



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำชุมชนห้วยปาย
HUAI PAI MICRO HYDROPOWER PROJECT
ตำบลท่าเดื่อ อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่
TAMBOL THA DUEA AMPHOE DOI TAO CHIANG MAI PROVINCE

สัญญาส่วนที่ 1
CONTRACT C1
งานโยธาและสายส่งไฟฟ้า
CIVIL WORKS AND TRANSMISSION LINE

เอกสารหมายเลข 2
VOLUME 2
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
TECHNICAL SPECIFICATIONS



บริษัท ฟรอนเทียร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนท์ส จำกัด

สิงหาคม 2553

โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำชุมชนห้วยปาย
งานโยธาและสายส่งไฟฟ้า
เอกสารหมายเลข 2: ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

สารบัญ

	หน้า
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 การบำรุงรักษาทางสัญจร	1-4
1.7 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน	1-4
1.8 การทดสอบวัสดุ	1-5
1.8.1 การทดสอบที่โรงงาน	1-5
1.8.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ	1-5
1.9 งานชั่วคราว	1-5
1.9.1 การเตรียมพื้นที่	1-5
1.9.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน	1-6
1.9.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง	1-6
1.9.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง	1-7
1.10 งานจัดหาน้ำ	1-7
1.11 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง	1-7
1.12 งานบันทึกภาพ	1-8
1.13 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร	1-8
1.14 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม	1-8
1.15 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	1-10
หมวดที่ 2 งานถางป่า ขุดต่อ และงานเปิดหน้าดิน	2-1
2.1 ทัวไป	2-1
2.2 งานถางป่า ขุดต่อ และรากไม้	2-1
2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน	2-1
2.4 การวัดงานและการจ่ายเงิน	2-2

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หมวดที่ 3 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ	3-1
3.1 ทัวไป	3-1
3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและการสูบน้ำ	3-1
3.3 การวัดงานและการจ่ายเงิน	3-1
หมวดที่ 4 งานขุดดินและงานดินขุดยาก	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 งาน ROCK EXCAVATION และงานดินขุดยาก	4-2
4.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน	4-3
4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน	4-3
4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน	4-3
4.4 ความคลาดเคลื่อนในการขุด	4-3
4.4 การวัดงานและการจ่ายเงิน	4-3
หมวดที่ 5 งานถมบดอัดดิน	5-1
5.1 ทัวไป	5-1
5.2 คำจำกัดความ	5-1
5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถมบดอัดดิน	5-1
5.4 การบดอัดดิน	5-2
5.5 การตรวจสอบความแน่นของการบดอัด	5-3
5.6 ความคลาดเคลื่อน	5-3
5.7 การวัดงานและการจ่ายเงิน	5-3
หมวดที่ 6 งานถนนเข้าโครงการ	6-1
6.1 ทัวไป	6-1
6.2 งานปรับพื้นที่	6-1
6.3 งานดินขุดและงานดินขุดยาก	6-1
6.4 งานดินถม	6-1
6.5 งานผิวทางลูกรัง	6-2
6.5.1 วัสดุ	6-2
6.5.2 วิธีการก่อสร้าง	6-2

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.6 ท่อระบายน้ำลอดถนน	6-3
6.6.1 ขอบเขตของงาน	6-3
6.6.2 วัสดุ	6-3
6.7 หลักขอบทางและหลักกันโค้ง	6-4
6.7.1 ขอบเขตของงาน	6-4
6.7.2 วัสดุ	6-4
6.8 รางระบายน้ำ	6-4
6.8.1 ขอบเขตของงาน	6-4
6.8.2 วัสดุ	6-4
6.9 การวัดงานและการจ่ายเงิน	6-5
หมวดที่ 7 งานคอนกรีต	7-1
7.1 ทัวไป	7-1
7.2 คุณภาพคอนกรีต	7-1
7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต	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 การทำคอนกรีตให้แน่น	7-7
7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ	7-8
7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด	7-9
7.3 แบบหล่อคอนกรีต	7-10
7.3.1 ทัวไป	7-10
7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ	7-10
7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก	7-10
7.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ	7-10
7.3.5 การยึดแบบ	7-10
7.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน	7-11
7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน	7-11
7.4.1 ทัวไป	7-11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต	7-11
7.5 การซ่อมคอนกรีต	7-12
7.5.1 ทัวไป	7-12
7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง	7-12
7.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต	7-12
7.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย	7-13
7.5.5 การซ่อมด้วย EPOXY	7-13
7.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต	7-13
7.7 การบ่มคอนกรีต	7-13
7.7.1 การบ่มด้วยน้ำ	7-13
7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต	7-14
7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต	7-14
7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต	7-14
7.8 รอยต่อคอนกรีต	7-15
7.8.1 รอยต่อก่อสร้าง	7-15
7.8.2 รอยต่อเผื่อหด	7-15
7.8.3 รอยต่อเผื่อขยาย	7-15
7.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต	7-15
7.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว	7-15
7.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ	7-16
7.9.3 ELASTIC FILLER	7-17
7.9.4 BITUMINOUS FIBER SHEET	7-17
7.10 คอนกรีตล้นผสมกับหินทั้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.	7-18
7.11 BLOCKOUT	7-18
7.12 เหล็กเสริมคอนกรีต	7-19
7.12.1 ทัวไป	7-19
7.12.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติของเหล็กเสริม	7-19
7.12.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต	7-20
7.12.4 เหล็ก DOWEL	7-20
7.13 Anchor Bar	7-21
7.13.1 ทัวไป	7-21
7.13.2 วัสดุ	7-21
7.13.3 การติดตั้ง	7-21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.13.4 การทดสอบ	7-22
7.14 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต	7-23
7.14.1 ทั่วไป	7-23
7.14.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต	7-23
7.14.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม	7-24
7.15 การวัดงานและการจ่ายเงิน	7-24
หมวดที่ 8 หินเรียง	8-1
8.1 ทั่วไป	8-1
8.2 หินเรียง	8-1
8.3 วัสดุ	8-1
8.4 การวัดงานและการจ่ายเงิน	8-2
หมวดที่ 9 ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	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	10-1
10.4 การเตรียมการเบื้องต้น	10-2
10.5 การเชื่อม	10-2
10.6 การยึดด้วยนอต	10-3
10.7 การประกอบในโรงงาน	10-3
10.8 การติดตั้ง	10-3
10.9 งานทาสี	10-4
10.10 งานบานระบายและงานประตูน้ำ	10-5
10.10.1 ขอบเขตของงาน	10-5
10.10.2 งานบานระบาย และเครื่องก้วาน	10-6

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
10.11 ประตุน้ำ	10-9
10.11.1 การเคลือบผิว	10-10
10.11.2 การทำเครื่องหมาย	10-10
10.12 แอร์ริสสวาล์ว	10-11
10.12.1 การเคลือบภายนอกและภายใน	10-11
10.12.2 การทำเครื่องหมาย	10-11
10.13 การวัดงานและการจ่ายเงิน	10-11
หมวดที่ 11 งานท่อพีวีซี	11-1
11.1 ท่อทั่วไป	11-1
11.2 คุณสมบัติของท่อพีวีซี	11-1
11.2.1 คุณสมบัติทั่วไป	11-1
11.2.2 ขนาดและมิติ	11-1
11.3 อุปกรณ์ท่อ	11-3
11.4 การทดสอบท่อ	11-3
11.5 การวางท่อพีวีซี	11-4
11.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน	11-6
หมวดที่ 12 งานท่อเหล็ก	12-1
12.1 ท่อทั่วไป	12-1
12.2 มาตรฐาน	12-1
12.3 งานท่อเหล็ก	12-2
12.4 วัสดุ	12-2
12.4.1 ท่อทั่วไป	12-2
12.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก	12-2
12.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก	12-3
12.5.1 การม้วนท่อ	12-3
12.5.2 การเชื่อม	12-3
12.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม	12-6
12.6 การเคลือบและทาสี	12-6
12.6.1 ท่อทั่วไป	12-6
12.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ	12-7
12.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก	12-7
12.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ	12-7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
12.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมต่อที่โครงการ	12-9
12.6.6 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)	12-9
12.7 การขนส่ง	12-9
12.8 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก	12-10
12.9 การซ่อมแซม	12-10
12.10 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก	12-11
12.10.1 ทั่วไป	12-11
12.10.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน	12-12
12.10.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ	12-13
12.10.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมต่อที่โครงการ	12-15
12.10.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง	12-15
12.11 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้	12-16
12.12 การวัดงานและการจ่ายเงิน	12-17
หมวดที่ 13 การก่อสร้างอาคารคอนกรีต	13-1
13.1 การเตรียมสถานที่	13-1
13.2 การขุดหลุมฐานราก	13-1
13.3 งานโครงสร้าง	13-1
13.3.1 คอนกรีตเสริมเหล็ก	13-1
13.3.2 งานไม้	13-2
13.3.3 การมุงหลังคา	13-3
13.3.4 การตีฝ้าเพดาน	13-4
13.3.5 งานก่ออิฐ	13-5
13.3.6 งานปูนฉาบ	13-6
13.3.7 การก่อคอนกรีตบล็อค	13-7
13.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์	13-7
13.4.1 ประตูเหล็กม้วน	13-7
13.4.2 วงกบ	13-7
13.4.3 บานประตู	13-8
13.4.4 หน้าต่าง	13-8
13.4.5 กระจก	13-8
13.4.6 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง	13-8
13.4.7 วงกบ ราง และกรอบอลูมิเนียม	13-9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
13.5 งานพื้นกระเบื้องยาง	13-9
13.6 งานปูกระเบื้องโมเสคและกระเบื้องเคลือบ	13-9
13.7 เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	13-10
13.8 การทาสี	13-11
13.9 ระบบท่อสุขาภิบาล	13-12
13.10 ป้ายชื่อโครงการ	13-13
13.11 การวัดงานและการจ่ายเงิน	13-13
หมวดที่ 14 งานเบ็ดเตล็ด	14-1
14.1 ทัวไป	14-1
14.2 งานปลูกหญ้า	14-1
14.2.1 หน้าดิน	14-1
14.2.2 การปลูกหญ้า	14-1
14.3 งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE	14-2
14.4 งาน GEOTEXTILE	14-2
14.4.1 ลักษณะทั่วไป	14-2
14.4.2 คุณสมบัติต่างๆ	14-2
14.4.3 การปูแผ่นใยสังเคราะห์	14-3
14.5 งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ	14-3
14.6 งานป้ายบอกทางและป้ายชื่อโครงการ	14-3
14.7 งานวางระบายน้ำ	14-4
14.7.1 ขอบเขตของงาน	14-4
14.7.2 วัสดุ	14-4
14.8 การวัดงานและการจ่ายเงิน	14-4
หมวดที่ 15 งานระบบไฟฟ้า	15-1
15.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า	15-1
15.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	15-1
15.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ	15-1
15.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	15-2
15.1.4 ระบบต่อลงดิน	15-2
15.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง	15-2
15.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา	15-3
15.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ	15-3

