฐาน AWS “Standard Qualification Procedure”

ในการนี้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อม โดยวิธีการไม่ทำลายได้ตามมาตรฐานของ ASME

(ง) การเจาะรูเพื่องานยึดด้วย Bolts ทุก ๆ รูจะต้องทำด้วยความละเอียดถูกต้อง เพื่อความสะดวกในการสอดใส่ตัว Bolts รอยเจาะรูที่ไม่เรียบร้อย มีเศษเหล็กติดอยู่ จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย พื้นที่ที่จะต้องยึดด้วย Bolts จะต้องทาสีกันสนิมไว้เสียก่อน การสอดใส่ตัว Bolts จะต้องทำด้วยความระมัดระวังห้ามใช้ค้อนตอกหรือเคาะ Bolts ที่ใช้สำหรับงานนี้ ให้ใช้ชนิดหัวหกเหลี่ยมพร้อมแป้นเกลียว ให้เกลียวมาตรฐาน (Standard Whitworth Thread) และใช้แหวนรอง (Washers) ที่เหมาะสม Bolts และ Nuts ที่ใช้ในการขัน จะต้องแข็งแรงและคงทนเพื่อยึดชิ้นส่วนที่ต้องการให้ติดกัน ปลาย Bolts หลังจากขันแป้นเกลียวแน่นแล้ว จะต้องโผล่ออกมาจากตัวแป้นเกลียวประมาณ 5-10 มม.

(จ) การประกอบชิ้นงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐาน AISC เรื่อง Specification for "Design fabrication and erection of structural steel in building" ผู้รับจ้างต้องยื่นเสนอรายละเอียด Shop Drawings ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการจัดทำ

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

การควบคุมคุณภาพการผลิต จะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกรผู้ได้รับอนุญาตประกอบ วิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกล หรืออุตสาหกรรมที่ไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร และมีหนังสือรับรองว่า เครื่องก๊วบนานระบายใช้วัสดุผลิตตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง มีขนาดและรูปร่างถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดและให้รับรองการผลิตครั้งนี้เพื่อใช้ในงานโครงการนี้

(3) การติดตั้ง

บานระบายและเครื่องก๊วบนานจะประกอบและติดตั้งให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบ หรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

Anchor Bolts หรือเหล็กประกอบชนิดอื่น ๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการในขณะเทคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีที่ทำการ Blockout เนื้อคอนกรีตไว้ก่อน ให้ทำความสะอาดในช่อง Blockout และทำให้ชุ่มน้ำ ก่อนทำการ Grout ด้วย Non-shrink Mortar อย่างน้อย 12 ซม.

บานระบายและเครื่องก๊วบนานก่อนนำมาทำการติดตั้ง จะต้องได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อยจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนว่า ไม่มีความเสียหายเนื่องจากการผลิตและการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตกหรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้น จะต้องได้รับการ ซ่อมแซมหรือปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนนำไปติดตั้ง

(4) การทาสี (Painting)

ผู้รับจ้างต้องยื่นขอเสนอการทาสี รวมทั้งสี (Colors) และคุณภาพของสี เวลาและวิธีการทาสี เพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

ก่อนทาสี ชิ้นงานต้องสะอาด ปราศจากสนิม น้ำมัน ฝุ่นละออง และวัตถุหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ โดยวิธีการพ่นทราย (Sand Blasting) จนผิวสะอาดอยู่ในสภาพ Near White (SSPC-SP10) ก่อน แล้วจึงทาสีรองพื้นด้วย Mastic Epoxy ภายใน 4 ชั่วโมง และทาสีภายหลัง

ให้เว้นระยะทาสี 15 เซนติเมตร จากรอยต่อสำหรับการเชื่อมในสนามแล้วจึงทาสีภายหลังเมื่อทำการเชื่อมในสนามแล้ว

ผิวสีที่ทาที่โรงงานถ้าเกิดเสียหายระหว่างการขนส่ง หรือการติดตั้งจะต้องทาสีใหม่ตามข้อกำหนดไว้ไม่ต้องทาสีบนชิ้นส่วนงานที่ต้องมีการขัดสี งานที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel), Galvanized Steel, โลหะบรอนซ์ (Bronze) เหล็กส่วนที่ฝังในคอนกรีตและส่วนที่มีการสัมผัสเสียดสี

ชิ้นงาน	การเตรียมผิว	การทาสีที่โรงงาน
บานระบาย หรือส่วนต่างๆ ที่จมน้ำทั้งหมดหรือบางส่วน	SSPC - SP10 Near White Blast Cleaning	ทาสีรองพื้นด้วย Mastic Epoxy Primer (Aluminum) และทาสีด้วยสี Mastic Epoxy (Color) เมื่อสีแห้งครั้งสุดท้ายหนาไม่น้อยกว่า 0.4 มม.
โครงสร้างและส่วนอื่นที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่ไม่จมน้ำภายในและภายนอกอาคาร	SSPC - SP10 Near White Blast Cleaning	ทาสีรองพื้น Zinc-filled Inorganic Silicate Primer 1 ครั้ง ทาสี Polyamide Epoxy 1 ครั้ง มีความหนาเมื่อสีแห้ง ไม่น้อยกว่า 75 micron/ครั้ง

(5) การชุบด้วยสังกะสี (Galvanizing)

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

(6) การประทับตราบานระบายและเครื่องกว้าน

บานระบายและเครื่องกว้านทุกชิ้น ให้ผู้รับจ้างทำการประทับตราคำว่า “เป็นสมบัติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน” ขนาดตัวหนังสือหรือรูปแบบที่จะใช้ ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้กำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอแนะให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการประทับตราดังกล่าว

(7) อุปกรณ์ไฟฟ้า

(ก) มอเตอร์ไฟฟ้าต้องเป็นเกียร์มอเตอร์ ขนาดตามที่กำหนดในแบบ ความเร็วรอบให้เหมาะสมกับการยกบานระบายให้ได้ความเร็วของบานระบายไม่เกิน 30 เซนติเมตรต่อนาที พร้อมเบรกติดตั้งบนมอเตอร์ชนิด A.C. Solinoid Released Type รับแรงบิดได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 150 ของแรงบิดสูงสุดของมอเตอร์

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

- (ข) อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ประกอบด้วย
- 1) Motor Starter ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ตามมาตรฐาน NEMA Publication No. ICS "Industrial Control and System" ประกอบด้วย Circuit Breaker, Magnetic Contractor, 3-Pole Thermal Overload Control และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ตู้ควบคุมต้องมี Voltmeter เลือกอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าแต่ละ Phase มี Ammeter อ่านค่า กระแสไฟฟ้า พร้อมสวิตช์ตัดกระแสไฟเมื่อเปิด-ปิด บานระบายด้วยมือหมุน
 - 2) Limit Switch ชนิด Rotary Type บรรจุอยู่ในกล่องป้องกันอุปกรณ์ภายในจาก น้ำ ความชื้นและฝุ่นละออง สามารถปรับตั้งได้โดยสะดวกที่จังหวะบาน ระบายอยู่ในตำแหน่งสูงสุด และต่ำสุดติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ได้รับความ เห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และต้องจัดให้มี Limit Switch จุกเงินอีก 1 ชุด ให้ทำงานเมื่อชุดแรกไม่ทำงาน
 - 3) สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ชนิด Push Button มีปุ่มควบคุมการเปิด-ปิด 3 ปุ่ม มี อักษร "Forward" หรือ "Up", "Stop" หรือ "Off" และ "Reverse" หรือ "Down" กำกับตามลำดับ พร้อมไฟสัญญาณเมื่อมอเตอร์พร้อมทำงาน เมื่อบานระบาย เคลื่อนขึ้นและลง และเมื่อบานระบายถึงจุดสูงสุด

(ค) แผงและตู้ควบคุม

แผงและตู้ควบคุมต้องจัดทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร ตั้งบนขา ตั้งที่มั่นคงและแข็งแรง พร้อมแป้นยึดติดกับพื้นคอนกรีต

ตู้ควบคุมต้องมีฝาปิดติดยางกันน้ำพร้อมกุญแจ บรรจุแผงควบคุมอยู่ภายในตัว ตู้ควบคุมต้องแข็งแรงและสามารถป้องกันน้ำฝน ความชื้นและฝุ่นละอองได้ดี แผงควบคุมติดตั้งอุปกรณ์ ควบคุมมอเตอร์ ได้แก่ สวิตช์ Motor Starter, Ammeter, Voltmeter, ฟิวส์ หลอดไฟสัญญาณ และเต้ารับขนาด 220 V 15 Amp เดินสายไฟฟ้าซ่อนไว้หลังแผงควบคุม สามารถถอดซ่อมได้โดยสะดวก

(ง) การเดินสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าใช้กับตู้ และแผงควบคุมและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นชนิดลวดทองแดงมีฉนวน เป็น PVC และหุ้มด้วย PVC ตามมาตรฐาน มอก. 11 รับแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 600 V การต่อสายไฟฟ้า ให้ต่อได้เฉพาะจุดที่แยกสายเท่านั้น

สายไฟฟ้าภายนอกระหว่างอุปกรณ์ หรือจุดแยกสายต้องเป็นชนิดลวดทองแดงหลาย เส้น (Multicore Copper) มีฉนวนเป็น PVC ตามมาตรฐาน มอก. 11 รับแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 V

สายไฟฟ้าให้เดินในท่อเหล็กอบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก. 770 ประเภทที่ 2 และมี เส้นผ่าศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ขนาดของลวดทองแดงต้องรับกระแสไฟฟ้าสูงสุดของ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยปลอดภัย ให้แสดงวงจรการเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมคำแนะนำการ ใช้งานบนด้านในของฝาตู้ควบคุมให้เป็นได้ชัดเจน และถาวร และในเอกสารเมื่อส่งมอบงาน

10.11 ประตูน้ำ (Gate Valve)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งประตูน้ำ (Gate Valve) ประเภทก้านไม่ยก (Non-Rising) ชนิดแหวนรองลิ้นโลหะ (Metal Seated) ขนาดตามที่ระบุในแบบพร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุดจำนวน 1 ชุด ประตูน้ำจะต้องมีขนาด รูปร่าง และตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบรายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนที่จำเป็น โดยจะต้องเสนอแบบรายละเอียดและใบรับรองของบริษัทผู้ผลิต ตลอดจนขั้นตอนของวิธีการดำเนินการต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่ออนุมัติเสียก่อน จึงจะดำเนินการประกอบและติดตั้งได้

ประตูน้ำ (Gate Valve) ดังกล่าวจะต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.432) BS5150 หรือเทียบเท่า ซึ่งผู้รับจ้างต้องส่งแบบรายละเอียดตลอดจนแคตตาล็อกแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และต้องแจ้งชื่อผู้ผลิตของอุปกรณ์ทุกชิ้นให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ให้ความเห็นชอบก่อน เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วผู้รับจ้างจึงสามารถจัดหาและติดตั้งได้

10.11.1 การเคลือบผิว

ผิวภายนอกที่เป็นเหล็กหล่อทั้งหมดต้องเคลือบด้วย Coal-tar epoxy ชนิด Non-bleeding ให้ได้ความหนาผิวเคลือบรวม (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน Coal-tar epoxy ชนิด Non-bleeding ที่ใช้ต้องเป็นสีเทาดำ (Dark grey) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างของกรมฯ ก่อนนำมาใช้

ผิวภายในทั้งหมดที่เป็นเหล็กหล่อต้องเคลือบด้วย Liquid epoxy ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal tar ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C210 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบรวม (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 100 ไมครอน liquid epoxy ชนิดไม่มีส่วนผสมของ coal tar ที่ใช้ต้องเป็นสีฟ้า (blue) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนนำมาใช้

10.11.2 การทำเครื่องหมาย

ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาครอบตัวเรือนหรือตัวเรือนดังนี้

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

อักษรหรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 15 มม. และหนูน้อยกว่า 3 มม.

ที่เป็นประแจขันและพวงมาลัยจะต้องมีเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการ “เปิด หรือ ปิด” หรือทั้งสองอย่างพร้อมตัวหนังสือกำกับเป็นตัวนูน

10.12 แอร์รลีส์วาล์ว (Air Release Valve)

แอร์รลีส์วาล์ว จะต้องเป็นชนิดใช้งานกับน้ำที่มีคุณสมบัติและคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1368 หรือ JIS B2063 หรือเป็นยี่ห้อที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้รับรองการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้แล้ว แอร์รลีส์วาล์วสามารถจะระบายอากาศออกและเติมอากาศได้โดยอัตโนมัติ ตัวเรือนวาล์วทำด้วยเหล็กหล่อ ลูกลอย (Floats) เป็น Stainless Steel วาล์วจะต้องเป็นชนิดที่ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กก./ตร.ซม.

10.12.1 การเคลือบภายนอกและภายใน

ประตูระบายอากาศที่ผ่านการทดสอบการทนต่อความดันน้ำ และได้ผ่านการทำความสะอาดผิวภายนอกและภายใน จนปราศจากสนิมและสิ่งเปื้อนอื่น ๆ แล้วต้องเคลือบผิวภายนอกและภายในดังนี้

(1) เคลือบภายนอก ต้องเคลือบด้วย Non-bleeding Type Coal Tar Epoxy ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 150 ไมครอน และทับหน้าด้วย Epoxy Resinous Micaceous Iron Oxide (MIO) ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน และ MIO ที่ใช้ต้องเป็นสีเทาเงิน (Silver Grey) หรือเทาดำ (Dark Grey) หรือสีอื่นซึ่งต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างของกรมฯ

(2) เคลือบภายใน ต้องเคลือบด้วย Non-toxic Liquid Epoxy Coating (ชนิดไม่มี Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C210 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 100 ไมครอน และ Liquid Epoxy ที่ใช้จะต้องเป็นสีฟ้าหรือสีอื่นซึ่งได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างของกรมฯ

10.12.2 การทำเครื่องหมาย

ประตูระบายอากาศทุกตัวจะต้องมีอักษรเป็นเนื้อเดียวกับผิวภายนอกของตัวประตูระบายอากาศ ดังนี้

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

10.13 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) งานเหล็กช่อง Groove สำหรับตะแกรงเหล็กกันสวะ (Trashrack) และบานกันน้ำ (Stoplog) งานเหล็กบันไดลิง งาน Stainless Steel Liner งาน Ladder Lung & Landing งานเหล็กกลม งานท่อเหล็กและเหล็กรูปพรรณอื่นๆ ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัมหรือเหมารวมตามหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการออกแบบ จัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี ค่าทดสอบ และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(2) งานราวกันตก งานท่อเหล็กระบายอากาศ และงาน By-pass Pipe ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(3) บานระบายพร้อมระบบยก ให้วัดปริมาณงานในหน่วยชุด ตามที่กำหนดในแบบ ประกอบด้วยงานออกแบบ จัดหา บานระบาย กรอบบาน เครื่องยก ระบบควบคุมการปิดเปิด อุปกรณ์ประกอบ พร้อมทำการติดตั้ง เคลือบสี และทดสอบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการออกแบบ จัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบและติดตั้งบาน ค่าเคลือบสี ค่าทดสอบ และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(4) ฝาตะแกรงเหล็ก (Steel Grating) ตะแกรงกันสวะ (Trashrack) บานกันน้ำ (Stoplog) Steel Cover Plate และส่วนประกอบ ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยชุด ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบและติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(5) ประตูน้ำพร้อมอุปกรณ์ ให้วัดปริมาณงานในหน่วยชุดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาประตูน้ำและอุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบและติดตั้ง ค่าทดสอบ ค่าเคลือบสี และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(6) Air Release Valve ให้วัดปริมาณงานในหน่วยชุดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบและติดตั้ง ค่าทดสอบ ค่าเคลือบสี และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

หมายเหตุ : การจ่ายเงินงานบานระบายพร้อมเครื่องกว้าน หรืองานประตูน้ำ ผู้ว่าจ้างจะจ่ายให้ 50% ของอัตราราคางานแต่ละชุดในใบแจ้งปริมาณงานและราคาเมื่อผู้รับจ้างได้ออกแบบ จัดหาและขนย้ายมาไว้ที่หน้างานและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว และจ่ายให้ 30% ของอัตราราคางานแต่ละชุดในใบแจ้งปริมาณงานและราคาเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการประกอบติดตั้งงานพร้อมอุปกรณ์อื่น ๆ ตกแต่งและทาสีเสร็จเรียบร้อยและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับแล้ว ส่วนที่เหลือ 20% จะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการทดสอบการใช้งานและส่งมอบอะไหล่สำรองของบานระบาย เครื่องกว้าน หรือประตูน้ำ และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงานแล้ว

หมวดที่ 11

งานต่อหลัก

หมวดที่ 11 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

11.1 ท่อไป

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ประกอบด้วย ท่อเหล็กเหนียว (Mild Steel Pipe), ท่องอ (Bend Pipe) และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จะใช้ในงานก่อสร้างขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดีและมีมาตรฐานเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.2 อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ทุกชนิดก่อนเริ่มดำเนินการจัดซื้อและผลิตจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ การปฏิบัติงานทุกขั้นตอนของผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสงวนสิทธิ์ที่จะเข้าทำการตรวจสอบและควบคุมการทำงานได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือแก่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเข้าไปตรวจสอบ

ในกรณีที่งานท่อเหล็กไม่ได้แสดงไว้ในแบบผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบก่อนการปฏิบัติงาน

ก่อนการวางอุปกรณ์ท่อเหล็กตามแบบที่โครงการเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการสำรวจวางแผนและระดับให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ขุดดิน และตัดแต่งร่องท่อ (Trench) ร่องระบายน้ำ, ก่อสร้างฐานรองรับท่อ (Concrete Piers) (ถ้ามี), อาคารยึดตรึงท่อ (Concrete Anchor Blocks)

อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องผลิตจากบริษัทซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตท่อเหล็กเหนียว (Mild Steel Pipe) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และแรงดันน้ำในการออกแบบไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ ตารางเซนติเมตร

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอชื่อบริษัท หรือห้างหุ้นส่วน หรือผู้รับจ้างเอง เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กให้กับผู้รับจ้างนำไปใช้งานก่อสร้างมาพร้อมกับยื่นซองประกวดราคาเพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาให้ความเห็นชอบด้วย

11.2 มาตรฐาน

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการผลิต และการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

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

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่น นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

11.3 งานท่อเหล็ก (Steel Pipe)

งานท่อเหล็ก ประกอบด้วย งานท่อเหล็กรับแรงดันต่ำ (Low Pressure Pipe) ได้แก่ท่อเหล็กที่ใช้กับ Intake Structure, Headrace และในอาคารอื่นๆ และงานท่อเหล็กบแรงดันสูง (High Pressure Pipe) ได้แก่ Penstock รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบงานท่อเหล็กที่ระบุไว้ในแบบ

11.4 วัสดุ

11.4.1 ท่อ

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องเป็นเหล็กเหนียว (Mild Carbon Steel) คุณสมบัติของเหล็กจะต้องมีค่าของจุดล้า (Yield Strength) ไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม. หรือมาตรฐานของวัสดุที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อนี้ ในกรณีที่มาตรฐานวัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือในที่นี้วัสดุจะต้องมีคุณภาพดีเหมาะสมกับการใช้งานและจะต้องเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติเสียก่อน

11.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

(1) โลหะ (Metals)

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท่องอ	JIS - G3101 Class SS490
Expansion Joints	JIS - G3101 Class SS490
	ASTM - A36
Bolts, Nuts, Washers	ASTM - A325
Anchor Bolts	ASTM - 307 GRADE B
	ASTM - A36
Saddle	ASTM - A36
Structural Frame	ASTM - A36
Plates, Bars	ASTM - A36
Air Vent Steel Pipe	TIS277 - TYPE 3

(2) อื่นๆ (Others)

(ก) Rubber Packing Rings

จะต้องเป็นยางชนิด Synthetic Rubber ซึ่งมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ดังนี้

Shore Durometer Hardness (TYPE A)	85-95
Minimum Elongation	100%
Ultimate Tensile Strength	150 กก./ตร.ซม.
Water Absorption	น้อยกว่า 5%

มีส่วนผสมของ Asbestos Graphite สามารถหดตัวได้ด้วยแรงอัด และมีแรงเสียดทาน (Friction) น้อย ผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้นักนำมาใช้งานจะต้องเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เพื่ออนุมัติเสียก่อน Teflon Fiber Packing เบอร์ F.B.# 4120 ขนาด 5/8" x 5/8" อาจนำมาใช้แทนได้

11.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ทราบถึงสถานที่หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้างพร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุภายในเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อยืนยันว่าวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

11.5.1 การม้วนท่อ (Pipe Forming)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนแผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้หมอนทุบ ในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการ ท่อเหล็กเหนียวทุกท่อต้องประกอบขึ้นรูปและเชื่อมด้วยวิธีต่อชน(Butt Welded)และมีลักษณะตะเข็บรอยเชื่อมเป็นแบบ

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

มาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

11.5.2 การเชื่อม (Welding)

การเชื่อมจะต้องเชื่อมด้วยวิธี Shield Melts Arc Welding หรือวิธีอื่นที่มีคุณภาพของการเชื่อมดีกว่าหรือเทียบเท่า ซึ่งต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน นอกจากนี้ ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดแสดงการเตรียมตัดของแผ่นเหล็ก ส่วนผสมของลวดเชื่อม, Flux, ชนิดและขนาดของลวดเชื่อมกระแสไฟฟ้า (Current) และแรงเคลื่อน (Voltage) ในการเชื่อม ความเร็ว (Speed) ของการเชื่อมเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบก่อนทำการเชื่อม มาตรฐานและวิธีการเชื่อมให้ใช้ AWS CODE และ ASME "BOILER & PRESSURE VESSEL CODE" เป็นมาตรฐานของงานเชื่อมอุปกรณ์ท่อเหล็ก

ช่างเชื่อมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบและมีใบรับรองจากสถาบัน หรือหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือภายในประเทศ อาทิเช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฯลฯ และในกรณีที่ช่างเชื่อมไม่ได้ทำงานเชื่อมติดต่อกันมานานหรือใบรับรองอายุเกินกว่า 6 เดือน ก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ ช่างเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบใหม่

การเชื่อมตามแนวยาวของท่อเหล็ก (Longitudinal Butt Joint Welding) จะต้องเป็นการเชื่อมแบบ Complete Joint Penetration Groove Weld และการเชื่อมต่อปลายท่อเหล็ก (Circular Butt Joint Welding) เข้าด้วยกันทั้งในโรงงานและที่โครงการจะต้องเป็นการเชื่อมแบบ Complete Joint Penetration Groove Weld เช่นกัน ส่วนงานเชื่อมอุปกรณ์ประกอบงานท่อ ซึ่งเป็นการเชื่อมแบบ Fillet Weld, Bevel Groove Weld, Flare-bevel Groove Weld ขนาดของงานเชื่อมจะต้องทำตามแบบก่อสร้างกำหนดไว้

ขนาดของลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับงานเชื่อมแต่ละแบบ ชนิดลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องเป็น Low-hydrogen Electrode หรือมีคุณสมบัติดีกว่าและเหมาะสมกับโลหะที่ต้องการเชื่อม งานเชื่อมในโรงงานให้ใช้ลวดเชื่อม (Covered Electrode) ชนิด E60xx และงานเชื่อมในโครงการให้ใช้ลวดเชื่อมชนิด E70xx โดยลวดเชื่อมจะต้องเก็บรักษาไว้ในกล่องป้องกันความชื้น การนำลวดเชื่อม (Covered Electrode) ออกมาใช้งาน จะต้องนำออกมาใช้ให้พอเหมาะกับการใช้งาน เพื่อไม่ให้ลวดเชื่อมรับความชื้นเกินไป ลวดเชื่อมจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งานว่าแห้งก่อนนำไปใช้งานหรือมีความชื้นไม่เกินกว่า

กำหนดของผู้ผลิตลวดเชื่อมที่กำหนดไว้ในกรณีที่ลวดเชื่อมเอาออกจากกล่องและทิ้งไว้นานกว่า 3 ชั่วโมง หรือลวดเชื่อมมีความชื้นมากจะต้องนำลวดเชื่อมเข้าเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ $300-400^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิของบรรยากาศขณะทำการเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 21°C ห้ามทำการเชื่อมในขณะที่ฝนตกหรือบรรยากาศมีความชื้นจัด นอกจากจะมีวิธีป้องกันที่เหมาะสม

ก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อนไม่ให้มีรอยเปื้อน ของสีสนิม คราบน้ำมันและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมดก่อนทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อมและผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรงเพื่อป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปลงลวดขัด Slag บนผิวดินที่ได้เชื่อมไว้ก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อมควรจัดทำจากโรงงานด้วย Automatic Welding Machine และพยายามลดงานเชื่อมในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ Automatic Welding Machine ในโรงงานได้ จะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวางท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการขุดร่องดินให้ลึก และกว้างเพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก ภายหลังจากการตรวจสอบและทดสอบงานเชื่อม เคลือบ และทาสีท่อบริเวณเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบอัดดินให้แน่นตามแบบก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (Weld Quality Control) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไป นี้เป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

- (1) ผิวนานส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน และอื่นๆ
- (2) ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (Root Opening) ให้พอเหมาะกับขนาดของชิ้นงาน
- (3) ถ้าการต่อเป็นแบบที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มม. ขนาดของแนวเชื่อมแบบ Fillet จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย
- (4) ในกรณีที่ต้องการ การ Preheat หรือ Interpass Temperature จะต้องการทำให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด
- (5) ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้
- (6) จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อม ขนาดลวดเชื่อม ตลอดจนอุณหภูมิในการ Preheat หรือ Interpass Temperature ที่ถูกต้อง
- (7) แนวเชื่อมยัดใดๆ ที่เกิดแตกร้าวหรือมีจุดบกพร่อง จะต้องเอาออกให้หมดก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป

- (8) แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าวหรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมต่อไป
- (9) แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (Porosity) จำเป็นจะต้องขจัดออก และทำการเชื่อมใหม่
- (10) หลุม (Crater) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
- (11) จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด Multiple-pass Weld
- (12) ข้อกำหนดขนาดและความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ ขนาดของแนวเชื่อมจะมีพิสัย (Tolerances) เท่ากับ +1.5 มม. ถึง 0.00 มม.
- (13) ความหนาของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ
- (14) การแห้ว (Under-cut) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง
- (15) แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (Root Opening) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าเชื่อมนั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (Backing) หรือไม่ก็ตาม
- (16) แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลก (Slag) หรือความไม่เรียบร้อย อยู่ภายใน จะต้องเซาะออกจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลกหรือจุดบกพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้
- (17) การแตกร้าวใต้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย (Nondestructive Testing) จะต้องเซาะออก (Gouged Out) แล้วทำการเชื่อมใหม่
- (18) งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้
- (19) ช่างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

11.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม

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

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว วิธีทดสอบ การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสินจะถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C200 Sub-Section 3.3.5

11.6 การเคลือบและทาสี

11.6.1 ทั่วไป

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

ก่อนการเคลือบและทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบและการทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

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

บริเวณ 3 เซนติเมตร ของปลายท่อเหล็กที่ต้องการเชื่อมต่อในสนามจะไม่มีเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น และถัดไปอีก 12 เซนติเมตร จะต้องทาสีด้วยสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามเสร็จแล้ว จึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 11.6.3 และ 11.6.4

การเคลือบและระยะเวลาระหว่างการเคลือบสีแต่ละชั้น ต้องกระทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบ อาจใช้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

11.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน

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

(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (Site)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบ และทาสีที่โครงการ (Site) จะเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ท่อเหล็กเชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย หรือ หินขัดมอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อม จะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดสึกกร่อน จนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนาของเนื้อเหล็กเชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

11.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก

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

11.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ

(1) การเคลือบภายนอก

การเคลือบภายนอกท่อและอุปกรณ์ท่อใต้ดิน

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

(2) ท่อฝังในเนื้อคอนกรีต

ท่อส่วนที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะไม่ทำการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากการเตรียมผิวให้สะอาด ตามข้อ 11.6.2 แต่จะต้องเคลือบสีท่อชนิดเดียวกับส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตเข้ามาในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 15 ซม.และเคลือบภายในท่อตามข้อ 11.6.3

(3) สำหรับท่อที่สัมผัสอากาศจะต้องเคลือบภายนอกด้วย Non-Bleeding Type Coal-tar Epoxy ที่ความหนารวมทั้งหมดของผิวเคลือบ(เมื่อแห้ง)ไม่น้อยกว่า 150 ไมครอนและทับหน้าด้วย Epoxy-Resinous Iron oxide (MIO) ที่ความหนารวมทั้งหมดของผิวเคลือบ(เมื่อแห้ง)ไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน และเคลือบภายในท่อตามข้อ 11.6.3

(4) สำหรับท่อบางส่วนอยู่ใต้ดินและบางส่วนอยู่เหนือดิน

การเคลือบและทาสีให้ทำตามข้อ 11.6.4 (3)

11.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมต่อที่โครงการ (Site)

ภายหลังจากการเชื่อมต่อที่บริเวณโครงการ (Site) แล้ว ให้ทำความสะอาดผิวท่อ และรอยเชื่อมต่อให้เรียบร้อยโดยการใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ ตามข้อ 11.6.2 (2) จากนั้นจึงทำการเคลือบสีภายในตามข้อ 11.6.3 และทำการเคลือบสีภายนอก ตามข้อ 11.6.4

11.6.6 การเคลือบและทาสี Expansion Joint

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

11.6.7 การเคลือบและทาสี Pipe Support

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

11.6.8 การเคลือบและทาสี Air Vent Pipe

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

11.6.9 หมายเลขของอุปกรณ์ท่อเหล็ก

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบสำหรับการก่อสร้างวางแนวท่อต่างๆ โดยกำหนดขนาดและความยาวของท่อแต่ละท่อน ซึ่งจะนำไปก่อสร้าง วางแนวระดับ และเชื่อมต่อที่โครงการ อุปกรณ์ท่อเหล็กแต่ละชิ้นจะต้องกำหนดหมายเลข เพื่อความสะดวกในการนำเอาไปก่อสร้างเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนทำการก่อสร้างวางท่อที่โครงการ 30 วัน เพื่อให้ความเห็นชอบและอนุมัติเสียก่อน อุปกรณ์ทุกชิ้นส่วนที่ได้ผลิตจากโรงงานจะต้องทำการพ่นสีหมายเลขลงบนผิวภายนอกอุปกรณ์ท่อเหล็กก่อนทำการขนส่งไปสู่โครงการ

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

11.7 การขนส่ง

เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดการขนส่งอุปกรณ์ทอเหล็กไปยังที่โครงการก่อสร้าง กำหนดการขนส่งอุปกรณ์ทอเหล็ก วิธีการขนส่ง วิธีการยกทอขึ้นลง เครื่องจักรเครื่องมือการเตรียมการป้องกันอุปกรณ์ทอเหล็กขณะขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแผนงานเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนดำเนินการ ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดกับอุปกรณ์ทอเหล็กจากการขนส่ง ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด ถึงแม้ว่าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะให้ความเห็นชอบกับแผนงานขนส่งของผู้รับจ้าง

การขนส่ง การยกขึ้นลง (Transportation and Handling) ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกัน และระมัดระวังมิให้อุปกรณ์ทอเหล็ก เกิดความเสียหายแตกทำลายได้ โดยเฉพาะสีที่เคลือบภายนอกอุปกรณ์ทอเหล็กจะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบทอชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ทอเหล็กจากโรงงาน ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้างจะต้องจัดหาที่วางไว้ที่โครงการ เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อสร้าง อนึ่งการวางทอก่อนนำไปก่อสร้างจะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับทอให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ทอเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวจับท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวจับยึดท่อที่ยึด โดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่ง ควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งมากเป็นรอยต่อลึกลงไปในเนื้อไม้ และจับยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวได้ขณะขนส่ง หรืออาจใช้ทราย หรือซีเมนต์บรรจุลงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ทันที
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามวางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อก่อนนำไปก่อสร้าง
- การขนส่ง Expansion Joint ควรจัดใส่ลังไม้โปร่ง เพื่อป้องกันความเสียหายขณะทำการขนส่ง

11.8 การจัดทำอุปกรณ์สำหรับท่อขยายตัว (Expansion Joint) และการติดตั้ง

Expansion Joint เป็นอุปกรณ์ประกอบงานท่อเหล็กที่วางสัมผัสกับบรรยากาศ เพื่อป้องกันแรงอันเนื่องจากการหดตัว และการขยายตัวของท่อเหล็กจากความร้อนของบรรยากาศ จึงจำเป็นจะต้องจัดทำให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานยาวนาน

Expansion Joint สำหรับงานท่อเหล็กรับแรงดันต่ำ (ถ้ามี) แสดงตำแหน่ง และจำนวนไว้ในแบบก่อสร้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะพิจารณา เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่จะใส่ Expansion Joint ได้ตามความเหมาะสม การติดตั้งจะต้องขันน็อตทุกตัวเข้าเท่า ๆ กัน เพื่ออัดยาง (Rubber Rings) หรือ Packing Rings ป้องกันน้ำรั่วซึมด้วยแรงดันน้ำภายในท่อ 1.5 เท่าของ Static Head

Expansion Joint ที่ใช้กับท่อเหล็กรับแรงดันต่ำนี้ จะต้องทำเครื่องหมายให้เห็นแตกต่างกับของที่ใช้กับท่อเหล็กรับแรงดันสูงอย่างชัดเจน

Expansion Joint สำหรับงานท่อเหล็กของ Penstock มีความยาวขณะติดตั้งตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 5 ซม. เมื่อผลิตและประกอบ Expansion Joints เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ขันน็อตทุกตัวบน Grand Rings เข้าไปเท่า ๆ กัน โดยจะกด Packing Ring ให้หดตัวลงเหลือความยาว 95 % ของความยาวเดิม แล้วนำ Expansion Joints ไปเข้าเครื่อง Hydrostatic Test ค่อยๆ เพิ่มแรงดันของน้ำอย่างช้า ๆ จนถึงแรงดันสูงสุด 1.5 เท่าของ Static Head ระหว่างเพิ่มแรงดันน้ำ ถ้าหากมีน้ำรั่วซึมออกมาตาม Packing Rings ให้ขันน็อตทั้งหมดเข้าไปพร้อม ๆ กันอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งน้ำไม่รั่วซึมออกมา ที่แรงดันน้ำสูงสุดที่ทำการทดสอบ 1.5 เท่าของ Static Head การนำ Expansion Joints ไปติดตั้งที่โครงการจะต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง แนวเส้นศูนย์กลางของ Expansion Joints กับแนวท่อเหล็กที่จะต้องเชื่อมต่อกันจะต้องเป็นแนวเดียวกัน ไม่บิดเบี้ยวเนื่องจากการวางท่อเหล็กหรือการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน

11.9 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อ (Concrete Pier)

11.9.1 การก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันสูง (Penstock)

ฐานคอนกรีตรับท่อจะต้องจัดทำตามแบบก่อสร้างที่กำหนดให้ โดยมีพิสัยความคลาดเคลื่อนของระยะความยาวตามแนวท่อไม่เกิน ± 10 เซนติเมตร งานคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบให้จัดทำตามหมวดที่ 6 นอตยึด (Anchor Bolts) ฐานแผ่นเหล็ก (Base Plate) จะต้องวางให้ถูกแนว ระดับ และความลาดเอียงตามแบบก่อสร้างก่อนเทคอนกรีต ฐานแผ่นเหล็ก (Base Plate) จะนำมาประกอบติดตั้งบนฐานคอนกรีตได้ภายหลังจากคอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน ระดับและความลาดเอียงของฐานแผ่นเหล็กจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างละเอียดก่อนทำการ Grout Mortar ใต้ฐานแผ่นเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบรายละเอียดแสดงที่ตั้ง ระดับความลาดเอียง วิธีการติดตั้ง Anchor Bolts ของฐานคอนกรีตรับท่อแต่ละอัน เสนอวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนทำการก่อสร้าง ก่อนวางท่อลงบน Concrete Piers จะต้องให้คอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 7 วัน และจะต้องทำการตรวจสอบระดับของ Base Plate อีกครั้งก่อนวางท่อมอร์ต้า (Mortar) ที่ใช้ในการยาหรืออุดระหว่างฐานแผ่นเหล็ก (Base Plate) กับฐานคอนกรีต (Concrete Pier) ให้ใช้อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ทราย = 1:3 โดยปริมาณและผสมด้วยสารเคมีกันหดตัว (Non Shrinkage Compound) ในอัตราส่วนที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้และได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง น้ำที่ใช้ผสมจะต้องไม่มากกว่า 0.5 ของซีเมนต์โดยน้ำหนัก ความชื้นเหลือของมอร์ต้าจะต้องพอเหมาะกับงานนี้ มาตรฐานวัสดุของปูนซีเมนต์-ทราย-น้ำ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ระบุไว้ในหมวดที่ 7