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
15.1.8 มาตรฐาน	15-4
15.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี	15-4
15.1.10 คุณภาพของงาน	15-5
15.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี	15-5
15.1.12 งานฝังภายนอกและอื่น ๆ	15-5
15.1.13 การทดสอบ	15-5
15.1.14 อุปกรณ์อะไหล่	15-6
15.2 ระบบสายส่งไฟฟ้า	15-6
15.2.1 ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง	15-6
15.2.2 ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงต่ำ	15-6
15.3 ตัวควบคุมระบบไฟฟ้า	15-7
15.4 ตัวควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย	15-9
15.4.1 ทั่วไป	15-9
15.4.2 การติดตั้ง	15-10
15.5 ระบบแสงสว่าง	15-10
15.5.1 ขอบเขตของงาน	15-10
15.5.2 มาตรฐาน	15-10
15.5.3 หลักการออกแบบ	15-11
15.5.4 ระบบแสงสว่างภายใน	15-11
15.6 สายไฟ และเคเบิล	15-13
15.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	15-13
15.6.2 วัสดุ	15-13
15.6.3 การติดตั้ง	15-14
15.7 ระบบสายดิน	15-16
15.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ	15-16
15.7.2 วัสดุ	15-16
15.7.3 การติดตั้ง	15-17
15.7.4 การทดสอบ	15-17
15.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่า	15-18
15.8.1 ความต้องการ	15-18
15.8.2 การติดตั้ง	15-18
15.9 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน	15-19

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
AIISI	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 มาตรฐานที่เสนอนั้นมีมาตรฐานเทียบเท่ากับมาตรฐานที่กำหนดไว้ในงานนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบหรือแสดงการทดลองให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมเล่มนี้ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจำนวนอย่างน้อย 3 ชุด

1.3 คุณภาพวัสดุและฝีมือ

วัสดุก่อสร้างสำคัญทั้งปวง ซึ่งผู้รับจ้างนำมาใช้งานต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน โดยมีเกณฑ์กำหนดดังนี้

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

ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารแสดงคุณสมบัติวัสดุที่จะขออนุมัติ โดยแสดงตารางเปรียบเทียบกับวัสดุตามข้อกำหนด พร้อมทั้งแนบมาตรฐานที่ใช้ทดสอบวัสดุนั้น ๆ

(2) การใช้แรงงานฝีมือต้องเป็นงานฝีมือชั้นหนึ่งในประเภทงานชนิดนั้น ๆ นอกจากจะระบุในรายละเอียดด้านวิศวกรรม หรือกำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างว่าให้ได้ชิ้นงานตามบทกำหนดเฉพาะงานหรือตามแบบและมีคุณภาพตามมาตรฐานของสัญญานี้ หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

(3) รายการวัสดุก่อสร้างใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา แต่ผู้รับจ้างต้องนำมาใช้งานให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานที่ต้องใช้วัสดุก่อสร้างชนิดนั้นๆ โดยรวมถึงค่าขนส่ง การจัดเก็บ การเคลื่อนย้ายวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ด้วย

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

อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการก่อสร้างได้เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

1.4 การสำรวจวางแผนผัง

ผู้ว่าจ้างได้กำหนดหมวดหลักฐาน เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ระดับของงานและโครงสร้างอาคาร ดังต่อไปนี้

(1) หมวดหลักฐานที่กำหนดแสดงไว้ในแบบคู่สัญญา

(2) ก่อนดำเนินการก่อสร้างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะส่งมอบหมวดหลักฐานให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงของค่าพิกัดและค่าระดับที่มอบให้ ยืนยันความถูกต้องต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อนและต้องรับผิดชอบในการดูแลรักษาหมวดหลักฐานข้างต้น ให้อยู่ในสภาพดีไม่ถูกทำลายตลอดการใช้งาน

(3) ผู้รับจ้างต้องทำการถ่ายค่าระดับ และค่าพิกัดไปยังตำแหน่งต่างๆ ของงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้างหรือกำหนดโดยผู้ว่าจ้างรวมทั้งทำการสำรวจค่าระดับ เช่น รูปตัดขวาง รูปตัดตามยาว ระดับอาคารต่างๆ และคำนวณปริมาณงานเบื้องต้นเสนอผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง

ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายระดับ ค่าพิกัด และการสำรวจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติทุกครั้งไป การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นผิดในความเสียหาย หรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

1.5 การสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ

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

งานสุขาภิบาลต้องให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติและกฎกระทรวง และสามารถให้บริการพอเพียงแก่บุคคลที่อาศัยและทำงานในโครงการหรือเกี่ยวข้องกับงาน

นอกจากนี้ผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายน้ำเสียที่เกิดจากที่พักอาศัยของผู้รับจ้างหรือผู้ว่าจ้างก่อนระบายทิ้งนอกบริเวณโครงการ ระบบดังกล่าวจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) ผู้รับจ้างต้องมีห้องปฐมพยาบาล เพื่อบริการแก่พนักงานหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างไว้ตลอดเวลา โดยจัดให้มี

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

1.6 การบำรุงรักษาทางสัญจร

เมื่อผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานในสถานที่ ซึ่งติดกับหรือใกล้เขตทางหลวง หรือทางสาธารณะ ซึ่งมี การจราจรอยู่ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการสัญจรในทางสาธารณะนั้นปลอดภัยอยู่เสมอและเกิดสภาพคล่องตัวอยู่ ตลอดเวลา ในการที่เกิดการกีดขวางทาง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มี อาทิเช่น ทางเบี่ยง สะพานชั่วคราว ทางเข้า หมู่บ้านหรือบ้าน เพื่อให้การสัญจรเป็นไปโดยสะดวก และเป็นที่ยังพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างใกล้เคียงบริเวณดังกล่าว

1.7 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันและรักษาคุณภาพของวัสดุที่จัดหา เครื่องจักรกลที่นำมาเตรียมติดตั้งทุกรายการ ให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะท้วงติงผู้รับจ้างในการจัดเก็บรักษาวัสดุ และงานที่ได้ทำไปแล้วให้ปฏิบัติถูกต้องเหมาะสมดังนี้ คือ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บรักษาวัสดุให้เสื่อมคุณภาพ และคงมีขนาดกระชับพร้อมใช้งานโดย เก็บไว้ได้กำบังปกปิด เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและกำกับดูแลความพร้อมใช้งานของวัสดุ วัสดุขณะเก็บ ไว้หน้างานและขณะติดตั้งประกอบยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(2) การดำเนินการเทคอนกรีตและงานอื่น อาจจะไม่อนุญาตให้เริ่มดำเนินการ หากเกิดภาวะ อากาศแปรปรวน นอกจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าสภาวะนั้นยอมให้ดำเนินการได้เป็นกรณีพิเศษ

หากการหยุดชะงักการทำงานมีสาเหตุจากภาวะอากาศหรือสาเหตุอื่น ผู้รับจ้างต้องป้องกัน รักษาวัสดุก่อสร้างนั้นไม่ให้เสียหาย โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง และรักษาสภาพหน้างานให้สะอาด เรียบร้อยตลอดระยะเวลาที่หยุดงาน

หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุหรืองานเกิดความเสียหาย โดยความบกพร่องของ ผู้รับจ้าง วัสดุหรืองานนั้นจะต้องรื้อย้ายและทำทดแทนขึ้นใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

(3) ผู้รับจ้างต้องเคารพต่อกฎหมาย ประเพณีนิยม กฎ และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ตลอดเวลา เพื่อป้องกันทรัพย์สินบริเวณข้างเคียง และบำรุงรักษาทางผ่านสาธารณะ รวบรวม ไฟฟ้าแสงสว่าง และการป้องกันสาธารณูปโภคอื่นตลอดระยะเวลาดำเนินการ

(4) ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างและบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียง มิให้เสื่อม เสียหาย จากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง และป้องกันงานและทรัพย์สินในส่วนของผู้รับจ้างด้วย ถ้าเกิดความ เสียหายใด ๆ ต้องจัดทำขึ้นใหม่หรือทำให้ดีดังเดิม โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.8 การทดสอบวัสดุ

1.8.1 การทดสอบที่โรงงาน

วัสดุที่นำมาถือเป็นรูปงานทุกชนิดต้องผ่านการทดสอบที่โรงงานผลิต หรือทดสอบที่หน้างานเพื่อพิสูจน์ว่ามีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด ถ้าวัสดุที่ทดสอบ ณ โรงงาน ผลการทดสอบต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการขนส่งมาหน้างาน ค่าทดสอบทั้งปวงเป็นของผู้รับจ้าง

1.8.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเผื่อเวลาไว้ล่วงหน้าในการทดสอบวัสดุ เพื่อป้องกันความล่าช้าของงาน ผู้รับจ้างจะไม่ยกเป็นข้ออ้างเรียกร้องเอาผลประโยชน์ใดๆ จากผู้ว่าจ้าง หากงานต้องล่าช้าไป เนื่องจากการเสียเวลาไปในการทดสอบวัสดุนั้นๆ

1.9 งานชั่วคราว

1.9.1 การเตรียมพื้นที่ (Site Preparation)

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

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเลือกบริเวณและยินยอมให้ใช้ที่ดินภายในบริเวณงานให้เป็นพื้นที่ชั่วคราวของผู้รับจ้าง เพื่อจัดสร้างโรงงาน คลังพัสดุ อาคาร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ซึ่งผู้รับจ้างได้เสนอไว้ ถ้าผู้รับจ้างจะต้องใช้ที่ดินเพิ่มเติมจากที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจัดเตรียมไว้ให้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเองด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง และโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจ่ายค่าทดแทนบรรดาบ้านเรือน กำแพง รั้ว ต้นไม้ พืชผลอื่น ๆ หรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วภายนอกบริเวณงาน ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องปรับพื้นที่ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดหรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) บรรดาสິงตกค้างจากการปรับพื้นที่ในบริเวณงานมอบหมายให้และใช้ประโยชน์ได้ ยังคงเป็นสมบัติของผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการให้เก็บรวบรวมไว้ ผู้รับจ้างจะต้องนำไปรวบรวมไว้ที่บริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ห้ามใช้วิธีเผาทำลายต้นไม้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อการทำลายใด ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้ แม้ว่าจะได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วก็ตาม

(3) หลังจากเสร็จงานก่อสร้างตามสัญญาและก่อนที่ผู้ว่าจ้างจะออกหนังสือรับงานขั้นสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวจะต้องเก็บเศษสิ่งของและขยะมูลฝอยออกไปจนหมดสิ้น เศษสิ่งของและขยะจะต้องนำไปทิ้งในสถานที่ ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