11.9.2 ฐานคอนกรีตรับท่อแรงดันต่ำ

ผู้รับจ้างอาจทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของฐานรากคอนกรีตรับท่อ จากที่ได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง (แบบ Plan และ Profile) ทั้งนี้เพื่อให้ตำแหน่งของฐานรากคอนกรีตรับท่อ มีความเหมาะสมกับภูมิประเทศ โดยระยะระหว่างศูนย์กลางของฐานคอนกรีต จะต้องไม่มากกว่าที่ได้ระบุไว้ในแบบมาตรฐาน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเขียนแบบแสดงที่ตั้งตำแหน่งใหม่ เสนอกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เพื่อขออนุมัติก่อนทำการก่อสร้าง

รายละเอียดอื่น ๆ ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ 11.9.1

หมายเหตุ การอุดมอร์ต้าใต้ฐานแผ่นเหล็ก อาจจัดทำภายหลังจากติดตั้งส่งน้ำแล้วแต่ต้องระมัดระวังไม่ให้ฐานแผ่นเหล็กเสียรูป และต้องอุดมอร์ต้าใต้ฐานก่อน 14 วัน ที่จะทำให้การทดสอบแรงดันน้ำของท่อเหล็ก

11.10 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (Concrete Anchor Block)

อาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก จะก่อสร้างบริเวณท่อกอ (Miter Bends) หรือตรงบริเวณที่ท่อเปลี่ยนแนวทาง งานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบจะต้องจัดทำตามที่กล่าวไว้ในหมวดที่ 7 ซึ่งผู้รับจ้างอาจเติมหินใหญ่ (Dump Rock) ขนาด 20-30 เซนติเมตร ลงไป แต่ไม่เกิน 40% โดยปริมาตร

คอนกรีต โดยให้เติมลงไปให้สม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีตและมีช่องว่างระหว่างรอบหินใหญ่ ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และต้องอยู่ห่างจากเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรด้วย ก่อนเทคอนกรีตฝั่งท้องอ จะต้องทำการจับยึด เหนี่ยวให้มั่นคงในแบบหล่อคอนกรีต และตรวจสอบระดับและแนวของปลายท่อทั้งสองข้างให้ถูกต้องตามที่ กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้างเสียก่อนเทคอนกรีตลงในแบบ และเมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้อง ตรวจสอบระดับและแนวท่อบ้างครั้งว่าไม่ทรุด บิด เอียง ออกจากแนวท่อที่ต้องการ

11.11 การขุดดินร่องแนวท่อ ร่องระบายน้ำ และการกลบฝังท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำวางแนวของท่อตามแบบก่อสร้าง และทำระดับของพื้นดินโดยละเอียด เพื่อทำการขุดร่องแนวท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง ตลอดจนแนวร่องระบายน้ำ

การขุดร่องแนวท่อและร่องระบายน้ำของ Penstock ให้ขุดร่องแนวท่อ (Trench) และระดับกันร่อง ตามแบบก่อสร้าง ความลาดเอียงของกันร่องจะต้องตกแต่งตัดให้มีความลาดเอียงตามแบบก่อสร้าง ที่กันร่อง ของแนวท่อให้ขุดทางระบายน้ำ (Drain Ditch) ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 30 เมตร จะต้องขุดร่องระบายน้ำออกไป จากร่องท่อ (Trench) ขนาด และแนวทางของร่องระบายน้ำที่จะขุดแยกออกไปจากร่องท่อให้อยู่ในดุลยพินิจ ของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง สำหรับดินที่เหลือจากการขุดแนวร่องท่อจะต้องนำออกไปทิ้งให้ห่างจากร่อง ท่อ โดยมีให้ดินถูกฝนและน้ำชะไหลกลับลงสู่ร่องท่อ (Trench) อีก

11.12 การติดตั้ง Air Vent Pipe

Air Vent Pipe ติดตั้งบน Penstock ตามที่ระบุไว้ในแบบ การเจาะรูบนท่อ Penstock หรือ Intake Pipe จะต้องใช้เครื่องมือกลเจาะเศษเหล็กที่ยื่นออกมาตามขอบรูที่เจาะจะต้องทำความสะอาดและขัดออกให้ เรียบร้อยด้วยหินขัด จึงจะเชื่อมต่อท่อ Air Vent Pipe เข้ากับ Penstock หรือ Intake Pipe ส่วนข้ออง 90 ึ่งจะใช้แบบเกลียวท่อหรือเชื่อมต่อกันก็ได้

11.13 งานติดตั้งท่อเหล็กและ Pipe Support

11.13.1 ทัวไป

งานวางท่อเหล็กที่ต่อออกมาจากอาคารคอนกรีตรับน้ำต่างๆ จะต้องระมัดระวังมิให้ความร้อนจาก การเชื่อมท่อทำอันตรายต่ออาคารคอนกรีต เนื่องจากการขยายตัวของท่อด้วยความร้อน หรือท่อที่รอการ กลบฝังดินที่ได้ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรจะป้องกันตัวท่อด้วยการคลุมท่อ (Insulation) จากอุณหภูมิของ บรรยากาศ การวางแนวท่อตามแบบก่อสร้างจะต้องให้รอยเชื่อมท่อตามความยาวท่อ (Longitudinal Welding) อยู่ส่วนบนของท่อโดยทำมุม 45 °+ 5 กับแนวดิ่ง ท่อแต่ละท่อนที่ต่อปลายเข้าหากันจะต้องไม่ให้รอยเชื่อม ตามแนวยาวต่อกัน ควรวางให้สลับกันไป โดยให้อยู่ด้านตรงข้าม หรือทำมุม 90 °+ 10 ซึ่งกันและกัน การ นำท่อมาเตรียมไว้ข้างบ่อก่อสร้าง ต้องหาไม้หมอนรองรับให้อยู่สูงกว่าพื้นดิน จะต้องระมัดระวังมิให้สีที่

เคลื่อนไว้ภายนอกเสียหาย และหาทางป้องกันมิให้สิ่งสกปรกเข้าไปภายในตัวท่อ นอกจากนี้ยังห้ามวางท่อซ้อนกัน

11.13.2 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูง (Penstock)

การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันสูงจะทำได้เมื่อได้ขุดร่องท่อ (Trench) ก่อสร้างอาคารยึดตรึงท่อและฐานคอนกรีตรับท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วการนำท่อเหล็กลงวางตามแนวแบบก่อสร้างจะต้องทำด้วยความระมัดระวังมิให้ท่อและสี่เหลี่ยมท่อเสียหายได้ นอกจากนี้จะต้องจัดทำโครงสร้างชั่วคราว สำหรับท่อตามแนวระดับ และสำหรับยึดตรึงตัวท่อขณะเชื่อมต่อปลายท่อเข้าด้วยกัน การติดตั้งฐานท่อ (Saddle) จะต้องให้ศูนย์กลางของฐานท่อ และศูนย์กลางของฐานแผ่นเหล็ก (Base Plate) บนฐานคอนกรีตรับท่อ (Concrete Pier) อยู่ในระยะกึ่งกลางพอดี นอกจากนี้ฐานท่อที่วางบนฐานแผ่นเหล็กจะต้องแนบสนิทกันตลอดผิวหน้างานติดตั้ง Support Frame (ถ้ามี) จะกระทำได้ภายหลังจากได้ทำการเคลื่อนและทาสีภายนอกท่อแล้วตามข้อ 11.6.4(3) อนึ่งการติดตั้ง Guide Bar และ Support Frame จะต้องระมัดระวังเพื่อเว้นช่องว่าง (Gap) ให้ได้ตามที่ไว้ในแบบก่อสร้าง

11.13.3 การติดตั้งท่อส่งน้ำรับแรงดันต่ำ (Low Pressure Steel Pipe)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจแนวท่อส่งน้ำ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขแนวท่อส่งน้ำใหม่ จากที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเดิม เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ และเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างของผู้รับจ้างโดยผู้รับจ้างจะต้องสำรวจคำนวณ และเขียนแบบ เสนอต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เพื่ออนุมัติก่อนทำการก่อสร้างแบบแปลนใหม่นี้ และจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการวางท่อที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ค่าระดับของท่อที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย จะต้องเท่ากับที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างเดิม

11.13.3.1 ท่อเหล็กหุ้มคอนกรีต

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

11.13.3.2 ท่อฝังใต้ดิน

ภายหลังจากทำการขุดดินร่องท่อแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำน้จรั้นชั่วคราว รองรับท่อให้ได้แนวระดับและความลาดเอียงตามแบบและใช้สำหรับยึดท่อ ขณะเชื่อมต่อปลายท่อต่อกัน น้จรั้นชั่วคราวนี้ จะถอนย้าย

ออกเมื่องานเชื่อมต่อ ถมทรายรองรับใต้ท่อ หรือให้ทำคอนกรีตหยาบรองพื้นท่อเสร็จแล้ว การนำอุปกรณ์ท่อเหล็กลงวางตามแนวแบบก่อสร้างจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมิให้ท่อและสี่เกลียวท่อเสียหายได้ภายในท่อจะต้องสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกอื่นใด

11.13.3.3 ท่อเหนือระดับดินมี Pipe Support รองรับ

การติดตั้งท่อจะกระทำได้ต่อเมื่อก่อสร้างฐานคอนกรีตรับท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว การนำท่อเหล็กลงวางตามแนวแบบก่อสร้าง จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง มิให้ท่อและสี่เกลียวท่อเสียหายได้นอกจากนี้ จะต้องจัดทำโครงสร้างชั่วคราว สำหรับรองรับท่อตามแนว ระดับและสำหรับยึดตรึงตัวท่อ ขณะต่อท่อเข้าด้วยกันฐานท่อที่วางบนฐานแผ่นเหล็ก จะต้องแนบสนิทตลอดผิวหน้า งานติดตั้ง Support Frame (ถ้ามี) จะกระทำได้ภายหลังจากได้ทำการเคลือบและทาสีภายนอกท่อตามข้อ 11.6.4 (3) แล้วเสร็จ อนึ่งการติดตั้ง Guide Bar และ Support Frame จะต้องระมัดระวังช่องว่าง (Gap) ให้ได้ตามแบบที่กำหนดไว้

11.14 การซ่อมแซม

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

ในกรณีที่มียอดตำหนิบนผิวของอุปกรณ์งานท่อเหล็ก อาทิเช่นรอยขรุขระ รอยร้าว รอยจากการบีบรัด หรือรอยเนื่องจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งมีความลึกจากผิวโลหะน้อยกว่า 2 มม. จะต้องทำการซ่อมแซมโดยการขัดรอยตำหนิออกเสียก่อนให้ดี แล้วจึงเชื่อมพอกทับรอยตำหนินั้นๆ แล้วจึงขัดด้วยเครื่องหินขัดให้มีผิวเสมอเรียบกับแผ่นผิวโลหะนั้นๆ

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มม. ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้าหรือออก การขัดควรพึงระมัดระวัง และป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนสูงเกินไป ไม่นิยมนำมาใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมงานเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

งานซ่อมแซมแก้ไขการเชื่อม แนวเชื่อมเดิมจะต้องถูกเขาสกัดออกจนถึงเนื้อวัสดุ (Base Metal) เสียก่อนจึงจะสามารถทำการเชื่อมแก้ไขใหม่ได้ เมื่อซ่อมแก้ไขแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธี Liquid Penetration Inspection

11.15 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก

11.15.1 ทัวไป

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก จะต้องจัดทำทั้งภายในโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก และที่บริเวณโครงการก่อสร้าง การตรวจสอบการผลิตอุปกรณ์ที่โรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือกับผู้ตรวจสอบงาน (Inspector) จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เข้าไป ตรวจสอบวัสดุ และการผลิตอุปกรณ์ในโรงงาน ตลอดจนจัดหาเอกสารหรือให้รายละเอียดต่างๆ ที่ผู้ตรวจสอบต้องการทราบเกี่ยวกับงานที่เข้าไปทำการตรวจสอบผู้ตรวจสอบงาน มีอำนาจเข้าไปทำการตรวจสอบได้ ตลอดเวลาที่โรงงานกำลังผลิตอุปกรณ์อยู่

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้น สามารถใช้งานใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้าง เป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก แสดงกำหนดการและระยะเวลาของการ ปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของการผลิต ภายในระยะเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างลงนามในสัญญาว่าจ้างงานนี้ แผนงานที่เสนอมาอย่างน้อยจะต้องประกอบด้วย แบบที่ใช้สำหรับผลิตอุปกรณ์ (Shop Drawings) และ รายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุ การผลิต การเคลือบและทาสี การตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ที่โรงงาน วิธีการ ขนส่งอุปกรณ์ถึงโครงการ เครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและขนส่งอุปกรณ์

แผนการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ที่โครงการแสดงหมายกำหนดการ และระยะเวลาของการ ปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานนี้ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการเริ่มงานติดตั้งที่โครงการ

แผนงานดังกล่าวข้างต้นนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะพิจารณาเห็นชอบ หรือไม่ ภายใน 14 วันหลังจากที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

ก่อนเริ่มการผลิตการเคลือบและทาสี การตรวจสอบ-ทดสอบ และการขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งหมายกำหนดการที่แน่นอนของงานชิ้นงานขั้นตอนนั้นๆ อีกครั้ง ให้วิศวกรควบคุม การก่อสร้างทราบเป็นการล่วงหน้า อย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพื่อที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะได้เตรียมการ เข้าร่วมการตรวจสอบ

แบบแปลน (Shop Drawings) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลน แผ่นคลี่ของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็กแบบแปลนการตัดต่อ ท่อเหล็ก แบบแปลนผลิต Expansion Joints, ท้องอ (Miter Bends) ฯลฯ แผนงานและวิธีการ พร้อมด้วย ชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการตรวจสอบและ

ทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงานก่อนการเชื่อมและ ทาสี ชนิดของลวดเชื่อมการเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการ ก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่ากรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะให้ ความเห็นชอบดังกล่าวแล้ว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการดำเนินงานให้ได้ตามกำหนดของเอกสารนี้

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมี ผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้างเอง ร่วมกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บ รายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจำนวน 2 ชุด ทุกๆ อาทิตย์หรือเร็วกว่านี้

11.15.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันต่ำและสูง ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบ อาจตรวจสอบสภาพด้วยสายตา หรือขอเอกสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาใช้งานหรือตรวจสอบชนิดของโลหะด้วยประกายไฟ (Spark Test) ด้วยการใช้ล้อหินขัด หมุนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอย่างน้อย 500 ฟุต/นาที ขัดผิวโลหะในที่ที่แสงสว่างไม่มากนัก ประกายไฟ ของเหล็กเหนียว (Mild Steel) จะเป็นเส้นประกายสีเหลืองยาว บางครั้งมีลักษณะเหมือนส้อม ปลายสุด คล้ายลูกศรนอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้า สงสัยคุณภาพของวัสดุ

(ข) การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และฝีมือช่างเชื่อม ชนิด และขนาดของลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงาน

(ค) การตรวจสอบวิธีการเตรียมแนวเชื่อมการทำความสะอาดแนวเชื่อม จะต้องปราศจาก สนิม สี จารบี น้ำมัน น้ำ และอื่นๆ การบากขอบปลายสำหรับแนวต่อชนกัน (Butt) แบบร่อง และการเว้น ระยะห่างของขอบแนวเชื่อม ส่วนล่าง (Root Opening) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน การใช้แผ่น โลหะนำมาปะกบด้านหลังของรอยต่อของงานเชื่อมต่อชนกันแบบร่อง

(ง) การตรวจสอบขนาดของการเชื่อมด้วยสายตา และสภาพของแนวเชื่อม อาทิเช่น รอยแตกร้าว การเชื่อมเว้าแหว่งหรือหลุม ความหนาของแนวเชื่อม แนวเชื่อมมี Slag ผังอยู่

(จ) การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (Liquid Penetration Inspection) ชนิด DYE PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้นจะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธี ทดสอบขั้นแรกให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาให้ทั่ว (Cleaner) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึง ใส่ น้ำยาแทรกซึมชนิด DYE PENERANT ลงไปบนผิวของงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยให้แห้ง ไขว่ ขณะหนึ่ง ให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าว แล้วจึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา Cleaner อีกครั้ง ทิ้งไว้จน ผิวหน้างานแห้งสนิทแล้ว ขั้นตอนต่อไปพ่นทับด้วยสาร Developer ก็จะพบจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

(ฉ) ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อ เหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นรอบวง ความยาวให้ได้ขนาด ตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิภัก

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 11.16 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

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

(ข) ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้เคลือบและทาสี

(ฅ) ตรวจสอบการเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี

(ญ) ตรวจสอบความหนาของสีที่ทาเมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี Pinhole Test ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดให้ไว้ในข้อ 11.6

(ฎ) ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข

(ฏ) ตรวจสอบวิธีการดำเนินงานการขนส่ง

(จ) ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (Miter Bends)

11.15.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ (Site)

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ (Site) ดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการเป็นการตรวจสอบขนาดของท่อและตรวจสอบสภาพผิวท่อที่เคลือบ และทาสีไว้ทั้งภายในและภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่องผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหา มาใหม่

(ข) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อ จากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณบ่อก่อสร้าง โดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย

(ค) ตรวจสอบระดับพื้นแนวร่องท่อ และขนาดของร่องท่อ ตลอดจนระดับของ Base Plate ให้ได้ขนาดและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(ง) ตรวจสอบการทำนักร้านชั่วคราวรองรับท่อให้มีเพียงพอ สำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของนักร้านชั่วคราวด้วย

(จ) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อลงในบ่อก่อสร้าง โดยมีให้ท่อเกิดความเสียหาย

(ฉ) ตรวจสอบการจับยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง

(ช) ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และให้แนวเชื่อมตามยาวท่อแต่ละท่อนสลับกันไม่ต่อเนื่องเป็นแนวเดียวกัน

(ช) ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม

(ฅ) ตรวจสอบช่องว่างรอยต่อท่อที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ให้มีความห่างเท่ากับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(ญ) ตรวจสอบโลหะปะกบด้านในของตัวท่อตรงรอยต่อท่อที่จะเชื่อมต่อกัน

(ฎ) ตรวจสอบ ขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม

(ฏ) ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน

- (จ) ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดแนวเชื่อม ตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที
- (ข) ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึมตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน
- (ค) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้น บริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน
- (ง) ตรวจสอบการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมในสนาม
- (ฉ) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อนอกท่อทั้งหมด ตลอดแนวท่อนก่อนทำการเคลือบ และทาสีภายนอกท่อในสนาม สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ
- (ช) ตรวจสอบการเคลือบและทาสีท่อเหล็ก ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.6 แต่ละชั้น และตรวจสอบความหนาของสีที่ทาด้วยวิธี Pinhole Test
- (ฅ) ตรวจสอบการรองทราย การบดอัดทรายใต้ท่อ และการถมบดอัดดินฝังท่อจนถึงระดับดินเดิม
- (ฉ) ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (Concrete Anchor Block) ตามท้องอ (Miter Bend) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนว และระดับของปลายท่อทั้งสองข้างของท้องอ ก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ

(2) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันสูง (Penstock) จะต้องทำการทดสอบแรงดันน้ำ (Hydrostatic Pressure) เพิ่มเติมจากที่กล่าวไว้แล้วในข้อ (1) การทดสอบแรงดันน้ำ ให้กระทำตลอดความยาวของท่อ Penstock จาก Surge Tank ถึง Powerhouse ก่อนทำการทดสอบแรงดันน้ำที่โครงการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธี และแบบการทดสอบให้วิศวกรควบคุม การก่อสร้างได้ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำออกแบบ และคำนวณหาขนาดของแผ่นเหล็ก หรือหัวครอบท่อเหล็ก (Bulkhead) สำหรับปิดปลายท่อเหล็ก ขณะทดสอบแรงดันน้ำ และจะต้องตัดออกภายหลังจากเสร็จการทดสอบแล้ว

การทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำได้ต่อเมื่อท่อเหล็ก (Penstock) ได้ติดตั้งและเชื่อมต่อกันเสร็จหมดแล้ว ตลอดความยาวทั้งระบบ ตลอดจน Concrete Anchor Blocks, Pipe Supports ได้ก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาคารคอนกรีตประกอบงานท่อ Penstock จะต้องมียุ่ไม่น้อยกว่า 28 วัน หนึ่งในการทดสอบแรงดันน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาและจัดทำการป้องกันความเสียหายจากการทดสอบน้ำ ซึ่งแรงดันทดสอบสูงกว่าแรงดันของน้ำในการคำนวณออกแบบ อาทิเช่น ทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อเหล็กตามจุดต่างๆ ที่เห็นสมควร หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างต้องการให้จัดทำขึ้น

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

เครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการทดสอบแรงดันน้ำในท่อเหล็ก อาทิเช่น เครื่องสูบน้ำ เต็ม และระบายน้ำออกจากท่อ เครื่องอัดแรงดันน้ำ เครื่องมือวัดแรงดัน การเสริมป้องกันท่อ โครงสร้างชั่วคราว รับท่อเหล็กขณะทดสอบแรงดันน้ำ การติดตั้ง การทดสอบแรงดันน้ำ การขนย้าย ตลอดจนการรื้อ

ก่อนโครงสร้างชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแรงดันน้ำนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

อนึ่ง ความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบแรงดันน้ำ กับอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

11.15.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ (Site)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ (Site) งานทดสอบงานเชื่อม รวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และการซ่อมแซมงานเชื่อม การเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อม ขนาดและชนิดของลวดเชื่อม สภาพอากาศขณะทำการเชื่อมขนาดของร่องเปิด (Root Opening) ของการเชื่อมต่อนั้นกัน ผลการทดสอบด้านน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อม ตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่างๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ทุกๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมงานอีกครั้ง

11.15.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิสัยของความผิดพลาดในการผลิตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขและผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดทำใหม่

11.16 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้

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

(2) ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (Circumferential) ของท่อ 2 ท่อนที่จะมาเชื่อมต่อกัน วัดที่ปลายท่อจะต้องผิดไม่มากกว่า 0.10% ของความยาวเส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละท่อน จะต้องไม่มากกว่า 0.05% ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่กำหนดให้ตามแบบ

- (4) ความคลาดเคลื่อนของการเตรียมแนวเชื่อม จะต้องไม่มากกว่าที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้
 - (ก) ระยะห่างของการชนต่อแผ่นเหล็ก (Root Opening of Butt joint) + 1.0 มม.
 - (ข) ร่องมุมของการชนต่อแผ่นเหล็ก (Groove Angle of Butt Joint) +5 Degrees
 - (ค) ความเหลื่อมของแผ่นเหล็กที่นำมาชนกันในแนวราบ (Offset of Butt Joint) จะต้องไม่มากกว่า 2 มม.
 - (ง) ช่องว่างระหว่างแผ่นเหล็กสองชิ้นนำมาซ้อนทับกัน (Lap Joint) จะต้องไม่มากกว่า 1 มม. สำหรับการเชื่อมแบบ Fillet Weld
 - (จ) ช่องว่างระหว่างชิ้นงานที่นำมาต่อกันทำเป็นมุมฉากหรือเฉียง (T-JOINT OR SHEWED T-JOINTS) ต้องไม่มากกว่า 2 มม. สำหรับการเชื่อมแบบ Fillet Weld และขนาดของเหล็กเชื่อมจะต้องเพิ่มตามขนาดของช่องว่างด้วย
 - (ฉ) การเชื่อมของแบบ Fillet มุมของชิ้นงาน ซึ่งนำมาต่อกัน (SHEWED J-JOINT) ด้านมุมบ้าน จะต้องไม่เกิน 135 องศา และมุมแหลมจะต้องไม่น้อยกว่า 60 องศา
 - (ช) ความยาวของแนวเชื่อมแบบ Fillet Weld จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้
 - (ซ) การเชื่อม Fillet Weld แบบเว้นระยะห่างกัน (Intermittent Fillet Weld) ความยาวของแนวเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อม หรือน้อยกว่า 38 มม.
- (5) ความคลาดเคลื่อนของการติดตั้ง Pipe Support จุดศูนย์กลางของ Saddle เบี่ยงเบนออกจากศูนย์กลางของ Base Plate ได้ไม่เกิน 10 มม. ช่องว่าง Alignment Guide ไม่เกิน + 0.50 ม.
- (6) ความคลาดเคลื่อนของการผลิตมุมท่งอ (Miter Bend) ได้ไม่เกิน + 0.50 องศา
- (7) ความยาว Expansion JOINT + 5 มม.
- (8) ระยะความยาวระหว่างศูนย์กลาง Concrete Pier ผิดได้ไม่เกิน + 10 ซม.
- (9) ความหนาของการเคลือบและทาสีผิดได้ไม่เกิน 5%

11.17 การวัดงานและการจ่ายเงิน

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

การวัดงานท่อเหล็ก จะวัดหรือคำนวณเป็นความยาวจริงตามแนวศูนย์กลางท่อเหล็ก

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

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

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

(5) งาน Mechanical Coupling ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุด ประกอบด้วย งานตัด เชื่อม กลึง ประกอบเหล็ก งานเคลือบสีเหล็กและอุปกรณ์ยึด ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องาน Mechanical Coupling แต่ละชุดได้ติดตั้งแล้วเสร็จถูกต้องตามแบบ

หมวดที่ 12

งานก่อสร้างอาคารคอนกรีต

หมวดที่ 12

งานก่อสร้างอาคารคอนกรีต

(BUILDING CONSTRUCTION)

12.1 การเตรียมสถานที่

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเตรียมสถานที่โดยปรับพื้นที่ เช่น การถางป่า ขุดต่อ กำจัดรากไม้ วัชพืช ตลอดจนสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้เรียบร้อย บรรดาสิ่งที่ไม่ต้องการให้ขนย้ายไปทิ้ง ณ บริเวณที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้

12.2 การขุดหลุมฐานราก

การขุดดินหลุมฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดกันหลุมให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของหลุมฐานรากที่กำหนดในแบบประมาณ 0.30 ม. โดยรอบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมก่อสร้างเห็นสมควรทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การตั้งไม้แบบเทคอนกรีตฐานราก ปากหลุมต้องขุดให้ผายออกเพื่อป้องกันดินพังดินที่ขุดขึ้นจากกันหลุมต้องขนย้ายไปกองไว้ให้ห่างจากขอบหลุมจนเกินระยะแนวทรงตัวของดิน

12.3 งานโครงสร้าง

12.3.1 งานคอนกรีตเสริมเหล็ก

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

กำลังของคอนกรีตเสริมเหล็กหลังจากหล่อแล้ว 28 วัน ต้องรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง โดยการกดแท่งทดลองรูปทรงกระบอกขนาด $\varnothing$ 6 นิ้ว สูง 12 นิ้ว

การถอดแบบหล่อคอนกรีต จะถอดไม้แบบหล่อคอนกรีตและไม้ ค้ำยันได้ต่อเมื่อได้ทั้งระยะเวลาหลังจากการหล่อคอนกรีตลงแบบเรียบร้อยแล้ว ไม่น้อยกว่าเวลาที่กำหนดไว้ดังนี้

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

การบ่มคอนกรีต เมื่อคอนกรีตมีผิวหน้าแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีให้น้ำรดให้เปียกชุ่มโดยตลอด และเมื่อถอดแบบหล่อด้านข้างออกแล้ว ให้ใช้กระสอบป่านชุบน้ำปกคลุมไว้ พร้อมทั้งต้องรดน้ำให้กระสอบเปียกชุ่มอยู่เสมอเป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน ส่วนพื้นที่ให้ทำคันดินแบ่งออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ ทั่วโดยรอบและให้หล่อน้ำขังไว้พื้นสูงไม่น้อยกว่า 5 ซม. เป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน การบ่มนี้อาจใช้น้ำยาบ่มคอนกรีต (Curing Compound) ก็ได้แต่ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

12.3.2 งานไม้

ไม้ทุกชนิดที่ผู้รับจ้างนำเข้ามาใช้งาน จะต้องเป็นไม้ที่ถูกต้องตามกฎหมายทุกประการแล้วห้ามนำไม้ผิดกฎหมายเข้ามาในบริเวณก่อสร้างเด็ดขาด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาไม้ตามชนิด ขนาด ตามที่กำหนดในแบบโครงสร้างของอาคารตามที่กำหนด มาติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบ และถ้าในแบบมิได้กำหนดชื่อไม้ไว้ให้แยกชนิดของไม้ดังนี้

(1) ไม้เนื้ออ่อน (Soft Wood) ได้แก่ ไม้ยาง ไม้เหียง ไม้พลวง และไม้กะบาก และอื่นๆ ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

(2) ไม้เนื้อแข็ง (Hard Wood) ได้แก่ ไม้ตะเคียนทอง ไม้มะค่าโมง ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้มะค่าแต้ ไม้หลุมพอง ไม้ยมหิน ไม้เคี่ยม ไม้ตะแบก ไม้ก้านเกรา และไม้อื่นๆ ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

คุณสมบัติของไม้

- (ก) ต้องเป็นไม้ที่แห้ง หรือผึ่งมาแล้ว
- (ข) ไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาผิดปกติให้คัดออก
- (ค) ต้องไม่มีตา ไม้มีรอยแตกร้าว ไม้มีรู ไม้คด

ขนาดไม้ใส่ปรุแต่ง

(ก) ไม้ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบเป็นอาคาร ส่วนที่เห็นได้ด้วยตา ต้องใส่ปรุแต่งให้เรียบร้อย

(ข) ไม้แปรรูปที่ได้เลื่อยเป็นขนาดมาใช้ปลูกสร้าง ยอมให้เสียเนื้อไม้เป็นคล่องเลื่อยเล็กกว่าขนาดที่เรียกกันในท้องตลาดได้ (ยกเว้นวงกบ และกรอบของประตู หน้าต่าง) แต่เมื่อปรุแต่งพร้อมที่จะประกอบด้วยกัน จะต้องมีความเหลือไม่น้อยกว่าเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ขนาดหนา	$\frac{1}{2}$	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$\frac{3}{8}$	นิ้ว
ขนาดหนา	1	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1\frac{3}{16}$	นิ้ว
ขนาดหนา	$1\frac{1}{2}$	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1\frac{3}{4}$	นิ้ว
ขนาดหนา	2	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1\frac{3}{4}$	นิ้ว

ขนาดหนา	2 ^{1/2}	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	2 ^{1/4}	นิ้ว
ขนาดหนา	3	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	2 ^{11/16}	นิ้ว
ขนาดหนา	4	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	3 ^{5/6}	นิ้ว

12.3.3 งานมุงหลังคา

(1) ทั่วไป

โครงหลังคาของอาคารโรงไฟฟ้า และอาคารต่างๆ ที่แบบเป็นโครงหลังคาเหล็ก ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

รายการ	มาตรฐาน
(ก) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ	มอก.116, หรือASTM A 36
(ข) เหล็กกล้าอะมุนีตร้อน	
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) วัสดุผนังหลังคา

(ก) ให้ใช้แผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา (Metal Sheet) ตามมาตรฐาน มอก.1128 ความหนาของเหล็กแผ่นไม่รวมผิวเคลือบต้องไม่น้อยกว่า 0.40 มม. และมีความต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 270 เมกะพาสคัล

(ข) แผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา (Metal Sheet) จะต้องบุด้วยฉนวนป้องกันความร้อนฟิอ (Polyethylene) ชนิดรีดติดตามลอนแผ่นเหล็กมุงหลังคา ความหนาของแผ่นฉนวนกันความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5 มม. การบุเคลือบฉนวนกันความร้อนให้ดำเนินการในกระบวนการผลิตเดียวกับการรีดลอนหลังคา

(ค) ผู้รับจ้างจะจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับงานมุงหลังคา เช่น ครอบสัน ครอบข้าง ครอบชนผนัง แผ่นกันนก รวมทั้งอุปกรณ์ยึดเกี่ยวกระเบื้องกับโครงหลังคา และวัสดุอื่นที่จำเป็นเพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามแบบ

(4) การมุงหลังคา

(ก) ก่อนมุงหลังคา ควรตรวจดูโครงเหล็ก เช่น จันทัน ช่อ แป ทุกอัน ตลอดจน Sag Rod ว่าได้ยึดอย่างดีตามแบบ และอยู่ในลาดและระนาบเดียวกันแล้ว

(ข) ตรวจทิศทางทางลม ฝน ว่ามีมากทางใด เมื่อประเมินผลได้แล้วก็ตั้งต้นมุงสวนกับทิศทางลม เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้าทางลอนหงายได้อย่างดี

(ค) กระเบื้องที่ใช้มุงหลังคา ให้มุงทับกันไม่ต่ำกว่า 20 ซม. ยึดด้วยสกรูออบสังกะสีสำหรับแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา (Metal Sheet) โดยเฉพาะ

(ง) การติดตั้งแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา จะต้องตัดด้วยกรรไกรสำหรับแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคาโดยเฉพาะ

12.3.4 งานฝ้าเพดาน

(1) ฝ้าเพดานภายในอาคาร

หากในแบบไม่ระบุเป็นอย่างอื่น ฝ้าเพดานภายในอาคารให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ดชนิดมีฉนวนกันความร้อน หนา 9 มม. ติดตั้งบนโครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ชนิดแขวนด้วยลวดออบสังกะสี ชนิดปรับระยะได้ขนาดระยะของโครงเคร่า 0.60x0.60 ม. T-BAR ขนาด 1"x1 1/2" หนา 0.9 มม.

การติดตั้งโครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ต้องเป็นไปตามระบุในแบบ ฝ้าเพดานที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องแข็งแรง เรียบร้อยได้แนว ได้ฉาก และได้ระดับ ความสูงของฝ้าเพดานจะต้องเป็นไปตามระบุในแบบ การติดตั้งฝ้าเพดานจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยช่างที่ชำนาญโดยเฉพาะ ก่อนติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องส่ง Shop Drawings แสดงแนวฝ้าและระดับที่จะติดตั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจเพื่อปรับระยะต่างๆ ได้ตามความเหมาะสมและได้รับอนุมัติก่อนจึงทำการติดตั้งได้

บนหลังแผ่นผ้าจะปูปิดด้วยฉนวนกันความร้อนประเภท Micro Fiber บรรจุอยู่ในถุง Aluminum Foil หนา 3" ผู้รับจ้างต้องเสนอประเภทของฉนวนกันความร้อนให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนนำมาใช้งานและราคาค่าก่อสร้างของฉนวนกันความร้อนนี้ให้คิดราคารวมอยู่ในงานทำผ้าเพดานยิบซัมบอร์ด

(2) ผ้าเพดานภายนอกอาคาร

หากในแบบไม่ระบุเป็นอย่างอื่น ผ้าเพดานภายนอกอาคาร ใช้ใช้กระเบื้องแผ่นเรียบ (AC Flat Sheet) ความหนา 6 มม. ติดตั้งบนโครงเคร่าไม้หรือเหล็กตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด

12.3.5 งานก่ออิฐ

(1) ให้ใช้อิฐก่อสร้างสามัญขนาดประมาณ 3.50x7.50x15 ซม. เผาด้วยความร้อนสูงแข็งแกร่ง ไม่บิตเปี้ยว หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

(2) ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ตามมาตรฐาน มอก. 80

(3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมีขนาดดังนี้

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

(4) น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากน้ำมัน ทราย ต่าง เกล็ด และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อนจึงนำมาใช้ได้

(5) ส่วนผสมของปูนก่อ ปูนก่อผนังโดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

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

(6) การผสม ต้องผสมในกะบะซึ่งน้ำรั่วไม่ได้ นำทรายและปูนขาวซึ่งผ่านการร่อนแล้วมาผสมคลุกเคล้ากันตามส่วนที่กำหนด จนกลมกลืนเป็นสีเดียวกัน แล้วใช้น้ำหมักไว้ เมื่อนำไปใช้จึงนำปูนซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนด แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด

(7) วิธีการก่ออิฐ

(ก) จะต้องเตรียมสถานที่การก่ออิฐให้เรียบร้อย เช่น แนว ระดับ รอยต่อ จะต้องสะอาดและทำให้ขรุขระ

- (ข) อิฐที่ใช้ก่อทุกก้อนจะต้องแช่น้ำให้อ่อน
- (ค) การก่ออิฐจะต้องมีระยะห่างรอยต่อระหว่างแผ่นอิฐ โดยรอบแผ่นประมาณ 1 ซม. ถ้าก่ออิฐผนังสูงและกว้างเกินกว่า 3.0 ม. จะต้องเสริมความมั่นคงของผนังด้วยคานทับหลัง ค.ส.ล. ในระดับความสูงและความกว้างที่เหมาะสม
- (ง) การก่ออิฐในผนังเดียวกัน จะต้องก่ออิฐให้เต็มความกว้างของผนัง โดยมีความสูงในการก่อใกล้เคียงกัน ห้ามก่อผนังอิฐส่วนหนึ่งส่วนใดสูงกว่าส่วนที่เหลือเกิน 1 เมตร
- (จ) เมื่อก่ออิฐเสร็จแล้ว จะต้องไม่ถูกกระทบกระเทือนด้วยแรงใดๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- (ฉ) ในกรณีที่ต้องติดวงกบประตู หน้าต่าง ต้องจัดทำให้เรียบร้อยก่อนฉาบปูนและวงกบควรยึดติดอยู่กับเอ็น ค.ส.ล. ขนาด 0.07x0.10 ม. โดยรอบ
- (ช) คานและเสาเอ็น ค.ส.ล. ต้องมีเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 2 - Ø9 มม. และเหล็กปลอกขนาดไม่น้อยกว่า Ø6 มม. ระยะห่างไม่เกิน 0.25 ม.