1.9.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือให้มีจำนวนเพียงพอ สำหรับงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับงานที่ทำการก่อสร้างให้ได้งานที่มีคุณภาพ และเสร็จทันตามกำหนดเวลาตามสัญญา

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

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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำบัญชีแสดงคุณภาพ จำนวน ราคา และรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องจักรเครื่องมือที่จะใช้ในงานภายใต้สัญญานี้ทุกรายการ จะต้องแจ้งลักษณะของทุกรายการให้ถูกต้องชัดเจนเพียงพอที่จะตัดสินได้ว่าขนาดชนิด ความคงทน การใช้งาน ถูกต้องตรงตามข้อกำหนดนี้ บัญชีดังกล่าวให้มอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นหลักฐาน

1.9.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างที่ทำการ ที่พักพนักงาน ที่พักคนงาน คลังพัสดุ ฯลฯ ในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนลงมือก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีและให้การดูแลรักษาอาคารชั่วคราว เช่น ที่ทำการโรงงานให้มีรั้วกันบริเวณกองวัสดุ และบริเวณขนถ่ายตามความจำเป็นเพื่อการดำเนินการตามสัญญา

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

(3) บรรดาอาคารต่างๆ จะต้องให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของทางราชการเข้าตรวจได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวในการทำความสะอาดสถานที่ การฆ่าเชื้อโรค และการดูแลรักษาโดยทั่วไปเกี่ยวกับการสาธารณสุขและอนามัยขั้นมูลฐานของตัวอาคาร

1.9.4 ถนนทางลำเลียงชั่วคราวและทางเบี่ยง

ผู้รับจ้างต้องทำการก่อสร้าง และดูแลรักษาถนนชั่วคราว ทั้งภายในและภายนอกบริเวณงาน ให้สามารถเข้าได้ถึงบริเวณทั้งขยะมูลฝอย โรงงาน บ้านพัก โรงเรียน และงานชั่วคราวอื่นๆ ถนนที่จะต้องสร้างขึ้นนี้ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแบบและได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การดูแลรักษาถนนชั่วคราว ประกอบด้วย การกำจัดฝุ่นละอองด้วยการรดน้ำถนนในฤดูแล้ง การกำจัดโคลนตมในฤดูฝน บำรุงรักษา ซ่อมแซมป้าย เครื่องหมายจราจร และการปรับผิวจราจรให้ข่วยยานสัญจรได้สะดวก

1.10 งานจัดหาน้ำ

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

1.11 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง

ระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับงานก่อสร้างฯ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและดำเนินการด้วยค่าใช้จ่ายของตนเอง การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าชั่วคราวใด ๆ จะต้องยื่นขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาขั้วไฟฟ้าฝีมือดีมาติดตั้ง ต่อเชื่อม และบำรุงรักษางานสายไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าชั่วคราว ให้เป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และในภายหลังก่อนส่งมอบงานตามสัญญาฯ จะต้องรื้อถอนให้เรียบร้อย เว้นแต่ต้องการให้คงไว้ ผู้รับจ้างจะต้องยื่นขออนุมัติระบบไฟฟ้า

สำหรับงานก่อสร้างภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับจากวันที่ได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าสำรอง กรณีกระแสไฟฟ้าภายในบริเวณงานขัดข้อง

1.12 งานบันทึกภาพ

ผู้รับจ้างต้องบันทึกภาพของโครงการ ตั้งแต่การเริ่มงานก่อสร้างจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ รวมถึงการลำดับขั้นตอนการทำงาน จุดประสงค์ของการจัดทำ เพื่อแนะนำโครงการให้แก่บุคคลทั่วไปเข้าใจ และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.13 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร

(1) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารด้วยวิทยุการสมัย์ใหม่สำหรับผู้ควบคุมงานในสนามที่มีคุณภาพและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอสำหรับการติดต่อสื่อสารในการก่อสร้าง และเชื่อมต่อกับสถานีหลักที่มีอยู่ของผู้ว่าจ้าง

(2) การติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานภายนอก

ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมแผนการดำเนินงานวัตถุประสงค์ และรายชื่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดทำเป็นหนังสือถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.14 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม

(1) กำหนดการทำงานของโครงการและรายงาน

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

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

(ค) ผู้รับจ้างต้องระบุและเผื่อเวลาการทำงาน เวลาที่เผื่อไว้ต้องสมเหตุสมผลตามหลักการกำหนดการทำงานต้องทำรายละเอียดเป็นรายสัปดาห์และรายเดือน เพื่อให้สามารถติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงาน ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

(ง) กำหนดการทำงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่จำกัด หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยไม่ยอมให้มีการเบิกจ่ายเงินเพิ่มเติม ผลจากการเปลี่ยนแปลงกำหนดการทำงาน ผู้รับจ้างต้องคำนึงไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกำหนดการทำงานนั้นเพียงพอให้เร่งทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

(จ) ทุกสิ้นเดือน ผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบ ผลงานที่แท้จริงกับรายละเอียดที่กำหนด ในกำหนดการทำงานของโครงการ ผลการปรับแก้ต้องเสนอในรายงานประจำเดือน กรณีที่งานล่าช้า ผู้รับจ้างต้องทบทวนปรับเวลางานก่อสร้างพร้อมชี้แจงรายละเอียดที่ทำให้งานล่าช้า

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องปรับตารางโครงการให้เป็นปัจจุบันและส่งมอบให้คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่เกินวันที่ 5 ของเดือนถัดไป โดยอยู่บนพื้นฐานความก้าวหน้าของงานทุกวันที่ 25 ของเดือนก่อน การปรับตารางโครงการจะต้องส่งมอบให้พิจารณา ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการพิจารณาแก้ไขใหม่

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

- 1) รายชื่อพนักงานที่จ้างและคนงานระหว่างการทำงาน
- 2) แผนงานกำหนดเวลาต้องแสดงไว้ที่หน่วยงาน เพื่อบ่งถึงจำนวนวันที่ทำงาน
- 3) กิจกรรมการทำงานที่มีความก้าวหน้าในเดือนที่ทำงาน ต้องเทียบกับความก้าวหน้าของกิจกรรมนั้นกับกำหนดการที่ประมาณการไว้ วันเริ่มงานที่แท้จริง วันเริ่มงานที่วางแผนไว้ หรือวันที่งานแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม
- 4) กิจกรรมใดที่เริ่มทำงานภายในอีก 2 เดือน ต้องพร้อมกำหนดวันเริ่มงานได้
- 5) กราฟแสดงความก้าวหน้าของงานแต่ละเดือน เฉพาะกิจกรรมที่สำคัญๆ แสดงความก้าวหน้าที่วางแผนที่เกิดขึ้นจริง
- 6) รายงานประจำเดือน แสดงสภาพอากาศ เช่น ฝน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น
- 7) บันทึกการโต้ตอบหนังสือ การสั่งการของคุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- 8) อุบัติเหตุ และเหตุสุดวิสัย
- 9) เหตุการณ์ที่สำคัญ เช่น การต่อสู้ การหยุดงาน เป็นต้น

(ซ) รายงานประจำวัน และรายงานประจำเดือน เป็นงานที่ต้องทำตามแบบฟอร์มที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ รายงานประจำวันต้องเสนอต่อคุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายในเวลา 9.00 น. ทุกวันหรือวันแรกของสัปดาห์ กรณีเป็นรายงานประจำสัปดาห์

(ฌ) ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานเพิ่มเติม ซึ่งเป็นรายงานบันทึกภาพการทำงานเป็นจำนวน 3 ชุด และแผ่น VCD หรือแผ่น DVD บันทึกภาพการทำงาน 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

1.15 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อดำเนินงานก่อสร้าง คือ

- งานสำรวจวางแผนผัง
- งานสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ
- งานบำรุงรักษาทางสัญจร
- งานเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน
- งานจัดหาผู้ช่วยงานฝ่ายผู้ว่าจ้าง
- งานทดสอบวัสดุ
- งานชั่วคราว ได้แก่ งานเตรียมพื้นที่ งานขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือ งานก่อสร้าง แคมป์ ที่ทำการคลังวัสดุโรงงานที่พัก งานถนน ทางลำลองและทางเบี่ยง
- งานจัดหาหน้า
- งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง
- งานบันทึกภาพ
- งานประสานงานและติดต่อสื่อสาร

งานดังกล่าวข้างต้นนี้จะไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากให้ แต่ให้ผู้รับจ้างคิดรวมไว้ใน “ค่าดำเนินการ” ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา

หมวดที่ 2

งานถางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน

หมวดที่ 2

งานทางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน (SITE CLEARING, GRUBBING AND STRIPPING)

2.1 ทัวไป

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

2.2 งานทางป่า ขุดต่อ และรากไม้ (Site Clearing and Grubbing)

ผู้รับจ้างจะต้องตัดโค่นต้นไม้ พุ่มไม้ ขุดถอนตอไม้ รวมทั้งรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้าง ภายในขอบเขตพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งตัวอาคาร หรือโครงสร้างตามแบบแล้วนำไปทิ้งหรือทำลายตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

ผู้รับจ้างจะต้องโค่นหรือตัดถอนต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงตัวอาคารหรือโครงสร้าง และอยู่ในระยะที่อาจโค่นล้มลง ทำความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างได้ ตามคำสั่งหรือความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ห้ามผู้รับจ้างทำการตัดโค่นต้นไม้ที่ระบุหรือแสดงเครื่องหมายมิให้ตัดโค่น รวมทั้งต้นไม้ที่อยู่นอกเขตหรือบริเวณดังกล่าว

2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน (Stripping)

เมื่อผู้รับจ้างจะทำการถมดิน เพื่อใช้เป็นฐานรากของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดเปิดหน้าดินที่มีอินทรีย์วัตถุ และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมด เช่น รากไม้ รากหญ้า และวัชพืชต่าง ๆ ที่ทับถมกันอยู่ วัสดุเหล่านี้จะต้องขนย้ายออก และนำไปทิ้งตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้ พร้อมทั้งปรับเปลี่ยนบริเวณที่ทิ้งดินให้เรียบร้อย ส่วนความหนาของงานขุดเปิดหน้าดินนี้ให้มีความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ กรณีไม่ได้กำหนดไว้ในแบบให้เปิดหน้าดินหนาไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้กำหนดในสนาม

2.4 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) งานทางป่า ขุดต่อ ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงกันไว้ในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานทางป่า 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 ฝ่ายกั้นน้ำ อาคารรับน้ำ ทางระบายตะกอนทราย และอาคารประกอบฝาย เป็นต้น เพราะอาคารเหล่านี้ อยู่บนทางที่มีน้ำไหลตลอดเวลา ซึ่งขณะก่อสร้างจะต้องทำให้แห้งจึงจะทำการก่อสร้างได้