12.3.6 งานปูนฉาบ

- (1) งานปูนฉาบจะทำได้ต่อเมื่อทำการก่ออิฐเรียบร้อยแล้วไม่น้อยกว่า 3 วัน หรือยิ่งนานยิ่งดี
- (2) ปูนซีเมนต์ให้ใช้ปูนซีเมนต์ผสม ตามมาตรฐาน มอก. 80
- (3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมีขนาดดังนี้
- | | | | |
|---|--------------------------|-------|-------------|
| - | ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 8 | 100 | เปอร์เซ็นต์ |
| - | ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 16 | 60-90 | เปอร์เซ็นต์ |
| - | ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 50 | 10-30 | เปอร์เซ็นต์ |
| - | ผ่านตะแกรงร่อน เบอร์ 100 | 0-10 | เปอร์เซ็นต์ |
- (4) ปูนขาวจะต้องอยู่ในถุงพลาสติก ยังไม่ได้เปิดและจะต้องไม่แข็ง หรือใช้น้ำยาผสมปูนฉาบ (Lime Mortar Plasticisers) โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- (5) น้ำที่ใช้จะต้องสะอาดปราศจากน้ำมัน กรด ด่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้
- (6) ส่วนผสมของปูนฉาบ โดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้
- | | | | | |
|---|----------------|---|------|--------------|
| - | ปูนซีเมนต์ | 1 | ส่วน | (โดยปริมาตร) |
| - | ทรายร่อนแล้ว | 4 | ส่วน | (โดยปริมาตร) |
| - | ปูนขาวร่อนแล้ว | 1 | ส่วน | (โดยปริมาตร) |

(7) การผสมในงานปูนฉาบทั่วไป ที่ต้องการความรวดเร็วและคุณภาพดี ให้นำทรายปูนขาวตามส่วนที่กำหนดคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วร่อนแยกไว้ ในกรณีที่มีเวลาพอให้หมักทรายปูนขาวไว้ก่อน 4 - 5 ชั่วโมง เพื่อให้งานฉาบง่ายขึ้น และทรายอิมน้ำไม่ก่อให้เกิดการแตกร้าวในภายหลัง เมื่อนำไปใช้จึงนำซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนดแล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด การฉาบกระทำภายใน 45 นาที หลังการผสม และไม่ควรรนำปูนที่ผสมนานเกินกว่า 2 ชั่วโมง มาใช้งาน

(8) วิธีการฉาบปูน ผืนที่ทำด้วยอิฐต่าง ๆ กัน จะฉาบยากง่ายไม่เหมือนกัน การยัดปูนฉาบกับผืนก็ต่างกัน

งานฉาบเสาหรือคานคอนกรีตการจับเหล็มเสาหรือคาน จำเป็นต้องใช้ปูนเค็มหรือปูนรองพื้นไว้ชั้นหนึ่งก่อน เพื่อให้เป็นตัวยึดเกาะเมื่อลงปูนรองพื้นไว้ และแข็งตัวเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 48 ชั่วโมง จึงฉาบด้วยปูนฉาบที่ได้เตรียมไว้ การฉาบให้ปาดเกรียงไปมาให้ผิวเรียบ และอาจจะต้องพรมน้ำหลายครั้ง ในการแต่งผิวปูน แล้วท้ายที่สุด ควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำ กวาดผิวฉาบที่หมาดสนิทแล้ว เพื่อให้ผิวฉาบนั้นดูเรียบเรียบร้อยสวยงาม

(9) น้ำยาผสมปูนฉาบ

ในการผสมปูนฉาบ ผู้รับจ้างสามารถใช้น้ำยาผสมปูนฉาบแทนปูนขาว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอการใช้ยาพร้อมทำข้อกำหนดต่าง ๆ ของน้ำยาผสมต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หรือวิศวกรควบคุมงานเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

12.3.7 งานก่อคอนกรีตบล็อก

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

12.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์

12.4.1 ประตูเหล็กม้วน

หมายถึง การจัดหา ติดตั้งประตูม้วนเหล็ก อาคารโรงไฟฟ้าพลังน้ำให้ใช้งานได้ตามจุดประสงค์ตามรายละเอียดดังนี้

- (1) ให้ใช้ประตูเหล็กม้วนแบบทึบ เหล็กหนาเบอร์ 18 (1.2 มม.) น้ำหนัก 20 กก./ม. ชุบ Galvanize
- (2) ระบบเปิด-ปิด ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า และสามารถเปิด-ปิดด้วยมือได้กรณีไฟฟ้าดับ

- (3) ความกว้าง ความสูงของช่องประตู ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- (4) กรณีที่บานประตูกว้างกว่า 3.50 ม.ประตูเหล็กม้วนจะต้องเสริมเสากลางแบบเลื่อนเก็บ
- (5) การเจาะช่องระบายอากาศ เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมงานเห็นชอบ
- (6) สีประตู กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดให้ภายหลัง
- (7) การติดตั้งประตูเหล็กม้วนพร้อมอุปกรณ์เปิด-ปิด จะต้องทำโดยช่างที่มีความชำนาญ และเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

12.4.2 ประตูและหน้าต่างไม้

- (1) วงกบประตู-หน้าต่าง ให้ใช้ไม้เนื้อแข็ง ขนาดตามแบบ การเข้าไม้จะต้องเป็นไปตามหลักการช่างที่ดี ผิวไม้ไสเรียบ วงกบได้ฉากไม้ ไม่บิดงอเสียรูปทรง การติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่างจะต้องได้ดิ่งและฉาก
- (2) บานประตูไม้อัดสัก (Teak Plywood) จะต้องมีความหนาและขนาดตามแบบ และจะต้องเป็นบานประตูที่ผลิตจากโรงงาน ห้ามประกอบขึ้นเอง
- (3) บานประตูไม้จริงจะต้องประกอบขึ้นจากไม้สักทอง มีขนาดตามระบุในแบบ และประกอบมาจากโรงงานให้เรียบร้อย การบากและเข้าไม้จะต้องแน่นและสนิทแข็งแรงตามมาตรฐาน มอก.504
- (4) กรอบบานหน้าต่างให้ใช้ไม้เนื้อแข็งมีขนาดตามแบบ การเข้าไม้จะต้องแน่นสนิท ทั้งนี้กรอบบานหน้าต่างจะต้องผลิตจากโรงงานเท่านั้น
- (5) อุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง ได้แก่ บานพับ กุญแจลูกบิด กลอน มือจับ กันชนประตู เป็นต้น ให้มีขนาด จำนวน และชนิดของวัสดุตามที่แสดงไว้ในแบบ และต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

12.4.3 ประตูพีวีซี

- (1) ประตูพีวีซีเป็นแบบบานเปิดพร้อมวงกบพีวีซี และได้รับมาตรฐาน มอก.1013 การติดตั้งให้ดำเนินการโดยช่างผู้ชำนาญ ให้ได้ตำแหน่ง ดิ่ง และฉาก ตามหลักวิชาการที่ดี
- (2) อุปกรณ์ล็อกใช้ลูกบิดผิวสแตนเลสชนิดไม่มีกุญแจแต่ล็อกจากด้านในได้ มีคุณภาพตาม มอก.756
- (3) บานพับประตูให้ใช้บานพับสแตนเลส ขนาด 4"x3"x2.5 มม. ทั้งนี้นอกจากในแบบระบุไว้เป็นอย่างอื่น

12.4.4 ประตุและหน้าต่างกรอบอลูมิเนียม

วงกบ ราง และกรอบประตุอลูมิเนียม จะต้องเป็นอลูมิเนียมรูปพรรณ ที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM B-209 หรือมาตรฐานอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่า ผิวด้านนอกของอลูมิเนียมต้องผ่านการเคลือบผิวด้วยกรรมวิธี Anodize ความหนาของโครงกรอบวงกบต้องไม่น้อยกว่า 2 มม. และกรอบบานต้องไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

งานอลูมิเนียมสำหรับประตุ-หน้าต่างทั้งหมด จะต้องประกอบติดตั้งโดยช่างผู้ชำนาญ ให้เป็นไปตามแบบขยายและรายละเอียดต่างๆ ในแบบก่อสร้าง การติดตั้งวงกบและกรอบบานประตุ-หน้าต่าง จะต้องได้ตั้งและฉากถูกต้องตามหลักวิชาการช่างที่ดี

12.4.5 กระจก

(1) กระจกสำหรับประตุ-หน้าต่างและช่องแสงภายใน ให้ใช้กระจกใสความหนา 5 มม.หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก.1344

(2) กระจกสำหรับประตุ-หน้าต่างและช่องภายนอก ให้ใช้กระเบื้องตัดแสงความหนา 5 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก.1344

(3) กระจกสำหรับหน้าต่างและช่องแสงห้องน้ำ ให้ใช้กระจกฝ้าหนา 5 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

12.5 งานพื้นกระเบื้องยาง (Vinyl Tiles)

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

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

(3) จมูกยางกันลื่น จะต้องเป็นชนิดกันลื่น มีรูปร่างเป็นมุมฉาก ขอบมนสนิทกับพื้น

(4) กาวสำหรับปูพื้น จะต้องเป็นชนิดกันน้ำ มีคุณภาพตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(5) การปูกระเบื้องยาง พื้นคอนกรีตที่จะปูกระเบื้องยางทับ จะต้องเรียบแห้งสนิทสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน ผิวคอนกรีตที่ขรุขระต้องแต่งให้เรียบร้อย การทากาวให้ใช้เกรียงชนิดเป็นร่องและจะต้องให้มีกาวเสมอกันทั่วทั้งห้อง การปูกระเบื้องจะต้องปูให้เรียบ รอบต่อของกระเบื้องยางจะต้องสนิทมุมชนกันให้เรียบร้อย

(6) ภายหลังปูกระเบื้องยาง และเชิ้งผนังเรียบร้อยแล้ว จะต้องเปิดประตูหน้าต่างให้มีอากาศพอเพียงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

(7) ห้ามปูกระเบื้องยางจนกว่างานส่วนอื่นๆ รวมทั้งงานทาสีได้ดำเนินไปแล้ว ไม่น้อยกว่า 90% การปูกระเบื้องยางจะต้องใช้ช่างชำนาญทางด้านนี้โดยเฉพาะและจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

(8) ภายหลังจากปูกระเบื้องยางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาด และลงน้ำมันชนิดแว้น้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง และขัดด้วยเครื่องให้ขึ้นเงา ห้ามเทน้ำธรรมดาหรือน้ำสบู่เพื่อล้างโดยเด็ดขาด

12.6 งานปูกระเบื้องเซรามิค

- (1) กระเบื้องเซรามิคที่ใช้ปู ต้องได้รับมาตรฐาน มอก.2508
- (2) ให้ใช้กระเบื้องเซรามิคขนาด 12"x12" หรือขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบปูพื้น
- (3) ให้ใช้กระเบื้องเซรามิคขนาด 8"x8" บุนนึ่งห้องน้ำหรือบริเวณตามที่ระบุไว้ในแบบ
- (4) ก่อนการปูหรือบุกระเบื้องเซรามิค ให้ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าได้มีการวางท่อประปาและท่อน้ำทิ้งไว้เรียบร้อยแล้ว
- (5) ก่อนการปูพื้น ให้ปรับระดับพื้นด้วยปูนทราย ให้ได้ระดับและความลาดเอียงตามที่กำหนดไว้ในแบบ กรณีพื้นห้องน้ำให้ผสมผสมน้ำยากันซึมในปูนทรายระดับด้วย แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง และก่อนปูกระเบื้องให้ราดน้ำให้เปียกแล้วจึงทำการปูกระเบื้อง การปูอาจจะให้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยัดตัวแล้วให้ใช้ปูนขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว
- (6) ก่อนการบุผนังด้วยกระเบื้องเซรามิค ให้ทำการฉาบปูนผนังให้เรียบร้อย ให้ได้ตั้งและเรียบเป็นระนาบเดียวกัน แล้วทำผิวผนังให้ขรุขระเพื่อช่วยในการยึดเกาะ พร้อมทั้งจะบุกระเบื้องได้ จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมงให้ปูนแห้งพร้อมที่จะบุ กระเบื้องที่จะนำมาบุผนังให้แช่ด้วยน้ำสะอาดให้อิ่มตัวก่อนเสมอ การบุกระเบื้องให้ใช้กาวซีเมนต์เป็นตัวยึด และจะต้องบุให้ได้แนวตั้งและแนวระดับ เมื่อกระเบื้องยัดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนซีเมนต์ขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนปูนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว
- (7) การตัดกระเบื้องเซรามิค ต้องตัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ขอบที่ขรุขระจะต้องขัดให้เรียบร้อยสวยงาม

12.7 งานพื้นเคลือบ Epoxy Resin

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องทำการเคลือบผิวพื้นโรงไฟฟ้าด้วย Epoxy Resin ในบริเวณที่ระบุไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอผลิตภัณฑ์และวิธีการดำเนินการตามกรรมวิธีของผู้ผลิต รวมทั้งการรับประกันผลงานให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการ
- (2) ก่อนทำการเคลือบผิวพื้น จะต้องทำความสะอาดพื้นผิวคอนกรีตตามข้อแนะนำของผู้ผลิต
- (3) วัสดุเคลือบ Epoxy Resin จะต้องมีความแข็งแรง คงทน สามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำ และน้ำมันต่างๆ ได้ สามารถทนสารเคมีและรองรับน้ำหนักใช้งานต่างๆ ได้ อย่างคงทน
- (4) การเคลือบ Epoxy Resin จะต้องทพการเคลือบทั้งสิ้นจำนวน 3 ชั้น ชั้นแรกให้เคลือบด้วย Epoxy Primer หนาประมาณ 100 ไมครอน ชั้นที่ 2 เคลือบด้วย Epoxy Mortar Floor หนา 2.5 มม. และชั้นสุดท้ายให้เคลือบด้วย Epoxy Coating หนา 500 ไมครอน
- (5) สีของผิวเคลือบ Epoxy Resin จะกำหนดให้ในภายหลังโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

12.8 งานเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์

เครื่องสุขภัณฑ์ ให้ใช้ชนิดเคลือบขาวยี่ห้อ COTTO หรือ AMERICAN STANDARD หรือที่มีคุณภาพเทียบเท่า เครื่องสุขภัณฑ์ ทั้งหมดให้ติดตั้งตามรายการดังต่อไปนี้

- ล้วมน้ำราบ 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 ปรบความเอียงได้รอบหมุดยึดสองข้าง

การติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์ตามรายการข้างบนนี้ให้ครบตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนด

12.9 งานทาสี

(1) การทาสี ให้ทาสีผนัง เพดาน โครงสร้าง โครงเหล็กอื่นๆ ที่เห็นกับตา ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมผิวที่จะทาสี ผิวที่จะทาสีทั้งหมดจะต้องเรียบ สะอาด ปราศจากฝุ่น และขี้ปูน จะต้องแห้งสนิทจึงจะทำการทาสีได้ ไม่ที่จะทาสีจะต้องอุดรูและขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย

(3) กรรมวิธีการในการทาสี

กรรมวิธีการทาสีให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเลือกสี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดให้ในภายหลัง

(4) ชนิดของสี

(ก) สีทาภายนอกสำหรับงานเคลือบผิวคอนกรีต หินก่อ ซีเมนต์ใยหิน ปูนฉาบให้ทาสีด้วยสี Vinyl-acrylic Emulsion จำนวน 3 ชั้น

(ข) สีทาภายในสำหรับงานเคลือบผิวคอนกรีต หินก่อ ซีเมนต์ใยหิน ปูนฉาบ ยิมซัมบอร์ดให้ทาด้วยสี Plastic Emulsion 3 ชั้น

(ค) งานเคลือบเงาไม้ ให้ทาด้วยสี Urethane Vanish 3 ชั้น

(ง) งานเคลือบสีไม้ ให้ทาสีรองพื้นด้วย Alkyd Wood Primer 1 ชั้น แล้วทาทับด้วยสี Alkyd Base Enamel อีก 2 ชั้น

(จ) งานเคลือบผิวเหล็ก ก่อนทาสีต้องกำจัดสิ่งสกปรก คราบน้ำมันออก และขัดสนิมให้ได้ตามมาตรฐาน ST 3 การทาสีให้ทาสีรองพื้น 2 ชั้น จากโรงงาน คือ ชั้นแรกทาด้วย Red Lead Primer หนาอย่างน้อย 0.05 มม. ก่อนนำไปประกอบติดตั้งให้ทาสีทับด้วยสี Alkyd Based Enamel 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.03 มม.