3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)

ในการก่อสร้างฝ่ายกั้นน้ำ หรืออาคารรับน้ำ หรืออาคารระบายตะกอนทราย หรืออาคารระบาย ท้ายน้ำ อาจจะต้องก่อสร้างอยู่ในร่องน้ำเดิมที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้รับจ้างอาจจะต้องทำการ ก่อสร้างทำนบชั่วคราวปิดกั้น เพื่อผันน้ำให้ออกจากบ่อก่อสร้าง แล้วทำการสูบน้ำในบ่อก่อสร้างให้แห้ง จึงจะ ทำการก่อสร้างได้ ก่อนที่จะทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวและสูบน้ำออกจากบ่อก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้อง เสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบ เสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้ การที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบแล้วนั้น ให้ถือว่าเป็นคำแนะนำ เท่านั้น ถ้าเกิดความเสียหายขึ้น อันเนื่องจากการทำนบชั่วคราวไม่สามารถป้องกันน้ำได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการ แก้ไขเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างไม่มีสิทธิ์ที่จะเรียกร้องค่าเสียหายประการใดได้ เมื่อทำ การก่อสร้างฝ่ายกั้นน้ำ อาคารรับน้ำ อาคารระบายตะกอนทราย หรืออาคารระบายท้ายน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการรื้อถอนทำนบดินชั่วคราวให้หมด และนำวัสดุขนย้ายไปที่ ณ ตำแหน่งที่วิศวกรควบคุม การก่อสร้างกำหนดให้

3.3 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานก่อสร้างทำนบชั่วคราวให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหา ข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบ งานก่อสร้างและซ่อมแซมทำนบชั่วคราวระหว่างใช้งาน และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% เมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างทำนบชั่วคราวแล้วเสร็จ และจะจ่ายให้ 10% เป็น ค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้ว เสร็จในส่วนอาคารถาวรที่ก่อสร้าง เช่น ฝ่ายกั้นน้ำ อาคารระบายท้ายน้ำ และอาคารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(2) การวัดงานสูบน้ำให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบการสูบน้ำ งานก่อสร้างและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ และงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% เมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างและติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามรายการที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเพื่อดำเนินงานสูบน้ำ และจะจ่ายให้ 10% เป็นค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารถาวรที่ก่อสร้าง เช่น ฝ่ายกันน้ำ อาคารระบายน้ำ และอาคารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 4

งานขุดดินและงานหินขุดยาก
(Excavation and Rock Excavation)

หมวดที่ 4

งานขุดดินและงานดินขุดยาก (EXCAVATION AND ROCK EXCAVATION)

4.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานขุดดิน ขุดหินผุ และงาน ROCK EXCAVATION สำหรับการก่อสร้างของอาคารต่างๆ เช่น งานขุดบ่อก่อสร้างอาคาร งานขุดวางท่อ งานถนนเข้าโครงการ เป็นต้น ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ

4.2 วิธีการขุด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

(2) ในกรณีที่แบบไม่ได้กำหนดแนวเส้นขอบเขตการขุดไว้ ถ้าเป็นการขุดดินให้ใช้ลาด 1:1.5 (ตั้ง:ราบ) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างถ้าเป็นการขุดหินผุให้ใช้ลาด 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 50 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น

(5) ในกรณีที่พื้นดินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนใดของหินไพล่ยื่นเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม

(6) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการกระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการขุดของผู้รับจ้างและความ

ผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

(7) พื้นด้านล่างและด้านลาดของการขุดส่วนที่ติดกับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้างานขุดจะต้องเตรียมการปรับแต่งให้เรียบและทำการรองพื้นด้วยคอนกรีตหยาบและ Shotcrete บริเวณลาดด้านข้างตามที่ระบุไว้ในแบบ ในบริเวณงานขุดที่เกิดความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซมปรับแต่งให้มีความมั่นคงเพื่อทำงานคอนกรีตได้ โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

4.3 การแบ่งประเภทการขุด

การขุดโดยทั่วไปให้จัดแบ่งประเภทตามชนิดของวัสดุที่จะต้องขุดและลักษณะ หรือตำแหน่งของบริเวณที่ขุดดังต่อไปนี้

4.3.1 งานขุดดิน

หมายถึง งานขุดดินธรรมดาทั้งหมด นอกเหนือจากงานที่จัดประเภทเป็นงาน ROCK EXCAVATION โดยจะต้องทำการขุดขนย้ายดินออกจากบริเวณฐานรากตัวฝาย รวมทั้งบริเวณร่องระบายน้ำ และส่วนประกอบอื่นๆ ของอาคารดังกล่าว ตามที่กำหนดไว้ในแบบของอาคารแต่ละแห่ง หรือตามที่วิศวกรวิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบ

4.3.2 งาน ROCK EXCAVATION และงานดินขุดยาก

การแบ่งลักษณะ "หิน" จะแบ่งตามลักษณะชั้นหิน โดยถือวิธีการขุดเป็นเกณฑ์ดังต่อไปนี้

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

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

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

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

ในกรณีหินชั้น หรือหินก้อน ซึ่งไม่สามารถทำให้สลายตัว หรือเคลื่อนย้ายด้วยวิธีการดังกล่าวได้ ให้ทำการขุดโดยใช้วัตถุระเบิดและจัดเป็นงานขุดระเบิดหิน

4.3.3 งานขุดวัสดุในร่องหิน

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

4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในการถมบ่ออัดแน่น

4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน

หมายถึง การขุด-ระเบิด ขนย้ายหินจากแหล่งหิน เพื่อใช้ในการหินทิ้ง หินเรียง และอื่นๆ

4.4 ความคลาดเคลื่อนในการขุด

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการขุด ได้ดังต่อไปนี้

- | | | | |
|-----|---------------------|----------|-----------|
| (1) | งานขุดดิน | | |
| - | แนวราบ | ± 3 | เซนติเมตร |
| - | แนวลาด | ± 5 | เซนติเมตร |
| (2) | งาน ROCK EXCAVATION | | |
| - | แนวราบ | ± 5 | เซนติเมตร |
| - | แนวลาด | ± 10 | เซนติเมตร |

4.5 การวัดงานและการจ่ายเงิน

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

(2) สำหรับงานขุดดินจากบ่อยืมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบ่ออัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

(3) งาน ROCK EXCAVATION ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตร ตามที่วัดได้ในขอบเขตงานที่แสดงไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่ตกลงในสัญญา ซึ่งราคาต่อหน่วยนั้น ได้รวมการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ ค่าขนย้าย และแรงงาน เพื่อการนี้แล้ว

หมวดที่ 5

งานถมบดอัดดิน

หมวดที่ 5

งานถมบดอัดดิน

(FILL AND BACKFILL)

5.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณฝาย อาคาร ถนน บริเวณรอบท่อ เป็นต้น การถมจะต้องให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

5.2 คำจำกัดความ

งานถมดินบดอัด คือ งานที่เกี่ยวข้องกับการถมบดอัดแน่นวัสดุต่างๆ เช่น ดิน ลูกกรัง ทราย เป็นต้น โดยใช้แรงคน เครื่องจักรขนาดเล็ก หรือเครื่องจักรขนาดใหญ่ (หากสามารถนำเครื่องจักรเข้าได้) เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ได้แก่ การลดการซึมผ่านของน้ำ และสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ดี งานถมบดอัดแน่นที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

- (1) งานถมบดอัดแน่นด้วยแรงคน
- (2) งานถมบดอัดแน่นด้วยเครื่องจักร ไม่น้อยกว่า 95% ของ S.P.C.T.
- (3) งานทรายหยาบรองพื้น

5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถมบดอัดดิน

วัสดุที่จะนำมาใช้ถมบดอัดแน่น จะต้องเป็นวัสดุที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว (Selected Materials) โดยหลังจากการถมบดอัดแน่นแล้วจะต้องสามารถลดการซึมผ่านของน้ำ และรับน้ำหนักบรรทุกได้ดี โดยดินที่นำมาใช้ถมบดอัดจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- (1) ต้องไม่เป็นดินที่มีคุณสมบัติกระจายตัว (Dispersive Soil)
- (2) เมื่อบดอัดแน่นแล้วต้องสามารถรับน้ำหนักบรรทุก และต้านแรงเฉือนได้ดี
- (3) ต้องเป็นดินที่ปราศจากรากไม้ อินทรีย์ วัตถุเจือปน และหินที่ปะปนมาต้องมีขนาดโตไม่เกินกว่า 75 มม.
- (4) ไม่พองตัวเมื่อชุ่มน้ำ และหดตัวเมื่อแห้ง
- (5) Plasticity Index ทดสอบตาม ASTM-D422-63 อยู่ระหว่าง 10-17
- (6) Liquid Limit อยู่ระหว่าง 25%-35%

สำหรับทรายหยาบบดอัดแน่น ถ้าแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น จะต้องเป็นทรายน้ำจืด มีขนาดตั้งแต่ 4.75 มม. ลดหลั่นลงไป โดยยอมให้ส่วนที่ต่างตะแกรงเบอร์ 4 ไม่เกิน 5% และมีตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่เกิน 10%

แหล่งดินสามารถใช้จากบ่อก่อสร้างได้ แต่ดินดังกล่าวจะต้องมีคุณสมบัติตามที่กล่าวมาแล้ว และจะต้องปราศจากวัชพืช รากไม้ ก้อนหิน และสิ่งเจือปนต่างๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการบดอัดแน่น หรือทำให้บดอัดแน่นไม่ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

5.4 การบดอัดดิน

(1) เมื่อได้ขุดลอกหน้าดินออกทั้งหมดแล้ว ก่อนทำการปูดินชั้นแรกลงไป หรือก่อสร้างฐานรากอาคารตามแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการบดอัดแน่นดินเดิมให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor Compaction Test การปูดินชั้นต่อไปจะต้องปูเป็นชั้นๆ ในแนวราบและมีความสม่ำเสมอทั้งหมด โดยความหนาของดินแต่ละชั้นภายหลังการบดอัดแล้วกำหนดดังนี้

(ก) เมื่อใช้ลูกกลิ้งตีนแกะ ดินแต่ละชั้นต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของดินแกะ หรือหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร กำหนดตามค่าน้อยที่สุด

(ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร

(2) ก่อนการบดอัดต้องทำให้วัสดุมีความชื้นไม่สูง หรือต่ำเกินกว่า 2% ของระดับความชื้นเหมาะสม (Optimum Moisture Content) ที่กำหนดโดยห้องทดลอง (Lab Test) อาจให้ความชื้นเพิ่มเติมได้ หากดินที่ทำการบดอัดเริ่มแห้งเนื่องจากสภาพภูมิอากาศ แต่หากดินที่ทำการบดอัดมีความชื้นสูงเกินไปควรตากดินไว้ก่อน จนกว่าจะได้ความชื้นตามที่กำหนดไว้

(3) การถมบดอัดแน่นรอบอาคาร จะต้องบดอัดเป็นชั้นๆ รอบอาคารให้มีความสูงขึ้นมาเท่าๆ กันทุกด้าน

(4) การบดในชั้นหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด

(5) ความแน่นของการบดอัดแต่ละชั้นจะต้องไม่น้อยกว่า 95% Maximum Dry Density ตามมาตรฐาน Standard Proctor Compaction Test ตามวิธีการของ ASTM-D-698 Method

5.5 การตรวจสอบความแน่นของการบดอัด

วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะตรวจสอบความแน่นของดินที่อัดแล้วในสนาม ตามหลักวิชาการที่เห็นสมควร จำนวนความถี่ (FREQUENCY OF DENSITY TESTING) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มาตรวจสอบ หากผลการตรวจสอบชั้นหนึ่งชั้นใดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในแบบ จึงจะสามารถก่อสร้างชั้นต่อไปได้

5.6 ความคลาดเคลื่อน

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนของดินภายหลังการบดอัดแล้ว ตามเกณฑ์ดังนี้

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

5.7 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

งานถนนเข้าโครงการ
และถนนบำรุงรักษา

หมวดที่ 6

งานถนนเข้าโครงการ (ACCESS ROAD)

6.1 ทิวไป

ถนนเข้าโครงการจะสร้างเพื่อต่อเชื่อมจากบริเวณถนนเดิมในหมู่บ้านแม่สวรรค์หลวง ตำบลแม่เหาะ อำเภอมะเขี๋ยง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เข้าสู่บริเวณโรงไฟฟ้าของโครงการ ผิวจราจรเป็นลูกรังมีความกว้าง 4.00 ม. ความยาวรวม 2.2 กม.

งานถนนเข้าโครงการนี้ ผู้รับจ้างต้องทำการสำรวจภูมิประเทศตามแนวนอน เพื่อจัดทำแบบรายละเอียด และคำนวณปริมาณงาน โดยผู้รับจ้างจะต้องกำหนดแนวนอนทางเข้าโครงการเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ ก่อนดำเนินการก่อสร้างต่อไป

6.2 งานปรับพื้นที่

ในกรณีที่พื้นที่ถนนก่อสร้างใหม่ ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางวัชพืชออกทั้งหมดตลอดความกว้างของคันทางแล้วจึงทำการก่อสร้างตามข้อกำหนดของงานถมบดอัดดิน

ในกรณีที่มีถนนเดิมอยู่แล้ว ให้พิจารณาใช้แนวนอนเดิมเป็นถนนทางเข้าโครงการ และไม่ต้องมีการก่อสร้างปรับปรุงใดๆ ยกเว้นกรณีที่ถนนเดิมไม่มีความสะดวกในการเดินทางเข้าออกโครงการ ผู้รับจ้างจะต้องปรับปรุงถนนดังกล่าวให้เป็นถนนลูกรังมีความกว้างผิวจราจรเท่ากับถนนเดิม โดยก่อนการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางวัชพืชออกทั้งหมด และคราดผิวถนนเดิมขึ้นมาแล้วจึงทำการก่อสร้างตามข้อกำหนดของงานถมบดอัดดิน

6.3 งานดินขุด (Excavation) และงานดินขุดยาก (Rock Excavation)

การก่อสร้างถนนทางเข้าโครงการ ผู้รับจ้างจะต้องพิจารณาแนวนอนที่มีการขุดเปิดหน้าดินน้อยที่สุด หากมีความจำเป็นจะต้องทำการขุดเปิดหน้าดิน ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างตามข้อกำหนดงานขุดดิน และงานดินขุดยาก

6.4 งานดินถม (EMBANKMENT)

ให้ผู้ว่าจ้างดำเนินการก่อสร้างตามข้อกำหนดงานถมบดอัดดิน

6.5 งานผิวทางลูกรัง

งานผิวทางลูกรัง หมายถึง การก่อสร้างชั้นผิวการจราจรที่เป็นดินลูกรัง โดยความหนาของชั้นผิวจราจรลูกรังต้องไม่น้อยกว่า 25 ซม.

6.5.1 วัสดุ

ลูกรังที่นำมาใช้ต้องมีคุณภาพดี และจะต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้าง โดยดินลูกรังดังกล่าวจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- (ก) ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ต้องไม่มากกว่า 2/3 เท่าของส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40
- (ข) ค่า Liquid Limit ไม่เกินร้อยละ 35
- (ค) ค่า Plasticity Index ไม่เกินร้อยละ 11
- (ง) ค่า CBR ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัด 95% ของ Modify Proctor Compaction Test
- (จ) ดินลูกรังจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งอื่นปะปน เช่น รากไม้ เศษหญ้า หรือก้อนดินเหนียว เป็นต้น
- (ฉ) ขนาดของวัสดุใหญ่สุด โตไม่น้อยกว่า 5 ซม.
- (ช) มีมวลผลผ่านตะแกรง ดังตารางข้างล่างนี้

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

6.5.2 วิธีการก่อสร้าง

ก่อนทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องแสดงการบดอัดทดสอบที่หน้างาน เพื่อแสดงให้เห็นว่าเครื่องบดอัดที่เสนอมานี้ สามารถบดอัดลูกรังได้ตามกำหนด โดยการบดอัดทดสอบดังกล่าวจะต้องสอดคล้องกับการทำงานจริงในสนาม

การบดอัดจะต้องได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นแห้งจากการทดลองตามวิธีของ Modified Proctor Compaction Test โดยอนุโลมให้ความชื้นแตกต่างไปจากค่าความชื้นสูงสุดที่ได้ความหนาแน่นมากที่สุด (Optimum Moisture Content) ไม่เกิน $\pm 2\%$ บริเวณใดที่วัสดุหยาบและส่วนละเอียดแยกตัวออกจากกัน ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขโดยการขุดคุ้ยตลอดความหนาของชั้น แล้วทำการบดอัดใหม่ตามที่กล่าวไว้ในข้างต้น

ผู้รับจ้างต้องทำการควบคุมการเกลี่ย และบดอัดด้วยความระมัดระวัง โดยไม่ทำการบดอัดมากเกินไป อันจะทำให้เม็ดวัสดุขนาดใหญ่แตกออกเป็นเม็ดละเอียด ถ้านำตัวอย่างที่เก็บจากวัสดุที่อัดแน่นแล้วมาตรวจสอบแล้วพบว่าประกอบด้วยเม็ดที่เล็กกว่า 0.42 มม. (ผ่านตะแกรงเบอร์ 4) มากกว่า 50% จะต้องรื้อออก แล้วนำวัสดุที่ดีมาบดอัดใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

6.6 ท่อระบายน้ำลอดถนน

6.6.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการกำหนดตำแหน่ง สำนวณ ออกแบบ และก่อสร้างท่อระบายน้ำลอดถนนในกรณีที่ดินถนนเข้าโครงการตัดผ่านทางน้ำ หรือที่ลุ่มต่ำที่จะทำให้น้ำท่วมขังได้ โดยท่อระบายน้ำดังกล่าวจะต้องมีขนาด จำนวนที่เหมาะสม และมีขีดความสามารถในการระบายปริมาณน้ำโดยไม่ทำให้น้ำไหลบ่ามาตามพื้นดิน ไหลล้นข้ามหลังถนน

สำหรับการก่อสร้างท่อลอดถนนจะประกอบด้วย งานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินหรืองานดินขุดยากเพื่อวางท่อ
- งานรองพื้นรับท่อ และงานวางท่อ
- งานถมดินรอบอาคารและหลังท่อ
- งานปูหินเรียงป้องกันการกัดเซาะ

6.6.2 วัสดุ

- (1) คอนกรีตกำหนดตามหมวดที่ 7 เหล็กเสริมคอนกรีตกำหนดตามหมวดที่ 10
- (2) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามมาตรฐาน มอก.128 ชั้น 3
- (3) หินเรียง กำหนดตามหมวดที่ 8
- (4) วัสดุถมกลับ กำหนดตามหมวดที่ 5

6.7 หลักขอบทาง และหลักกันโค้ง

6.7.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องหล่อและติดตั้งหลักขอบทาง และหลักกันโค้ง บริเวณทางโค้ง หรือบริเวณที่เห็นว่าจะมีอันตรายในการสัญจรไปมา โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอตำแหน่งติดตั้งหลักขอบทาง และหลักกันโค้งดังกล่าวต่อผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการก่อสร้าง

6.7.2 วัสดุ

- (1) หลักขอบทาง และหลักกันโค้งคอนกรีตเสริมเหล็ก

งานคอนกรีตเสริมเหล็กกำหนดตามหมวดที่ 7 ส่วนเหล็กเสริมคอนกรีตกำหนดตามหมวดที่ 10

- (2) การทาสี

หลักขอบทาง และหลักกันโค้ง ให้ทาสีขาวสลับดำ ตามมาตรฐานกรมทางหลวงชนบท สำหรับสีขาวให้ใช้สีสะท้อนแสงทาสี 4 ด้าน และผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีห่อสีสะท้อนแสงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการก่อสร้าง

6.8 รางระบายน้ำ (Side Ditch)

6.8.1 ขอบเขตของงาน

ในกรณีที่ถนนทางเข้าโครงการผ่านบริเวณที่ลาดชัน ไหล่เขา ที่สูงชัน ซึ่งอาจทำให้น้ำไหลมาด้วยความเร็วสูง กัดเซาะดินคันทาง และผิวจราจรได้ ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างรางระบายน้ำลาดคอนกรีตตามมาตรฐานกรมทางหลวงชนบท โดยรางระบายน้ำดังกล่าวจะต้องรวบรวมน้ำไปยังจุดที่ระบายน้ำลงถนน โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบขนาดที่เหมาะสม และกำหนดช่วงที่ติดตั้ง เสนอต่อผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนการก่อสร้าง

6.8.2 วัสดุ

รางระบายน้ำ คสล. กำหนดตามหมวดที่ 7 ส่วนเหล็กเสริมคอนกรีตกำหนดตามหมวดที่ 10

6.9 การวัดงานและการจ่ายเงิน

- (1) งานดินถมคันทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (2) งานผิวทางลูกรัง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (3) งานหลักกันโคลง ให้วัดปริมาณงานเป็นหน่วยจ่ายในหน่วยตัน
- (4) งานท่อระบายน้ำลอดถนน ให้วัดปริมาณงานในหน่วยแห่ง
- (5) งานวางระบายน้ำ กำหนดเป็นเมตร