(5) งานฝีมือ

- งานทาสีทั้งหมดจะต้องกระทำโดยช่างทาสีที่มีฝีมือดี
- สีที่ทาเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องเรียบ ไม่เห็นรอยแปรงและจะต้องมีสีสม่ำเสมอทั้งหมด
- ผิวหน้าของไม้ที่ทาด้วยสีน้ำมันวานิช จะต้องเรียบเป็นเงาโดยสม่ำเสมอ
- สีที่ทาไว้ไม่เรียบร้อยแล้วจะต้องทาทับหน้าใหม่ โดยการทาทับหน้าทั้งแผ่น

(6) ภายหลังจากการทาสีเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องมีหนังสือรับรองและประกันผลงานของการทาสีจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 2 ปี มอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

12.10 งานระบบท่อสุขาภิบาล

(1) ขอบเขตของงาน

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

(ข) ระบบท่อน้ำใช้ซึ่งต่อจากถังเก็บน้ำเชื่อมต่อกับระบบท่อในอาคาร จะต้องทดสอบแรงดันน้ำ 1.5 เท่าของแรงดันน้ำสูงสุดที่ใช้งาน และให้คงแรงดันไว้ 30 นาที เพื่อตรวจสอบการรั่วซึม

(ค) ภายในหกสิบ (60) วัน ก่อนเริ่มงานอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและคุณภาพวัสดุในระบบท่อให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(2) วัสดุ

การใช้วัสดุหากมิได้ระบุในแบบ หรือสั่งการโดยผู้ว่าจ้างให้เป็นอย่างอื่นฯ ให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบท่อตามข้อกำหนดในบทนี้ ดังต่อไปนี้ คือ

(ก) ระบบท่อน้ำใช้

- 1) ท่อเหล็กอบสังกะสีและข้อต่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2" และ 1" ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 277 Class 2
- 2) ท่อพีวีซีแข็งสำหรับท่อน้ำดื่มและข้อต่อ ขนาด 1" และ 1/2" ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 17 Class 13.5
- 3) อุปกรณ์ประตุน้ำ ให้ใช้ประตุน้ำเหล็กหล่อ ตามมาตรฐาน มอก. 256 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. ก่อนที่จะถมด้วยดินในบริเวณร่องที่ขุดนั้น การบดอัดจะต้องให้มีความแน่นเท่ากับความแน่นของดินในบริเวณนั้น

(ค) ในกรณีเป็นท่อเหล็กอบสังกะสีฝังในดิน จะต้องเคลือบด้วยยางมะตอย A.C. ร้อน เพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวท่อ

(ง) ท่อที่เปลี่ยนทิศทาง ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ให้มีสมอยึดที่มุม เพื่อป้องกันการขยับตัวเนื่องจากแรงหรือความสั่นสะเทือนในเส้นท่อ

(จ) ท่อระบายอากาศซึ่งฝังในกำแพงก่ออิฐฉาบปูน และคอนกรีตเสริมเหล็กแนวท่อจะต้องเคลือบด้วยสาร Epoxy Resin เพื่อให้เกิดการยึดเกาะได้ดี และป้องกันการแตกร้าวด้วย

(4) แหล่งน้ำใช้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างถังเก็บน้ำ มีรายละเอียดดังรายการต่อไปนี้

(ก) ถังเก็บน้ำ ขนาดความจุ 2.5 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง ติดตั้งบนหอสูงตามแบบมาตรฐานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยติดตั้งบริเวณโรงไฟฟ้า 1 แห่ง

(ข) แหล่งน้ำใช้ ผู้รับจ้างจะต้องต่อท่อน้ำจาก Inlet Valve โดยใช้ท่อเหล็กอบสังกะสี (GSP.) ขนาด ϕ 4" หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ เข้าสู่ถังเก็บน้ำบนหอสูงเพื่อจ่ายเข้าสู่อาคารบ้านพักต่อไป

(ค) ท่อประปาจ่ายน้ำจากหอสูงเข้าสู่อาคารและบ้านพัก ต่างๆ ให้เป็นท่อ P.V.C

(ง) ผู้รับจ้างจะต้องขุดบ่อน้ำตื้นบริเวณโรงไฟฟ้า และจัดทำระบบกรองน้ำบริเวณรอบบ่อน้ำตื้น พร้อมทั้งจัดหาและติดตั้งเครื่องสูบน้ำสำหรับสูบน้ำขึ้นสู่ถังเก็บน้ำบนหอสูง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองกรณีที่ต้องปิดซ่อมระบบไฟฟ้าพลังน้ำ

12.11 การวัดงานและการจ่ายเงิน

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

(2) งานอาคารสำนักงานและงานอาคารที่พักอาศัย วัดปริมาณงานเป็นหน่วยจ่ายในหน่วยหลังตามตำแหน่งที่ตั้งที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานออกแบบทางสถาปัตย์และวิศวกรรมอาคารที่พักอาศัย การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้างอาคาร ค่าประกอบและติดตั้งหลังคา ประตูหน้าต่าง งานสุขภัณฑ์ งานไฟฟ้าและประปาจนแล้วเสร็จ

(3) งานเสาธง บ้ายซื้อโครงการ และงานระบบท่อน้ำดีภายนอกอาคาร วัดปริมาณงานเป็นหน่วยจ่ายในหน่วยหลังหรือแห่งตามรายการที่ระบุในแบบ ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาแบบหรือออกแบบงานตามรายการที่ระบุนี้ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ค่าประกอบและติดตั้งจนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 13

งานเบ็ดเตล็ด

หมวดที่ 13 งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)

13.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ หมายถึง งานที่นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาจากหมวดอื่นๆ ได้แก่ งานปลูกหญ้า
งานรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม และงานระบายน้ำ

13.2 งานปลูกหญ้า (Sodding)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปลูกหญ้าตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการ
ก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร การปลูกหญ้าจะต้องปฏิบัติ ดังนี้

13.2.1 หน้าดิน (Top Soil)

หน้าดินที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะเป็นดินเหนียว ค่อนข้างชื้น ปราศจากรากไม้ หินและวัตถุ
ซึ่งไม่พึงประสงค์ แล้วนำไปปูตามตำแหน่งที่กำหนดให้ได้ความหนาตามแบบ และก่อนนำไปปูจะต้องได้รับ
การเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน

13.2.2 การปลูกหญ้า

(1) การปลูกหญ้าแบบปูแผ่น (Block Sodding)

(ก) แผ่นหญ้าที่ใช้ปลูกต้องมีรากพร้อมดินติดรากอย่างน้อย 4 ซม. และแต่ละแผ่นมีขนาด
ประมาณ 30 x 30 ซม. ขึ้นไปและต้องนำมาปลูกภายในเวลา 48 ชม. หลังแฉะมาจากแปลงหญ้า

(ข) การปลูกหญ้าต้องปลูกขนานกับแนวถนน และให้ปูเหลื่อมกับแถวถัดไปประมาณ
ครึ่งแผ่น และปูซ้อนกันประมาณ 1 ซม.

(ค) เมื่อปูแผ่นหญ้าแล้วให้รดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อระหว่างแถว หลังจาก
ปลูกหญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

(2) การปลูกหญ้าแบบปักแถว (Strip Sodding)

(ก) หญ้าที่นำมาปลูกต้องมีรากพร้อมดินติดรากอย่างน้อย 4 ซม. ปลูกให้มีความกว้าง
อย่างน้อย 20 ซม. และต้องนำมาปลูกภายในเวลา 48 ชม. หลังแฉะมาจากแปลงหญ้า

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

(ค) เมื่อปลูกหญ้าแล้วให้รดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อตามขวาง หลังจากปลูก
หญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

13.3 งานรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม

13.3.1 ทั่วไป

ในพื้นที่ที่ผู้รับจ้างได้รับมอบสถานที่ก่อสร้างจากผู้ว่าจ้าง หรือได้รับอนุมัติให้เข้าเริ่มทำการก่อสร้าง ในบริเวณสถานที่ก่อสร้างตามสัญญา ให้ผู้รับจ้างดำเนินการรื้อถอนอาคารเดิม ต้นไม้ และอื่นๆ ที่มีอยู่ในบริเวณนั้นทันที ตามระบุในแบบและสัญญา ซึ่งผู้รับจ้างต้องใช้ความระมัดระวังต่อสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงและระบบสาธารณูปโภคเดิม เช่น ท่อประปา สายไฟฟ้าใต้ดิน เป็นต้น ไม่ให้กระทบกระเทือน หรือเกิดความเสียหายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม หากมีความจำเป็นต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง หรือตัดต้นไม้ หรือโยกย้ายระบบสาธารณูปโภคเดิม ผู้รับจ้างจะต้องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

13.3.2 วิธีการ

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการตลอดจนเครื่องจักรและเครื่องมือที่จะใช้ในการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม เพื่อให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการดำเนินการ
- (2) ห้ามผู้รับจ้างใช้วิธีการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่ออาคารหรือสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง
- (3) เศษวัสดุจากการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม ผู้รับจ้างมีหน้าที่ขนย้ายออกไปจากบริเวณก่อสร้าง ในกรณีการฝังกลบเศษวัสดุจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- (4) วัสดุสิ่งของที่ไ้ระบุไว้เป็นพิเศษให้ส่งมอบแก่ผู้ว่าจ้างตามสัญญา ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อถอนด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้วัสดุสิ่งของดังกล่าวเสียหาย และส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างตามสถานที่ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้

13.3.3 การขนย้ายวัสดุสิ่งของ

ผู้รับจ้างต้องขนย้ายวัสดุสิ่งของที่รื้อถอนทั้งหมดออกไปจากบริเวณก่อสร้าง รวมถึงส่วนของอาคารที่อยู่ใต้ดิน เช่น ฐานราก เสาเข็ม แท่นคอนกรีต รากต้นไม้ และสิ่งกีดขวางงานก่อสร้างทั้งหลาย ทั้งที่อยู่บนดินและใต้ดิน พร้อมทั้งถมดินกลับให้เรียบรอยตามระดับดินเดิม เพื่อสามารถดำเนินการก่อสร้างขั้นต่อไป โดยถือเป็นภาระและค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

วัสดุ อุปกรณ์ ที่ไ้ระบุไว้เป็นพิเศษให้ส่งมอบแก่ผู้ว่าจ้างตามสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการรื้อถอนด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดความเสียหาย และจะต้องขนย้ายไปยังสถานที่ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ โดยใช้เครื่องมือและพาหนะในการขนย้ายที่เหมาะสม ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายดังกล่าวเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

13.4 งานระบายน้ำ

13.4.1 ท่อไป

งานระบายน้ำในที่นี้หมายถึงการก่อสร้างรางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อทำหน้าที่ระบายน้ำผิวดินโดยรอบบริเวณโรงไฟฟ้าลงสู่ลำน้ำธรรมชาติ

13.4.2 วัสดุ

(1) งานปรับระดับร่องรางระบายน้ำเพื่อการก่อสร้างรางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบด้วยทรายหยาบบดอัดแน่น และคอนกรีตหยาบปรับระดับ

(2) รางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ฝารางเป็นตะแกรงเหล็กหรือ ค.ส.ล. ทำผิวและขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

13.4.3 วิธีการก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบระดับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับของรางระบายน้ำอย่างละเอียดถี่ถ้วน รวมทั้งทั้งตำแหน่ง แนว และความลาดเทของรางระบายน้ำก่อนทำการก่อสร้าง โดยจะต้องปรับระดับให้ได้ความลาดเอียงตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) กรรมวิธีการก่อสร้างงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้ถือตามรายละเอียดในแบบวิศวกรรมโครงสร้างและมาตรฐานที่ระบุในข้อกำหนดทางด้านเทคนิคนี้

(3) การส่งมอบงานครั้งสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดรางระบายน้ำทั้งหมดให้เรียบร้อย และใช้การได้ดี สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของงานออกแบบ

13.5 งานรั้ว Metal Sheet

13.5.1 ท่อไป

งานรั้ว Metal Sheet หมายถึงการก่อสร้างรั้วโครงเคร่าเหล็กเคลือบสีป้องกันสนิมพร้อมผนังรั้ว Metal Sheet เพื่อทำหน้าที่ปิดกั้นบริเวณแนวเขตก่อสร้างบริเวณโรงไฟฟ้า

13.5.2 วัสดุ

(1) ท่อเหล็กกลม (Steel Pipe) ที่ใช้เป็นเสารั้ว และท่อเหล็กสี่เหลี่ยมที่ใช้เป็นโครงเคร่า (Square Tube) ให้มีคุณสมบัติเป็นตามมาตรฐาน มอก.107 (ท่อเหล็กกล้าคาร์บอนสำหรับงานโครงสร้างทั่วไป) โดยจะต้องทำการเคลือบสีเพื่อป้องกันสนิมและเพื่อความสวยงามตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในหมวดที่ 10 หัวข้อ 10.9

(2) แผ่นรี้ว Metal Sheet ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.1128 ความหนาของเหล็กแผ่นไม่รวมผิวเคลือบต้องไม่น้อยกว่า 0.40 มม. และมีความต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 270 เมกะพาสคัล

(3) ฐานรากรั้วคอนกรีตล้นรูปทรงกระบอก ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.30 ม. ความลึกไม่น้อยกว่า 0.60 ม.หรือตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

13.5.3 วิธีการก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบแนวรั้ว ระดับต่างๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วน ก่อนทำการก่อสร้าง โดยแนวรั้วจะต้องเป็นไปตามแบบก่อสร้างหรือเป็นแนวที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้ว

(2) กรรมวิธีการก่อสร้างรั้ว Metal Sheet ให้ถือตามรายละเอียดในแบบวิศวกรรมโครงสร้าง และมาตรฐานที่ระบุในข้อกำหนดทางเทคนิคนี้

13.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน

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

(2) การวัดงานรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม ให้วัดปริมาณเป็นเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาเครื่องจักร เครื่องมือ และค่าแรงงานในการรื้อถอนและขนย้ายวัสดุ การจ่ายเงินจะจ่ายในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา

(3) งานวางระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตรตามขอบเขตงานที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดให้ การจ่ายเงินจะจ่ายในราคาต่อหน่วยเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน ของงานขุดร่องก่อสร้าง งานทรายหยาบและคอนกรีตหยาบปรับระดับ งานคอนกรีตโครงสร้าง งานเหล็กเสริมคอนกรีต งานไม้แบบ งานดินถมกลับบดอัดแน่น และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(4) งานรั้ว Metal Sheet ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามขอบเขตงานที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดให้ การจ่ายเงินจะจ่ายในราคาต่อหน่วยเมตร ตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ครบถ้วนแล้ว

หมวดที่ 14

งานระบบไฟฟ้า

หมวดที่ 14 งานระบบไฟฟ้า

14.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า

14.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ในที่นี้จะรวมถึงการออกแบบ การจัดทำ ผลิตภัณฑ์ การทดสอบ การจัดส่งเครื่องต่าง ๆ มาที่สถานที่ทำงาน การจัดเก็บในบริเวณที่ทำงาน การก่อสร้าง และการจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งโดยผู้รับจ้าง

(1) ระบบสายส่งแรงสูง 33 kV จะต้องต่อจากเสาไฟฟ้าเดิม (กฟภ.) ที่ทางเข้าหลักของโครงการ หรือตำแหน่งที่กำหนดในแบบมายังที่จุดติดตั้งหม้อแปลงตรงที่ระบุไว้ในแบบ

(2) จุดติดตั้งหม้อแปลง (1 จุด) ประกอบด้วย ชุดการติดตั้งหม้อแปลง ระบบป้องกัน และอุปกรณ์ที่จำเป็น

(3) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก 1 จุด (MDB) เป็นชนิดที่กันความชื้นและเป็นตู้ตั้งพื้น ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ตรวจวัด การเดินสายและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น

(4) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 ชุด ประกอบด้วย ชุดการติดตั้ง ตู้ควบคุม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและมาตรวัดต่างๆ ระบบป้องกันและอุปกรณ์ที่จำเป็น

(5) ไฟฟ้าแสงสว่างตามที่ต้องการ ประกอบด้วย โคมไฟ เสาเหล็ก พื้นที่ติดตั้งท่อ การเดินสาย และอุปกรณ์ที่จำเป็น จะต้องจัดไว้สำหรับถนน อาคารควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องเครื่องกล

(6) ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบต่อลงดิน

(7) ระบบแรงต่ำจะต่อจากหม้อแปลงมายังอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ระบบควบคุม และวัสดุต่าง ๆ เครื่องมือและการทดสอบอุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึงซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และจะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่าง ๆ ที่กำหนด

แรงดันตกคร่อมรวมของสายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องสุดท้าย เติร์บและไฟฟ้าแสงสว่าง จะต้องไม่เกิน 3%

(8) ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

14.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ

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

14.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องมีกักตังนี้

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

14.1.4 ระบบต่อลงดิน

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

14.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง

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

- (1) แบบและข้อมูลต่าง ๆ ของงานติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ผู้รับจ้างจะต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณา ประกอบด้วย

รายการ	จำนวนสำเนา
1. แผนการดำเนินงาน	4 ชุด
2. แบบรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing)	
- แบบที่ใช้ทำงานจริง ขนาด A1	4 ชุด
- แบบขนาด A3	4 ชุด
3. รายการคำนวณ ข้อกำหนด และรายการวัสดุที่ใช้	4 ชุด
4. เอกสารข้อมูลการตรวจสอบจากโรงงาน และในโครงการตลอดจนขั้นตอนต่างๆ (Rest Procedure)	4 ชุด
5. รายงานความก้าวหน้าในแต่ละเดือน (Monthly Progress Schedule Report)	4 ชุด

(2) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบก่อสร้างจริง (As-built Drawings) และข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ภายในระยะเวลา 2 เดือน หลังจากได้รับเอกสารการรับมอบงาน ตามรายการรายละเอียด ดังนี้

รายการ	จำนวนสำเนา
1. แบบก่อสร้างจริง (As-built Drawings)	
- ขนาด A1	4 ชุด
- ขนาด A3	4 ชุด
2. รายการคำนวณ ข้อกำหนด และรายการวัสดุที่ใช้	4 ชุด
3. รายการปริมาณที่ติดตั้งจริง	4 ชุด
4. ไฟล์รูปถ่ายการทำงานบันทึกลงบนแผ่น CD หรือ DVD	4 ชุด
5. รูปภาพ (Photographs) ของการทำงานรวมเป็นอัลบั้ม	4 ชุด

หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างต้องการแบบเพิ่มเติม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหา และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ด้วย

14.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอคู่มือการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะมีการจัดส่งและติดตั้งอุปกรณ์ คู่มือจะต้องครอบคลุมถึงวิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง การปฏิบัติงาน การบำรุงรักษา เครื่องมือและอุปกรณ์ หลังจากได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างในขั้นสุดท้ายแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำสำเนาคู่มือจำนวน 5 ชุด และจัดส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องมีคู่มือประจำไว้ที่โครงการด้วย

14.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ

หลังจากการติดตั้งและตรวจรับงานเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทางผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำของผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับการบำรุงรักษา การปฏิบัติงาน และการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายใต้สัญญา

การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา และการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ให้รวมอยู่ในสัญญาว่าจ้าง

14.1.8 มาตรฐาน

ในการออกแบบวัสดุ การผลิตอุปกรณ์ การตรวจสอบ การทดสอบ และคุณสมบัติในการใช้งานของอุปกรณ์ นอกจากจะมีการกำหนดคุณสมบัติ หรือมาตรฐานอื่น ๆ ไว้ให้ยึดตามมาตรฐานดังนี้

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

14.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี

- (1) การจัดเฟส

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

- (2) เฟสและแถบสีในการเดินสาย

แถบสีของแต่ละเฟส และการเดินสายจะแสดงไว้ดังนี้

เฟส	แถบสี
เฟส A	แดง
เฟส B	เหลือง
เฟส C	ฟ้า
นิวทรัล	ขาว
วงจรหลังสวิตช์ไฟ	ดำ
ระบบสายดิน	เขียว

14.1.10 คุณภาพของงาน

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงานนั้นๆ คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

ชิ้นส่วนต่าง ๆ จะต้องสอดคล้องกับแบบ จุดยึดต่าง ๆ พื้นที่หน้าสัมผัส และส่วนประกอบของอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องมีความเหมาะสมกับตัว (Casting) จะต้องยึดด้วยน็อต (Nuts) และต้องแสดงรูปการติดตั้งที่สมบูรณ์ไว้ในแบบด้วย สำหรับน็อตตัวผู้ น็อตตัวเมีย สลักเกลียว ฯลฯ สำหรับท่อ จะต้องอยู่ในมาตรฐาน International Organization for Standardization โดยใช้มาตรฐานหน่วยการวัดเป็นระบบเมตริก ผู้รับจ้างจะต้องใช้มาตรฐานดังกล่าวในการยื่นข้อเสนอตามสัญญา

14.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้น ตู้ควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบด้วยตารางสีแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

14.1.12 งานฝังภายนอกและอื่น ๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้างต่าง ๆ ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้าง ร่องเดินสายกับฝาปิด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยการเจาะและเว้นที่สำหรับขนาดของโคมไฟ โครงสร้างคอนกรีต และท่อพีวีซี

14.1.13 การทดสอบ

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

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะทำการทดสอบการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาว่าเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดหรือไม่ สัญญาจะสิ้นสุดเมื่อไม่มีข้อคัดค้านใด ๆ วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติ จะต้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ เพื่อพิจารณาถึงการดำเนินการและหน้าที่การทำงาน ของอุปกรณ์แต่ละชนิด

ถ้าในการทดสอบเกี่ยวกับการดำเนินการหรือหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่ำกว่าข้อกำหนดที่มีไว้ในสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด และทำการทดสอบอีกครั้ง

14.1.14 อุปกรณ์อะไหล่

จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่ที่เหมาะสม ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องระบุประเภท และการใช้งานไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์อะไหล่ต่างๆ ที่ต้องจัดหานั้น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

14.2 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก ตู้ควบคุมประตุน้ำหรือบานระบาย (Local Control) ในแต่ละชุด ตู้ปรับค่าตัวประกอบกำลังและตู้สับเปลี่ยนอัตโนมัติ (Ats) จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) โครงสร้าง

ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก จะต้องมียารละเอียดยโครงสร้าง ส่วนประกอบ และเครื่องมือตรวจวัด ดังต่อไปนี้

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

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

(ค) บัสบาร์ในแนวนอนและจุดต่อบัสบาร์ระหว่างบัสบาร์หลักและสวิตช์ทั้งหมด จะต้องเป็นทองแดงขนาดพอที่จะไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มเกิน 45°C ที่อุณหภูมิอากาศภายนอก 40°C จุดต่อบัสบาร์ทั้งหมดจะต้องเคลือบเงิน (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) แต่ละวงจรย่อยจะต้องมีแผ่นป้ายชื่อ

(ซ) การประกอบตู้ควบคุมจะต้องยึดอยู่บนรางเหล็กและยกระดับขึ้นบนฐานตู้ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ในการปรับระดับไว้ด้วย เพื่อช่วยในการติดตั้ง

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

เครื่องมือวัดทั้งหมดจะต้องใช้กับระบบแรงดันต่ำ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ 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 จะต้องมียัตราส่วนตามแบบที่แรงดัน 600 โวลท์ เป็นชนิดติดตั้งภายในความถี่ 50 เฮิรตซ์ สามารถนำไปใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดต่าง ๆ ได้ และได้ตามมาตรฐานของ NEMA

(ญ) อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าจะต้องจัดเตรียมไว้ในกรณีการเกิดแรงดันสูงเกินปกติ Over Voltage จากระลอกฟ้าผ่า (Lightning Stroke) และการสับเข้าออกของอุปกรณ์ตัดต่อวงจร (Switching) ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าจะต้องสามารถป้องกันอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

(ฎ) อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมทั้งหมด จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้า ยอมรับ เช่น UL, IEC, BS, DIN, NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือที่ได้รับเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และจากผู้ว่าจ้าง

(2) การติดตั้งตู้ควบคุม

(ก) ในกรณีที่มีตู้ควบคุมได้แยกย่อยจัดส่งมามากกว่า 1 ตู้ ในแต่ละตู้จะต้องนำมาต่อกันให้เป็นตู้สมบูรณ์รวมตู้เดียว

(ข) ในการติดตั้งตู้ควบคุมนั้น ๆ ในขณะที่พื้นที่การติดตั้งยังไม่พอดี หรือระดับยังไม่ได้ ฐานของตู้ควบคุมจะต้องปรับปรุงจนได้ระดับที่แน่นอนก่อนทำการเทปูนในตำแหน่งนั้น ๆ

(ค) ก่อนทำการที่จะจ่ายไฟจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้ายังไม่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานจะต้องทำการเปลี่ยนใหม่

(ง) ตู้เหล็กและส่วนอื่น 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

(ซ) หน้าสัมผัสของจุดเชื่อมจะต้องไม่ไปสัมผัสกับสายไฟที่เดินอยู่ แต่ถ้ามีโอกาสที่จะสัมผัสกัน ก็ให้ทำการมัดสายไฟไว้รวมกันที่ใกล้กับจุดนั้น ๆ

- (3) การทดสอบ สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติแรงดันต่ำ
- (ก) ตรวจสอบการต่อลงดินของอุปกรณ์เพื่อให้มั่นใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า
 - (ข) ตรวจสอบฉนวนในแต่ละขั้วของสวิตช์ตัดตอนด้วยแรงดัน 1,000 โวลท์ เทียบกับดิน
 - (ค) ตรวจสอบแรงดันของสวิตช์ตัดตอนขณะปิดและขณะปลด (Trip) ที่แรงดัน ค่าที่เหมาะสม
 - (ง) ทดสอบการทำงานปกติและ ตรวจสอบทั่ว ๆ ไป ของสวิตช์ตัดตอน
 - (จ) ปรับแต่งและทำความสะอาดหน้าสัมผัส (Primary Contacts) ตามข้อแนะนำของผู้ผลิต
 - (ฉ) ตรวจสอบที่ว่างที่เหมาะสมของทุกระายการ
 - (ช) ตรวจสอบความหล่อลื่น (Lubrication) ให้เหมาะสม
 - (ซ) ตรวจสอบผลทางด้านขาออกของหม้อแปลงกำลังควบคุม (Control Power Transformer) และฟิวส์ควบคุม (Control Fuse)
 - (ณ) สวิตช์ตัดตอนจะต้องมีการทำงานตรงตามแบบที่กำหนดไว้
 - (ญ) การปรับแต่งและการตั้งค่าต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับ
 - 1) Series Overcurrent Instantaneous Trip
 - 2) Long Time Delay and Short Time Delay Overcurrent
 - 3) Current Pick-Up
 - 4) Ground Fault Function

14.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย

14.3.1 ทั่วไป

ตู้ไฟฟ้าย่อยจะมีชื่อวงจรตามส่วนที่เป็นวงจรย่อย เช่น วงจร LP1 หรือ LP2 ซึ่งมีคุณสมบัติ มีรายละเอียดของโครงสร้าง ลักษณะการทำงาน และอุปกรณ์ช่วยดังนี้

- (1) ตู้จะต้องมีแรงดันพิกัดที่ 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย หรือแรงดัน 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย ดังแสดงไว้ในแบบ
- (2) ตู้จะต้องเป็นแบบปิด (Enclosed Type) ในตู้เหล็กซึ่งต้องได้มาตรฐาน บานพับซ่อนไว้ด้านใน (Concealed Hinged Doors) และมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้ง นอกจากจะมีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- (3) ทองแดงจะเป็นแบบ Hard Drawn และต้องทนกระแสได้ถึง 1,000 แอมป์ ต่อ ตารางนิ้ว (พื้นที่หน้าตัด) โดยจะต้องเตรียมบัสบาร์ไว้สำหรับแต่ละเฟส
- (4) ตู้จะต้องติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิด Molded Case Circuit Breaker ขนาดแรงดัน จำนวนขั้วจะต้องเป็นไปตามแบบ และจะต้องจัดเตรียมบัสบาร์สำหรับนิวทรัลไว้ด้วย

- (5) ตู้จะต้องจัดเตรียมช่องด้านข้างสำหรับท่อร้อยสายอย่างน้อย 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว สำหรับตู้ไฟฟ้ากำลัง (Power Panel Board)
- (6) จะต้องจัดทำป้ายชื่อของแต่ละรายวงจร โดยจะต้องติดตั้งไว้ภายในบริเวณฝาตู้ของแต่ละตู้ไฟฟ้าย่อย
- (7) ตู้หลาย ๆ ตู้อาจใช้สายบิอนร่วมกัน จุดต่อจะต้องใช้แบบ Double Lugs หรือ Tapped Connectors ดังนั้นจะต้องมีการจัดเตรียมชนิดของ lugs หรือจุดต่อสำหรับการต่อกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม
- (8) ตู้จะต้องผลิตกันชนของ Square "D", General Electric, Westing House หรือเทียบเท่า
- (9) อุปกรณ์ป้องกันฟ้ากระแสะผ่าจะต้องจัดไว้สำหรับลดแรงดันเกินจากระลอกกระแสะฟ้าผ่า และการสับปลดเปิดปิดสวิตช์ของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสะฟ้าผ่าจะต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการป้องกันอุปกรณ์ทั้งหมดได้

14.3.2 การติดตั้ง

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

14.4 ระบบแสงสว่าง

14.4.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดเตรียมการติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแบบ หรือที่กำหนดไว้

14.4.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ วัสดุ การประกอบ และการติดตั้งของระบบไฟฟ้าทั้งหมด อย่างน้อยที่สุดจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ดังนี้

- (1) IES Illuminating Engineering Society.
- (2) NEC National Electrical Code.

- (3) TIS Thai Industrial Standard Institute.
- (4) NEMA National Electrical Manufacture Association.
- (5) UL Underwriters Laboratories Inc.
- (6) NFPA National Fire Protection Association.
- (7) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

14.4.3 หลักการออกแบบ

(1) ทั่วไป

ระบบแสงสว่างจะต้องจัดเตรียมไว้โดยจะต้องให้แสงสว่างที่พอเหมาะ สำหรับอาคารควบคุม ถนนที่ใช้สัญจรเป็นประจำในเวลากลางคืน และไฟฟ้าฉุกเฉินในขณะที่แหล่งจ่ายไฟหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

(2) เกณฑ์การออกแบบ

(ก) แสงสว่าง

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

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

ระดับความสว่างจะวัดจากพื้นขึ้นมา 0.8 เมตร โดยใช้เป็นฐานในการออกแบบ การติดตั้งความส่องสว่างจะต้องสอดคล้องกับข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่า

(ข) เฝ้ารับ (Convenience Receptacle)

เฝ้ารับจะต้องจัดเตรียมไว้ทุก ๆ 6 เมตร หรืออย่างน้อย 1 ชุด ในแต่ละห้อง

14.4.4 ระบบแสงสว่างภายใน

โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องจัดเตรียมให้พร้อม และติดตั้งให้สมบูรณ์ ชนิด ขนาดของโคมไฟจะต้องมีความเหมาะสมกับสถานที่ติดตั้ง วัสดุของชุด โคมไฟจะต้องทนทานต่อการผุกร่อนอย่างเหมาะสม

- (1) โคมไฟฟลูออเรสเซนต์
 - (ก) พิกัด 220 Vac 1 เฟส 50 Hz. Coolwhite หรือที่กำหนดมาให้ กำลังของหลอดจะต้องสอดคล้องกับแบบหรือที่กำหนดมาให้
 - (ข) ตัวยึดหลอดต้องไม่ติดไฟ ชนิดแบบ Rotary Locked และจะต้องมีหน้าสัมผัสเป็นแผ่นเงินหรือทองแดง
 - (ค) บัลลาสต์จะต้องเป็นแบบกำลังสูญเสียต่ำ และตัวประกอบกำลัง 0.9
 - (ง) สตาร์ทเตอร์ใช้แบบ Quick-Starting
 - (จ) ชุดกระจายแสง (Shielding of Lamp) เป็นแบบ Prismatic Diffusing Panel กับ/หรือ Polycarbonate Diffuser ความหนาอย่างน้อยที่สุด 3 มม. ยกเว้นแต่จะกำหนดไว้แล้ว
- (2) โคมหลอดโซเดียมแรงดันต่ำ
ขนาดและชนิดที่อ้างอิงตามผลิตภัณฑ์ของโคม จะต้องได้มาตรฐาน
- (3) สวิตช์ (Switch)

สวิตช์จะเป็นแบบ Indicating, Toggle Action, Flush Mounting, Quiet Type โดยจะต้องมีพิกัดที่ 15 แอมแปร์ แรงดัน 220 โวลท์ ติดตั้งในกล่องอลูมิเนียมพร้อมประกันยางโดยรอบ สวิตช์จะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 1.2 เมตร
- (4) เต้ารับ (Receptacle)

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

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

เต้ารับกันน้ำจะต้องมีประกันยาวโดยรอบ กล่องเหล็กพร้อมฝาปิดแบบสปริง การติดตั้งเต้ารับจะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 0.3 เมตร
- (5) แผ่นติดตั้ง (Device Plates)

แผ่นสำหรับ Flush Mounted Devices จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง และเป็นแบบ High Nickel Stainless Steel
- (6) ชุดการติดตั้งภายนอก (Outlet Fitting)

อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบจะต้องมีการจัดเตรียมการติดตั้งที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นกล่อง หรืออุปกรณ์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

ในงานฝังท่อภายนอก จะต้องเตรียม Galvanized Pressed Steel Bar ไว้ โดยกล่องจะออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ และในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาตามท้องตลาดได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำกล่องขนาดพิเศษขึ้นมาโดยจะต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

กล่องลอยที่จะใช้สำหรับใส่สวิทช์และปลั๊กจะต้องเป็นชนิด Cast Type หรือเป็นไปตามความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ

กล่องและการติดตั้งในพื้นที่เปียกจะต้องเป็นแบบกันน้ำ

(7) ชุดไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Lighting Unit)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างฉุกเฉินในทุกห้อง โดยในห้องควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องทำงานจะต้องมีอย่างน้อย 1 ชุด ซึ่งแสงสว่างจะต้องเพียงพอต่อการทำงานและความปลอดภัยในขณะระบบไฟฟ้าหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

ไฟฟ้าฉุกเฉินจะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ กันสนิมพร้อมแบตเตอรี่ ในแต่ละชุดจะต้องออกแบบไว้สำหรับไฟ 220 โวลต์ 50 เอ็มพีเอ และระบบ Automatic two-rate solid state charger, ready/off โดยไฟสีเหลืองแสดงสถานะทำงาน ไฟสีแดงแสดงสถานะประจุไฟ และติดตั้งโวลต์มิเตอร์ที่ด้านหน้าของไฟฉุกเฉิน ไฟฉุกเฉินแต่ละชุดจะต้องติดตั้งอุปกรณ์หน่วงเวลาไว้สำหรับหน่วงเวลาเมื่อเข้าสู่สภาวะปกติ 3 นาที

14.5 สายไฟ และเคเบิล

14.5.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟ เคเบิล และส่วนที่เพิ่มเติมในส่วนต่างๆ ตามที่กำหนดไว้

(2) ตัวอย่างของสายไฟและสายเคเบิล จะต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่วๆ ไปในแต่ละตัวอย่าง จะต้องมีความแข็งแรงและชนิดของฉนวนเขียนไว้บนเปลือกของสายด้วย

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

14.5.2 วัสดุ

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

(1) สายเคเบิล 750 V.