การวัดปริมาณงานตามรายการที่กำหนดนี้ให้วัดตามขอบเขตของงานที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง และ / หรือ อยู่ในดุลยพินิจของผู้ว่าจ้าง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา ซึ่งได้รวมการจัดหาวัสดุ แรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ก่อสร้าง ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการจัดทำแผนที่ภูมิประเทศตามแนวถนน และจัดทำแบบรายละเอียดเพิ่มเติมสำหรับงานที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 7

งานคอนกรีต

หมวดที่ 7

งานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)

7.1 ทัวไป

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

7.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติตามการดำเนินงานกับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปนี้เป็นข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES)

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหาอัตราส่วนผสมคอนกรีต (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 และ

ต้องส่งตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มฟองอากาศให้กับ คอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดฟองอากาศ (AIR METER) ไว้ด้วย

7.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

(1) ปูนซีเมนต์

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

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

(ค) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(ง) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยา ที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้อยคุณภาพ

(จ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(2) ทราย (วัสดุละเอียด)

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

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

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

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

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้ทรายมีความชื้นเพิ่มขึ้น

(3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องมือหินหรือย่อยด้วยฉ้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนเรียวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือส่วนเฉลี่ยมากที่สุดทางด้านเรียวยาวไม่มากกว่า 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

(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4" เล็กสุด เท่ากับตะแกรงเบอร์ 4)

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

ขนาดและลำดับขนาดหินย่อยเบอร์ 2

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

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

ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 3
(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 2 1/2 " เล็กสุด 1 1/2 ")

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

ขนาดและลำดับขนาดของกรวด

- ขนาดใหญ่สุดของกรวดต้องค้ำตะแกรง 1 1/2 " ไม่เกิน 5 % 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 จะต้องเป็นน้ำใสสะอาดไม่มีสารต่าง ๆ ต่อไปนี้เจือปนอยู่ เช่น น้ำมัน เกลือ ต่าง ตะกอนสารอินทรีย์ หรือวัตถุใด ๆ ที่เป็นอันตราย (DELETERIOUS SUBSTANCE)

(5) น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE)

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

(ก) AIR ENTRAINING ADMIXTURE เป็นน้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มฟองอากาศในคอนกรีตต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของ 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 ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิตหิน ทราย 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 นอกจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยอมให้วัดปริมาตรจากการเทียบหาสัดส่วนจากน้ำหนักของวัสดุนั้นๆ

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

7.2.6 การลำเลียงคอนกรีต

วิธี เครื่องมือ และเวลาในการลำเลียงคอนกรีตไปเทยังที่ ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมหยาบแยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

7.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้อง และให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ถือว่าผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหาย ใด ๆ

(2) ต้องเตรียมพื้นที่ที่เป็นผิวสัมผัสกับคอนกรีตให้สะอาดปราศจากน้ำโคลน 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 ชม.

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

(6) ระยะทางเทคอนกรีตทางตั้งต้องไม่เกิน 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 จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่ที่มีน้ำหรือเทใต้น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษนอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว

(11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้าตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น (CONSOLIDATION CONCRETE)

(1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเบียดกันแน่น

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

(3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก็อนุโลมในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกัน

ประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหวที่ผิวหน้าคอนกรีต การฟังเสียงของการสั่นคงที่หรือความรู้สึกที่มือถือเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีตในชั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้นเสมอกันได้ดีทุกชั้นในการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริม

7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดหารูปกรณ์ที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถ เพื่อเก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

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

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

(3) การทดลองแท่งคอนกรีต

(ก) แบบหล่อ (MOLD) ต้องเป็นเหล็กประกอบกันเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 6 " และสูง 12 " วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้ว และถูกยึดด้วยสกรูชนิดก่อนหล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อนั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องการให้ผู้รับจ้าง เก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการลำเลียงไปถึงที่ ที่จะเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการ วิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

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

(ง) การกระทุ้งครั้งแรกต้องกระทุ้งให้ถึงแผ่นเหล็กที่เป็นฐานของ MOLD ส่วนการกระทุ้งชั้นสองและชั้นสามให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นที่กระทุ้งไปแล้วเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งชั้นที่สามแล้ว ใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ

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

- (ก) พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ
- (ข) พื้นที่วางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใด ๆ
- (ค) การปาดผิวหน้าให้ใช้ควมระมัดระวังอย่าให้ผิวฉุน
- (ง) แบบเมื่อหล่อคอนกรีตแล้วควรไว้ในร่ม ไม่ให้ถูกแดดหรือฝน
- (จ) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบ

ในวันรุ่งขึ้น

- (ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ
- (ช) เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยวบยัวและหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ
- (ซ) จะต้องคลุมแท่งคอนกรีตด้วยกระสอบชื้นหรือแช่น้ำไว้ไม่น้อยกว่า 5 วัน แล้วนำลงบรรจุในหีบซึ่งมีทรายเปียกล้อมรอบทุกด้านหนาไม่น้อยกว่า 5 ซม. แล้วจัดส่งให้ห้องทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพ
- (ณ) แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรนำมาทดลอง

7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดลองหาแรงอัด

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เก็บได้แล้วตามข้อ 7.2.9 วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะต้องดำเนินการจัดส่งไปทดสอบยังที่เป็นที่เชื่อถือและทางราชการยอมรับ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด การทดสอบจะดำเนินการตามเกณฑ์ต่อไปนี้

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

(2) กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

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

7.3 แบบหล่อคอนกรีต

7.3.1 ทั่วไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยรั่ว อันที่จะทำให้หน้าซีเมนต์ไหลออกได้และความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีต โดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนว ผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็ก

7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม้บีดเบี้ยวไม่มีรอยบุบปะสอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมียุณภูมิเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลับสายตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและความหนาสม่ำเสมอ การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

7.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ

ควรใช้ไม้แบบหรือไม้บุแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน จะอนุโลมให้ใช้ไม้แบบเช่นนี้ได้

7.3.5 การยึดแบบ

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

7.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกรปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูน จะไม่ต้องการทาด้วยน้ำมัน

7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

7.4.1 ทั่วไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้จะนั้น 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 ทัวไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้ โดยเฉพาะก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบ และต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

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

7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (DRYPACK MORTAR)

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้งจะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

(1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัดลวด เหล็ก หรือนอตที่ใช้ยึดแบบออก

(2) ร่องแฉกๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตบแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะ ดังนี้

- (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) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและกึ่งยังดินเกินไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต
- (2) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

7.5.5 การซ่อมด้วย EPOXY

การซ่อมด้วย EPOXY นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือจะใช้เมื่อไม่มีความมั่นใจว่า การซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัสดุที่ใช้ซ่อมกับคอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำได้ตามคาดหมาย และจะใช้ EPOXY เมื่อคอนกรีตเป็นแผลรอยกระแทะบาง

หมายเหตุ รายละเอียดการซ่อมคอนกรีตให้ถือตามคำแนะนำใน CONCRETE MANUAL พิมพ์ครั้งที่ 4 บทที่ 7 ของ U.S. BUREAU OF RECLAMATION

7.6 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดีเมื่อเกิดฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องหาวัสดุมาปกปิดผิวหน้าคอนกรีต 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 โดยใช้น้ำยา 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 โดยการเขียนด้วยสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

(1) ลักษณะทั่วไป น้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไม่ไวไฟ และไม่เป็นน้ำยาที่หมดอายุแล้ว

(2) คุณภาพ น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

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

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

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

7.8 รอยต่อคอนกรีต

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามที่แสดง หรือกำหนดไว้ในแบบอย่างเคร่งครัด รอยต่อในอาคารคอนกรีตแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

7.8.1 รอยต่อง่อสร้าง (CONSTRUCTION JOINT)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อง่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดส่วนที่ยู่สกปรกและไม่แข็งแรงต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้น้ำฉีดหรือทรายฉีด (SAND BLAST) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อง่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบเพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

7.8.2 รอยต่อเฝือหด (CONTRACTION JOINT)

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

7.8.3 รอยต่อเฝือขยาย (EXPANSION JOINT)

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

7.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต

7.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (WATERSTOP)

จะต้องเป็นวัสดุประเภทยาง (RUBBER) หรือสารสังเคราะห์ P.V.C. (POLYVINYL CHLORIDE) ก็ได้ ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ แผ่นกันน้ำรั่ว (WATERSTOP) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ทำตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ หรือตามที่แบบกำหนด การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ การติดตั้งแผ่นกันน้ำ จะต้องฝังแผ่นกันน้ำในแต่ละส่วนของคอนกรีตที่มาต่อกันให้มีระยะเท่ากัน แต่ทั้งนี้ตำแหน่งของแผ่นกันน้ำอาจ

คลาดเคลื่อนจากระยะครึ่งหนึ่งของความหนาของคอนกรีตได้บ้าง ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ลักษณะของแผ่นกันน้ำจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่ว ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นกันน้ำรั่วติดกับแบบจนทำให้แผ่นยางกันน้ำทะลุที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันตราย

แผ่นกันน้ำรั่วทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น P.V.C. จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

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./ชม2 เมื่อขาด	ไม่น้อยกว่า 175 กก./ชม2 เมื่อขาด
3.	แรงดึงเมื่ออบด้วย ออกซิเจนภายใต้ อุณหภูมิ 70 ° ซ แรงดัน 21 กก./ชม2	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 ต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้แน่นดีน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณสมบัติของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยึดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยึดตัวได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่า และหดตัวได้ครึ่งหนึ่งของขนาดเดิมโดยไม่มีการฉีกหรือปริแตกแต่อย่างใดและต้องไม่เกิดการล้าตัวในเนื้อของมันด้วยต้องมีความแข็งไม่น้อยกว่า SHORE “A” DUROMETER ประมาณ 30-40 ที่อุณหภูมิ 24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่ออายุได้ 7 วัน เป็นวัสดุชนิด TWO - PART POLYSULPHIDE LIQUID POLYMER

7.9.3 ELASTIC FILLER

เป็นแผ่นใยใส่รอยต่อคอนกรีตจะต้องประกอบด้วย 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 (Elastic Filler)

- (1) ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้ง Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) บริเวณรอยต่อเพื่อขยายดังแสดงในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งการ
- (2) วัสดุ
 - (ก) Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ที่ใช้ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ และมีความสมบัติสอดคล้องตามมาตรฐาน ASTM D1751
 - (ข) อย่างน้อย 60 วัน ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอตัวอย่างพร้อมข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาอนุมัติ
- (3) การติดตั้ง
 - (ก) ขอบนอกของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ต้องติดตั้งให้เรียบขนานกับขอบแบบหรือผิวของคอนกรีตตามแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งการ
 - (ข) รอยต่อของ Bituminous Fiber Sheet (Elastic Filler) ในสถานที่ก่อสร้างจะต้องมีให้น้อยที่สุด

7.10 คอนกรีตล้น (MASS CONCRETE) ผสมกับหินทิ้ง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.30 ม.