สายเคเบิลที่ใช้ในแสงสว่าง มอเตอร์ และระบบดินจะต้องมีฉนวน PVC กันความร้อน สายเคเบิลชนิด THW, NYY ขนาดตั้งแต่ 2.5 ตร.มม. จนถึง 500 ตร.มม. จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน TIS 11-2531

(2) สายไฟ

สำหรับระบบลงดินจะต้องเป็นทองแดง โดยต้องได้มาตรฐาน TIS หรือใกล้เคียง

14.5.3 การติดตั้ง

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดึงสายไฟและเคเบิลไปตามที่ต่าง ๆ และทำการต่อหรือพันเทปปิดปลายสาย

(2) สายไฟหรือเคเบิลในท่อ

(ก) ใช้ข้อสับที่เป็นลูกกลิ้ง เพื่อป้องกันการบิดงอของสายเคเบิลที่นำเข้าไปในท่อร้อยสาย

(ข) จะต้องระวังดินหรือน้ำเข้าไปในท่อ

(ค) ทำความสะอาดท่อเดินและนำ Compound Prior ออกเพื่อทำการใส่สายเคเบิลใหม่ลงไป

(ง) ฉนวนของตัวนำจะต้องไม่เสียหาย

(จ) จะต้องไม่ถอดตัวนำน้อยกว่าที่ขั้วแนะนำของอุปกรณ์มีไว้

(ฉ) ทำการหล่อลื่นสายเคเบิลถ้าต้องการดึงโดยใช้สารหล่อลื่น (Compound) อย่าใช้น้ำมัน

หรือจารบี

(ช) การเชื่อมต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องดึงสาย และกล่องเชื่อมต่อสายภายนอก

(ซ) ใช้จานม้วนเคเบิลในการดึงสายไฟไปยังกล่อง และในท่อเพื่อป้องกันการงอของตัวนำที่มากเกินไป และตัวนำจะต้องไม่สัมผัสกับขอบที่มีความคม

(ณ) สำหรับสายเคเบิลขนาดใหญ่ ควรใช้กริป (Grip) ในการดึงสาย

(ญ) ความตึงในการดึงสายต้องไม่มากกว่าที่ข้อกำหนดของสายกำหนดไว้

(ฎ) ถ้าในขณะทำงาน ผู้รับจ้างพบว่าที่ว่างภายในท่อร้อยสายไฟน้อยกว่า 40% ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างและหยุดการทำงานเพื่อรอผลการพิจารณา แต่โดยทั่วไป จำนวนของสายเคเบิลในท่อมีการกำหนดไว้ตามตารางที่ 14.5-1

(ฏ) สายเคเบิลทั้งหมดจะต้องทำการตรวจสอบในส่วนของคุณภาพและความยาวก่อนทำการดึงเข้าไปในท่อ เคเบิลที่ดึงไปในท่อผิดขนาด หรือสั้นเกินไปให้นำออกมาและเปลี่ยนใหม่ โดยเคเบิลจะต้องถูกนำออกจากท่อทันที

(ฐ) เมื่อทำการดึงสายเสร็จจะต้องทำเครื่องหมายที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง ทั้งในส่วนของสายไฟฟ้ากำลัง และส่วนสายไฟฟ้าควบคุม โดยจะต้องแสดงขนาดของสายและอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อกับสายนั้นๆ

(3) สายเคเบิลในรางเดินสาย

(ก) ติดตั้งลูกรอกและลูกกลิ้ง เพื่อความสะดวกในการดึงสาย ใช้ลูกรอกรัศมีวงกว้างสำหรับการดึงในส่วนที่โค้งงอ

(ข) ใช้ Basket Pulling Grip ดึงสายเคเบิลโดยความตึงจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของสายเคเบิล

(ค) ปรับแต่งสายเคเบิลในรางเดินสายให้สวยงาม

(ง) จัดทำทางเข้าสำหรับสายเคเบิล (Crossovers) ถ้าจำเป็น

(จ) จะต้องมียึดช่องว่างระหว่างสายเคเบิล นอกจากจะมีการกำหนดไว้อย่างอื่น

(ฉ) ป้องกันสายเคเบิลในรางเดินสายด้วย Bonding Clips

- (ข) รัศมีในการโค้งงอต้องไม่น้อยกว่า 7 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิลนั้น ๆ
- (ข) การควบคุมคุณภาพ (Field Quality Control)
- 1) ทดสอบความต่อเนื่องในการเดินสาย ระบบสายดิน และการลัดวงจรจากการต่อของอุปกรณ์อื่นๆ
 - 2) ทดสอบขั้นสุดท้ายในการต่ออุปกรณ์สำหรับความต่อเนื่องของระบบสายดินและการลัดวงจร
 - 3) ความต้านทานของฉนวนสำหรับสายป้อนหลักและสายป้อนย่อย
 - ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวน
 - ตรวจข้อผิดพลาดและส่วนต่าง ๆ ด้วย Faultly Insulation
 - แสดงการติดตั้งของระบบดิน การลัดวงจร และความต้านทานของฉนวนตามค่าของ ICEA
 - 4) ทดสอบสายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง หลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 14.5-1 จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ

PVC, 75°C 750 V ขนาดสายเคเบิล (ตร.มม.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ										
	(นิ้ว) (มม.)	½	¾	1	1 ¼	1/12	2	2 ½	3	3/12	4
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

14.6 ท่อเหล็กและกล่องต่อ (Steel Conduit and Box Fitting)

14.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่อและกล่องต่อบนพื้นที่เปิดโล่ง ผนังกำแพง หรือบนโครงสร้าง ยกเว้นในส่วนต่างๆ หรือที่แสดงไว้ในแบบ ในการเดินสายทั้งหมดจะต้องใช้ท่อเหล็กแบบ กัลวาไนซ์จุ่มร้อนท่อเหล็กที่นำมาติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

14.6.2 วัสดุและมาตรฐาน

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

(1) ท่อแข็ง

(ก) เกลียวทั้ง 2 ด้านของท่อ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กล่าวไว้ข้างต้น หรือเทียบเท่าซึ่งด้านหนึ่งมี Coupling ส่วนอีกด้านหนึ่งหุ้มไว้ด้วยปลอกหุ้ม

(ข) ท่อจะต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์จุ่มร้อน (Hot-Dipped Galvanize) ทั้งภายในและภายนอก

(2) ท่ออ่อน และการติดตั้ง

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

(3) กล่องและการติดตั้ง

กล่องเหล็กอุปกรณ์ประกอบ และฝากล่องต้องเป็นแบบกัลวาไนซ์ Cast Iron Box สกรูเป็นชนิดกันการกัดกร่อน

14.6.3 การติดตั้ง

ท่อจะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มม. และความงอไม่มากกว่า 90 องศา กล่องดึงสายจะต้องมีการจัดเตรียมตามความต้องการหรือตามข้อแนะนำจะต้องติดตั้งท่อร้อยสายให้สมบูรณ์ตามรายละเอียดทั้งหมดก่อนจึงจะทำการร้อยสายเคเบิลเข้าท่อ

ในส่วนของปลายท่อทุกท่อจะต้องมีจุดปิดกันฝุ่นดินและความเปียกชื้นขณะทำงานอยู่ ท่อโลหะและอุปกรณ์ติดตั้งภายนอกจะต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดท่อ ส่วนรองรับท่อจะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 1.5 เมตร หรือตามความต้องการของท้องถิ่น

การเดินท่อเดี่ยวจะเดินโดยยึดด้วยแคมป์รัดท่อ ส่วนการเดินท่อเป็นกลุ่มจะใช้เหล็กรองรับโดยประกอบกั้นเหล็กเกลียวห้อยจากท้องพื้น

อุปกรณ์ที่แขวนท่อ (Conduit Hangers) จะต้องติดกับโครงสร้างเหล็กของคานของตัวหนีบยึด (Channel Clamp) โดยติดกับผิวคอนกรีต

ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้ได้นากและขนานกับผนังโดยรอบ และสอดคล้องกับรูปแบบของเพดาน การงอของท่อจะต้องมีจุดกึ่งกลางจุดเดียวกัน ท่อทั้งหมดจะต้องติดตั้งให้สมบูรณ์แบบและสวยงาม

ปลายท่อที่เข้ากล่องต่อสายจะต้องมี Locknuts และ Bushings ท่อเหล็กอ่อนกันน้ำจะใช้ในการต่อเข้ามอเตอร์ และที่ต่าง ๆ ที่มีการสัมผัสเตือนในบริเวณเชื่อมต่อของอาคาร จะใช้อุปกรณ์ประกอบท่อชนิดยึดหยุ่นได้

กล่องเหล็กจะต้องใช้กับงานฝัง กล่องเหล็กติดตั้งภายนอกและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นเหล็กหล่อ สีของท่อกำหนดไว้ดังนี้

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

14.7 ระบบรางเดินสายไฟฟ้า

14.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งระบบรางเดินเคเบิลให้เสร็จตามที่ได้กำหนดไว้รางเดินเคเบิลทั้งหมดจะต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

14.7.2 วัสดุ

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

14.7.3 การติดตั้ง

ความยาวของรางเดินเคเบิลต้องไม่ต่ำกว่า 3 เมตร การต่อจะต้องใช้เหล็กประกั้นราง อุปกรณ์รองรับราง เคเบิลต้องมีทุกระยะอย่างน้อย 1.5 เมตร หรือตามที่ระบุมากับอุปกรณ์ ปลายสุดของรางเคเบิลจะใช้หัวปิดปลายชนิด PVC

14.8 ท่อโลหะ (Non Metallic Conduit)

14.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมและติดตั้งท่อโลหะสำหรับการติดตั้งท่อใต้ดิน ท่อทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

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

14.8.2 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 และจะต้องมีเนื้อวัสดุที่มีคุณภาพเดียวกันกับที่ ต้องการของท่อ HDPE

(3) ขนาด

ขนาดและความคลาดเคลื่อนต้องสอดคล้องกับ DIN 8074 “Pipe of High Density PE–Type1 – Dimension”

(4) วิธีการทดสอบ

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

(5) การทำเครื่องหมาย

(ก) ท่อ

แต่ละท่อจะต้องทำเครื่องหมายบอก ที่ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 3 เมตร ดังนี้

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

- (ข) อุปกรณ์การติดตั้ง
ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องทำเครื่องหมายบอกถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

14.8.3 การติดตั้ง

ท่อโลหะ ต้องใช้มาตรฐาน NEC สายนำช่วยดึงจะต้องถูกจัดไว้ในท่อเพื่อช่วยในการดึงสายไฟไปตามท่อที่จะติดตั้งลึกจากพื้น 0.6 เมตร โดยไม่คำนึงถึงขนาดของท่อในการวางท่อจะต้องป้องกันดิน หวาย และน้ำเข้าท่อเมื่อท่อ 2 ท่อ หรือมากกว่าถูกวางเรียงกันในแนวนอน แต่ละท่อจะต้องมีการจัดระยะห่างกัน 50 มม. (Ø30 มม. และ 50 มม.), 70 มม. (Ø80 มม., 100 มม. และ 150 มม.), 100 มม. (Ø 200 มม.) การกลบจะใช้ดินกลบการเชื่อมต่อท่อจะใช้ Straight Joining, Bellmouth, Spare Cap และ Waterproof Wall Sealing Compound

14.9 ระบบสายดิน

14.9.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบจัดเตรียมและติดตั้งระบบสายดินให้ตรงตามที่กำหนด ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับงาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบ

14.9.2 วัสดุ

(1) สายดิน

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

(2) แท่งลงดิน

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

ในส่วนปลายของแท่งลงดินจะต้องทำให้เป็นทรงกรวย และมีความหนาของผิวหน้าทองแดงต่อเนื่องอย่างน้อยที่สุด 0.01 นิ้ว (0.254 มม.) เหล็กหุ้มด้วยทองแดงไม่สามารถนำมาใช้ได้

(3) วัสดุสำหรับการเชื่อมด้วยความร้อน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุสำหรับเชื่อมด้วยความร้อนสำหรับ สายดิน-สายดิน สายดิน-แท่งลงดิน และสายดิน – โครงสร้างเหล็ก

อุปกรณ์เชื่อมด้วยความร้อนจะต้องประกอบด้วย Clamp Type Mold, Handle Flint Gun, Thermite Powder Cartridges, Metal Discs และส่วนต่าง ๆ ที่ต้องการ Thermite Powder Cartridges จะต้องถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อ โดยจุดต่อต้องรับกระแสเทียบเท่ากับตัวนำที่ถูกต้องด้วยการเชื่อม

Ignition Powder จะถูกบรรจุในด้านล่างของ Cartridge เพื่อให้ Ignition Powder ตกไปยังส่วนบนสุดของ Welding Powder เมื่อเทลงไปในแบบพิมพ์ Powder Cartridge จะต้องบรรจุกับ Metal Discs แม่พิมพ์ จะต้องทนต่ออุณหภูมิสูงได้ และใช้งานได้อย่างน้อย 50 ครั้ง โดยปราศจากการซ่อมบำรุงและการเปลี่ยน

(4) อุปกรณ์ระบบลงดิน

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

14.9.3 การติดตั้ง

ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องติดตั้งกับระบบสายดินที่อยู่ใกล้ที่สุด อุปกรณ์ป้องกันท่อจะต้องต่อลงดินด้วย ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทาสีบนจุดต่อลงดิน (Grounding Connections) ถ้ามีการทาสีไปแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการขัดออกและติดตั้งใหม่อีกครั้ง

อุปกรณ์ในที่บริเวณฐาน มอเตอร์ และบริเวณตัวถังหม้อแปลง ท่อร้อยสายเคเบิล โครงสร้างโลหะ ภายนอก และอุปกรณ์ใกล้เคียงจะต้องทำการต่อลงดินทั้งหมด

สายดินจะต้องเดินในท่อเหล็ก รางเคเบิล แผงวงจรไฟฟ้า และแผงควบคุม และจะต้องต่อลงดินโดยใช้สายสีเขียว ถึงแม้ว่าท่อโลหะทั้งหมดจะต้องต่อระบบดิน แต่จะถือว่าเป็นการต่อลงดินสำหรับมอเตอร์ และระบบไฟฟ้าอื่น ๆ แล้วไม่ได้ การต่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ระบบดินมีความต่อเนื่องระหว่างระบบ ท่อ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งถ้าจำเป็นการเดินสายดินแยกต่างหาก ต้องทำด้วย

14.9.4 การทดสอบ

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

14.10 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

14.10.1 ความต้องการ

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

(2) ตัวนำลงดิน (Down Conductor) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้สายตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด

(3) ตัวนำบนหลังคา (Roof Conductor) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ตัวนำบนหลังคา ซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักส่ไฟฟ้า ให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมดเป็นตัวนำทองแดงขนาด พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. ในกรณีที่ตัวนำบนหลังคาเป็นชนิด Tape ให้เป็น Annealed Bare Copper Tape

(4) หลักส่ไฟฟ้า (Air Terminal) โดยทั่วไปให้ใช้หลักส่ไฟฟ้าเป็นแท่งทองแดง (Solid Copper) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ยาว 3 ฟุต ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร

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

(6) การเชื่อม (Welding) การเชื่อมต่อโลหะให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่ ชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่ในกรณีจำเป็นให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยทองเหลือง โดยใช้แก๊ส

14.10.2 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง ดังนี้

(1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสาย ล่อฟ้า"

(2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

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

14.11 ระบบ Surge Arrester Protection

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

14.11.1 Lightning Current Arrester Class B

(1) ทั่วไป

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 1312-1 และ 1024-1 และ VDE 0675 Part 6/11.89 และ Part 6/A1/03.96 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 Extinction : 4 kArms
- Voltage Protection Level : < 3.5 kV
- Response Time : < 100 ns
- Short-Circuit Withstand : 50 kA/50 Hz
- Approval : KEMA

(2) การติดตั้ง

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

14.11.2 Overvoltage 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 ไม่สามารถใช้งานได้ 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 Max Back Up Fuse : 25 kA/50 Hz
- Type : Plug-in Module with base
- Fault Indication : Red indicator flag in glass window

(2) การติดตั้ง

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

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

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

14.11.3 Overvoltage Arrester Class D

(1) ทั่วไป

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

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

(2) การติดตั้ง

ติดตั้งก่อนเข้าอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

(ก) Surge Protection Socket Outlet

เป็นแบบ Socket Outlet สำหรับป้องกัน Computer Printer หรือ Hub เป็นต้น โดยมี

คุณสมบัติดังนี้

- Nominal Voltage	:	230 V.
- Nominal Current	:	16 A.
- Nominal Discharge Current (8/20)	:	5 kA

- Voltage Protection Level : <1.5 kV
- Response Time : <25 ns
- (ข) Surge Arrester สำหรับระบบสื่อสารข้อมูล
Surge Arrester สำหรับ Remote Input/Output
 - Nominal Voltage : 24 Vac
 - Nominal Current : 1 A.
 - Lightning Impulse Current (10/350 μ s) : 5 kA
 - Nominal Discharge Current (8/20 μ s) : 20 kA
 - Voltage Protection Level (Line/PG) : <45 V.
 - Response Time : < 1 ns
 - Installation : DIN-rail 35 mm.
 - Design Features : plug-in surge protection modules with base
- (ค) Surge Arrester สำหรับ Input/Output
 - Nominal Voltage : 24 V.
 - Nominal Current : 10 A.
 - Max Discharge Current (8/20 μ s) : 600 A.
 - Voltage Protection Level : <48 V.
 - Response Time : < 1 ns

14.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

- (1) ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า
ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย ประกอบด้วยตู้จ่ายไฟพร้อม CB หลักและย่อยขนาด 24 วงจร และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม
- (2) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า
สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำ VAF, THW และ NYY ขนาดตามแบบพร้อมท่อ อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม
- (3) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างประกอบด้วยระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารโรงไฟฟ้า และระบบไฟถนนบริเวณโดยรอบโรงไฟฟ้า การตรวจวัดปริมาณงานจะตรวจวัดเป็นแบบเหมารวม
- (4) สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า
สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้ง ซึ่งประกอบด้วยสวิตช์ทางเดียวขนาด 1 ถึง 3 ช่องและเต้ารับไฟฟ้าเดี่ยวและคู่ พร้อมติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(5) ระบบสายดิน

ระบบสายดินที่โรงไฟฟ้า ประกอบด้วย สายดินตัวนำทองแดงเปลือย แทะลงดิน (Ground Rod) และอุปกรณ์อื่นๆ โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(6) ระบบปรับอากาศที่โรงไฟฟ้า

ระบบปรับอากาศที่โรงไฟฟ้า ประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศ ชุดตู้ควบคุมเปิด-ปิดแอร์อัตโนมัติ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยจะทำการตรวจวัดปริมาณงานเป็นเหมารวม

การจ่ายเงินจะเป็นไปตามราคาเหมาจ่ายที่กำหนดไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantity) ราคาเหมาจ่ายนี้เป็นราคาซึ่งรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในส่วนของการออกแบบ การจัดเตรียมงานการสำรวจ และจัดเตรียมพื้นที่ ค่าธรรมเนียม การทำแบบและข้อมูล วัสดุ แรงงานและอุปกรณ์ในการจัดทำ การผลิต การจัดส่ง การติดตั้งและการทดสอบของงานไว้เรียบร้อยแล้ว