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

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

การปฏิบัติในการเทคอนกรีตล้นผสมกับหินใหญ่จะต้องเทคอนกรีตล้นกับหินใหญ่สลับกันเป็นชั้นๆ ส่วนหลักเกณฑ์และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆ ให้ยึดถือตามข้อกำหนดของสัญญา

(1) ชั้นแรก ต้องใช้คอนกรีตล้นเทลงไปก่อน ให้มีความหนาหลังจากการเกลี่ยน้ำเสมอและทำให้แน่นแล้ว 20 ซม.

(2) ชั้นที่สอง เทหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ทับลงให้มีความหนาไม่เกิน 30 ซม. โดยให้มีช่องว่างระหว่างหินเพียงพอที่คอนกรีตที่จะเททับชั้นที่สาม สามารถแทรกตัวเข้าไปได้ หลังจากได้จัดเรียงหน้าให้เสมอกันแล้ว

(3) ชั้นที่สาม เทคอนกรีตล้นทับชั้นที่สอง และใช้เครื่องเขย่าแบบหัวจุ่มเหยียดตามชอกหินจนทั่ว ถ้าเป็นชอกหินเล็กๆ ก็ใช้เหล็กเกลี้ยงกลมขนาด 16 มม. ทำหัวให้มนกระทุ้งตามชอกที่เล็กๆ หรือใช้เครื่องมือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำการเขย่าและการกระทุ้งต้องทำจนกระทั่งคอนกรีตล้นแทรกซึมเข้าไปในชอกหินตลอดทั่วถึงกัน จนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หลังจากเทคอนกรีตล้นทับหินใหญ่เสร็จแล้ว ชั้นหนึ่งๆ ต้องให้คอนกรีตล้นปิดทับบนหินใหญ่มีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 ซม.

(4) ชั้นต่อไป ให้ทำตามขั้นตอนดังกล่าว นั่น คือ เทหินใหญ่และแล้วเทคอนกรีตล้นสลับกันไปจนแล้วเสร็จ

7.11 BLOCKOUT

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

7.12 เหล็กเสริมคอนกรีต

7.12.1 ทั่วไป

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

นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น เหล็กเสริมต้องผลิตขึ้นในประเทศไทย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มอก. 24-2548 สำหรับเหล็กข้ออ้อย และ มอก.20-2543 สำหรับเหล็กเส้นกลม ซึ่งอาจจะเป็นเหล็กเกลียวกลม (ROUND BARS) หรือเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

เหล็กเสริมทั้งหมดต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสี หรือการเสียหายอย่างอื่น ๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

7.12.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติ (PROPERTIES) ของเหล็กเสริม

ทั้งเหล็กเสริมชนิดเกลียวกลม (ROUND BARS) และเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ที่ได้กำหนดให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ (GRADE) โดยใช้ตัวย่อ “SR 24” และ “SD 30 “ 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	แมงกานีส	ฟอสฟอรัส	กำมะถัน	ถ่าน+แมงกานีส 6
SR 24	0.25	-	0.05	0.05	-
SD 30	0.25	-	0.05	0.05	0.45

7.12.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องตัดให้ตรง การตัดและตัดต้องใช่วิธีตัดตัดเย็น (BENT AND CUT COLD) ด้วยเครื่องมือและวิธีการที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบและได้รูปร่างตามส่วนโค้งงอที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

การผูกเหล็กเสริมให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกมัดให้แน่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้ออปปับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

การติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดให้ผูกมัดด้วยลวดเหล็กอย่างน้อย 2 รอบ และต้องผูกให้แน่นคง แข็งแรง ปลายลวดเหล็กที่เหลือไม่ต้องตัดทิ้ง ให้ออปปับไว้ข้างหลังเหล็กเสริมนั้นๆ

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

7.12.4 เหล็ก DOWEL

เหล็ก DOWEL ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียดก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด DOWEL ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่ และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

7.13 Anchor Bar

7.13.1 ทัวไป

งาน Anchor Bar เป็นงานที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งได้แก่ เหล็กเส้นข้ออ้อย Non-Shrink และอื่นๆ เพื่อมาจัดทำงาน Anchor Bars ของฝายและบริเวณอื่นๆ ที่ระบุในแบบ ให้มีระดับความลึกตำแหน่ง และรับแรงดึงได้ตามที่แบบกำหนดไว้

7.13.2 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในงาน Anchor Bar อย่างน้อยต้องประกอบไปด้วย

(1) เหล็กเส้นข้ออ้อยขนาดระบุตามแบบก่อสร้าง ชั้นคุณภาพ SD30 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24-2548

(2) มอดาร์ ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราวยละเอียด และน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสมต่อน้ำหนักระหว่างปูนซีเมนต์และทราย เท่ากับ 1 : 1 และมีการยุบตัวเท่ากับ 80 มม. หรือวัสดุอื่นใดตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดหรืออนุมัติ

(3) ในกรณีที่ต้องใช้ท่อกรุกันหลุมพัง ให้ผู้รับจ้างจัดหาท่อ Steel Pipe ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 276-2532 Class 2 หรือเทียบเท่า เพื่อนำมาใช้เป็นท่อกรุกันหลุมพัง

7.13.3 การติดตั้ง

(1) การเตรียมงานและเครื่องมือ

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมผสมและอัดฉีดมอดาร์ให้มีความเหมาะสมตามสภาพงาน

(ข) การเจาะหลุมเพื่อติดตั้ง Anchor Bar ให้ผู้รับจ้างใช้เครื่องเจาะแบบ Percussion Drilling หรือ Rotary Drilling ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

(ค) ผู้รับจ้างเสนอเครื่องทดสอบแรงดึง วิธีการทดสอบ ตามมาตรฐานที่ผู้รับจ้างกำหนด หรือตามมาตรฐานการทดสอบ Pullout Test ตาม BS. 8081:1980

(2) การทำงาน

เมื่อผู้รับจ้างขุดดินหรือขุดระเบิดหินบริเวณก่อสร้างจนได้ความกว้างและลึกจนถึงระดับตามที่แบบกำหนดแล้ว ให้ผู้รับจ้างกำหนดการทำงาน Anchor Bars หลุมเจาะตามข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นในสภาพภูมิประเทศปัจจุบันดังนี้

(ก) ให้มีขนาดของหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร และให้ความลึกถึงชั้นหินที่แท้จริง ระยะฝังอยู่ในชั้นหินตามแบบที่กำหนดไว้ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด หรือตามผลของการทดสอบตัวอย่างจริงในสนาม

(ข) ให้จัดหา Steel Pipe เป็นท่อกรุกันหลุมเจาะฝังในกรณีก่อนที่จะถึงชั้นหินอย่างแท้จริง พบดินหรือดินชุกตยาก หลังจากเจาะเสร็จแล้วจะต้องสวมท่อ Steel Pipe แทนไว้

(ค) การเจาะหลุมให้มีความลึกในชั้นหินจนกระทั่งที่ผู้รับจ้างคาดว่าจะเมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะผ่านการทดสอบ Pullout Test และรับแรงดึงได้ตามที่แบบกำหนดไว้

(ง) การจัดเตรียมเหล็กเส้นข้ออ้อย ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องประมาณความลึกของหลุมเจาะรวมกับระยะฝังเข้าไปในพื้นคอนกรีตตามที่แบบกำหนดไว้ ห้ามต่อเหล็กเส้นดังกล่าวในทุกกรณี

(จ) ให้ติดตั้งเหล็กเส้นตามข้อ (ง) โดยจะต้องยึดปลายด้านล่างให้อยู่ตรงกลางหลุมอย่างแท้จริง และทำการเป่าเศษวัสดุที่ตกค้าง กำจัดน้ำให้แห้งสนิทและ Plug ปากหลุมเว้นไว้เฉพาะรูสอดสายฉีดน้ำปูน

(ฉ) ห้ามผู้รับจ้างระเบิดหินบริเวณก่อสร้าง หลังจากทำการอัดฉีดมอร์ต้าแล้ว

7.13.4 การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบการรับแรงดึงของ Anchor Bar ซึ่งเป็นที่ยอมรับและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ก่อนการติดตั้ง Anchor Bar ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดลองติดตั้งและทดสอบการรับแรงดึง ในบริเวณใกล้เคียงสถานที่ติดตั้งจริง โดยมีสภาพเหมือนกับการติดตั้งจริงทุกประการ เมื่อครบ 28 วันแล้ว จะต้องทดสอบการรับแรงดึงของ Anchor Bar ซึ่งจะต้องรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กก./ตร.ซม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ กรณีที่การทดสอบไม่ผ่านผู้รับจ้างจะต้องทดสอบติดตั้งใหม่โดยเจาะให้ลึกกว่าเดิม และให้ใช้ความลึกใหม่ในการกำหนดความลึกสำหรับการติดตั้งจริง

ผู้รับจ้างจะต้องทำการสุ่มทดสอบการรับแรงดึง (Pull Out Test) ของ Anchor Bar ที่ติดตั้งแล้วเสร็จตามแบบ หลังจากดำเนินการติดตั้ง Anchor Bar แล้ว 28 วัน โดยใช้แรงดึง 1,500 กก./ตร.ซม. โดยการทดสอบแรงดึง ให้ทำการทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 5% ของจำนวน Anchor Bar ที่ติดตั้งทั้งหมด หากพบว่าหลุมใดไม่ผ่านการทดสอบผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ โดยอาจจะเจาะให้ลึกลงไปอีกหรือตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

7.14 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต

7.14.1 ทั่วไป

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

7.14.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต

นอกจากจะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบรายละเอียด

(1) ความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่ง

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

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

(2) ความคลาดเคลื่อนของระดับ จากที่บ่งไว้ในแบบ

(ก) พื้น เพดาน และ คาน

สูง 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร

สูง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

สูง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

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

(3) ความคลาดเคลื่อนในแนวราบจากตำแหน่งที่กำหนดไว้

- ช่วง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.006 เมตร

- ช่วง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(4) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง หรือขนาดของช่องเปิดที่พื้น หรือกำแพง

- ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ + 0.012 เมตร

(5) ความคลาดเคลื่อนของ FOOTING

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

7.14.3 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

7.15 การวัดงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานคอนกรีต เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

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

- งานไม้แบบ นั่งร้าน ตะปู สลักเกลียว และอุปกรณ์ที่ใช้ยึดต่างๆ และโครงสร้างชั่วคราวอื่นๆ เพื่อการจัดทำโครงสร้างคอนกรีต ไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากโดยให้รวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานคอนกรีต

(1) คอนกรีตหยาบ และคอนกรีตล่วนปนหินใหญ่ ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานแบบหล่อ การหล่อคอนกรีต งานคอนกรีต การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา

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

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

(4) PVC WATERSTOP ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือโดยคำสั่งของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(5) ELASTIC FILLER หรือ BITUMINOUS FIBER SHEET ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

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

(7) SEALING COMPOUND ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

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

(9) ANCHOR BAR ให้วัดปริมาณงานเป็นชุดตามที่ได้ติดตั้งแล้วเสร็จเรียบร้อย ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย การเจาะรูในชั้นหิน และงานติดตั้งหรือฝังเหล็กตามความยาวที่กำหนด การจ่ายเงินจะจ่ายไว้ในราคาต่อหน่วยตามที่ได้ตกลงในสัญญา โดยรวมค่างานเจาะ ค่าทำความสะอาดรูเจาะ ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าติดตั้ง ค่าอัดฉีดมอร์ตาร์ และค่าทดสอบไว้แล้ว

หมวดที่ 8

**หินเรียง หินเรียงยาแนว หินก่อ
และงานลดแรงดันน้ำ**

หมวดที่ 8

หินเรียง (RIPRAP)

8.1 ทัวไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างหินเรียง รวมถึงงานรองพื้นให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมงานก่อสร้าง พิจารณาเห็นสมควรให้จัดทำ

8.2 หินเรียง (RIPRAP)

หินเรียงเป็นการก่อสร้างโดยการนำเอาหินใหญ่มาวางเรียงบนชั้นวัสดุรองพื้น บริเวณงานป้องกันการกัดเซาะต่างๆ หรือบริเวณที่แบบก่อสร้างได้กำหนดไว้ โดยในการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพื้นชั้นล่างให้มีความแน่นก่อนที่จะจัดเรียงหินใหญ่ให้ชิดที่สุด จากขนาดเล็กสุดวางด้านในติดกับชั้นวัสดุรองพื้น จนถึงขนาดใหญ่สุดวางที่ผิวของหินเรียง และต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการแยกตัว หินเรียงจะต้องวางซ้อนกันคล้ายเกล็ดปลา เรียงจากด้านล่างขึ้นไปด้านบน ผิวหน้าเรียบมีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

8.3 วัสดุ

1) หินเรียง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหินที่มีความแข็งแรง ทนทาน และต้องมีคุณสมบัติ ต่อไปนี้

- (1) ความถ่วงจำเพาะที่จุดอิ่มตัว และผิวแห้งต้องไม่น้อยกว่า 2.65
- (2) ความต้านทานต่อการขัดสี เมื่อทดสอบโดยเครื่อง Los Angeles Abrasion Test ส่วนสูญหายต้องไม่เกิน 40%
- (3) ทดสอบ Soundness เปอร์เซ็นต์การสูญเสียต้องไม่มากกว่า 12% โดยน้ำหนัก

2) กรวดทรายรองพื้น ประกอบด้วยส่วนผสมของหิน หรือกรวด กับทราย ที่มีความแข็งแรง ทนทาน ปราศจากก้อนดินเหนียว โคลนเลน ตะกอน และอินทรีย์วัตถุเจือปน และต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- (1) ความต้านทานต่อการขัดสี เมื่อทดสอบโดยเครื่อง Los Angeles Abrasion Test ส่วนสูญหายต้องไม่เกิน 40%
- (2) ทดสอบ Soundness เปอร์เซ็นต์การสูญเสียต้องไม่มากกว่า 12% โดยน้ำหนัก
- (3) ขนาดคละเป็นไปตามตาราง

ตารางแสดงขนาดละเอียดของกรวดทรายรองพื้น

ขนาดตะแกรง (มาตรฐานอเมริกัน)	% ผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก
1 1/2"	80-100
3/4"	65-85
3/8"	48-72
No.4	40-58
No.16	20-35
No.40	5-20
No.200	< 5

3) ทรายหยาบรองพื้น

ทรายหยาบบดอัดแน่นเป็นทรายน้ำจืด มีขนาดตั้งแต่ 4.75 มม. (ตะแกรงเบอร์ 4) ลดหล่นลงไป โดยยอมให้มีส่วนที่ค้างตะแกรงเบอร์ 4 ได้ไม่เกิน 5% และมีตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่เกิน 10%

8.4 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) หินเรียง ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่าง งานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ

(2) กรวดทรายรองพื้น ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่ง ลาดและรูปร่าง งานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ

หมวดที่ 9

ท่อนกกริตเสริมเหล็ก

หมวดที่ 9

ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCED CONCRETE PIPE)

9.1 ทัวไป

ท่อคอนกรีตที่จะใช้ในงานอาคารต่างๆ ซึ่งแสดงไว้ในแบบรายละเอียดจะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยี่ยม ไม่เปื่อย ไม่มีรอยร้าวแตกบิ่น แตกกลาย หรือมีผิวขรุขระมากกว่าปกติบรรดาท่อต่างๆ เหล่านี้ จะต้องตรงตามมาตรฐานท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นที่ 3 ตามมาตรฐานของ มอก. 128 เว้นไว้แต่จะได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต โดยที่ปลายท่อจะสอดเข้ากันได้พอดี ฉะนั้นเมื่อนำท่อมาต่อเข้าด้วยกันและฉาบปูนเรียบร้อยแล้ว ท่อดังกล่าวจะยาวติดต่อกันเป็นท่อน้ำที่ไม่รั่วซึม ผิวท่อกายในราบเรียบ และอยู่ในแนวเดียวกัน

ในการวางและต่อท่อ จะต้องดำเนินการอย่างถูกต้องตามวิธีการ ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ

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

ถ้ากำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดว่าจะต้องกรุทรายหรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วลงในก้นหลุมที่ขุดไว้ ในที่ซึ่งกำหนดให้กรุก้นหลุมเช่นที่กล่าวจะต้องขุดก้นหลุมให้มีความลึกเพียงพอที่จะสามารถกรุก้นหลุมซึ่งอยู่ใต้ท่อด้านล่างให้ได้ความหนาตรงตามที่กำหนดและจะต้องกลบทับด้วยชั้นของทรายสะอาด หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วตามที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และบดอัดให้แน่น ผิวหน้าของก้นหลุมจะต้องตกแต่งให้ได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในตอนต้น ทั้งนี้เพื่อให้เรียบเสมอกันและมั่นคงแข็งแรงพอรองรับท่อที่จะนำมาวาง

9.3 การวางและการต่อท่อ

เมื่อนำท่อแต่ละท่อมาวางลงในหลุมจะต้องจัดวางให้เข้าที่ตรงตามแนวท่อที่อยู่ติดกันและต้องให้รอยต่อตรงศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อลดการเคลื่อนที่อันอาจเกิดขึ้นที่ด้านในของท่อตรงรอยต่อปลายท่อส่วนที่นำมาต่อกันจะต้องทำความสะอาดทั้งด้านนอกและด้านในของท่อ

เมื่อกว้านท่อเรียบร้อยแล้วถ้าตรงรอยต่อยังมีช่องโหว่อยู่จะต้องอัดปูนฉาบลงไปให้เต็มและจะต้องฉาบปูนรอบนอกตรงรอยต่อจะต้องจัดการกวาดเศษปูนฉาบออกและตกแต่งให้เรียบร้อย ในการวางท่อและต่อท่อทุกครั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันมิให้น้ำรั่วซึมตรงรอยต่อ ถ้าหากจำเป็นต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อภายหลังที่วางท่อเรียบร้อยแล้วจะต้องรื้อและต่อท่อใหม่ เมื่อการวางและต่อท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำความสะอาดด้านในของท่อและขนส่งวัสดุออกไปทิ้ง

ปูนฉาบที่ใช้ในการต่อท่อจะต้องไม่ให้มีส่วนผสมของปูนมากกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสะอาดที่ร่อนดีแล้วหนึ่งส่วนโดยน้ำหนักและต้องไม่ใส่ปูนน้อยกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสองส่วนโดยน้ำหนักและน้ำจำนวนหนึ่งเพียงเพื่อให้ปูนผสมมีความชื้นพอเหมาะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อตามที่กำหนดได้

ปูนฉาบส่วนที่ยังไม่นำไปใช้และแข็งตัวจนทำให้ไม่แน่ใจว่าจะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อให้เป็นที่ยอมรับได้ ไม่ให้นำไปทำให้อ่อนตัวลงอีกจะต้องทิ้งไปและในการเตรียมปูนฉาบจะต้องผสมที่ละน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแข็งตัวก่อนนำไปใช้ ส่วนปูนฉาบสำหรับอุดรูโหว่จะต้องให้มีความชื้นพอที่จะสามารถเกาะติดอยู่ที่ส่วนปลายของท่อได้

ในการต่อท่อคอนกรีตเข้ากับตัวอาคารจะต้องทำโดยการวางท่อคอนกรีตลงในที่ก่อนลงมือเทคอนกรีตหรือโดยใช้วิธีอื่นๆ ตามที่แสดงเป็นรายละเอียดไว้ในแบบ

9.4 การถมอัด

ในการถมอัดรอบๆ ท่อจะต้องทำการถมอย่างระมัดระวังและจะต้องถมพร้อมกันทั้งสองข้างท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ท่อเลื่อนไหลไปทางข้าง ๑ และข้อต่อชำรุดเสียหาย

ขณะที่วางท่อแต่ละท่อนลงไปจะต้องใส่วัสดุสำหรับถมอัดตามที่เลือกไว้ลงไปให้มีจำนวนเพียงพออย่างระมัดระวังและกระทุ้งส่วนล่างของตัวท่อแต่ละข้างให้ตลอดแนวยาวของท่อ เว้นแต่ตรงข้อต่อ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประคองให้ท่อวางอยู่ในที่ได้อย่างมั่นคง

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

9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ

การเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือเทโดยรอบท่อ จะต้องกระทำโดยวิธีการดังต่อไปนี้

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

ในกรณีที่ท่ออาจลอยขึ้นในระหว่างการเทคอนกรีตนั้นจะต้องตรึงท่อให้แน่นเพื่อป้องกันการลอยของท่อดังกล่าว

ท่อที่ถูกเทคอนกรีตโดยรอบนั้นตรงรอยต่อของท่อด้านในจะต้องใช้ปูนฉาบอัดแต่งให้เรียบเสมอกับผิวท่อ

9.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน

งานวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้คิดปริมาณรวมไปในราคาต่อแห่งของงาน PIPE CULVERT ในหมวดที่ 6 รายการ 6.10.1(4) และ 6.10.2(2)

หมวดที่ 10

งานหลัก

หมวดที่ 10 งานเหล็ก (STEEL WORKS)

10.1 ทัวไป

งานเหล็ก หมายถึง การจัดหา ประกอบและติดตั้งเหล็กจากช่อง GROOVE เหล็กบันไดลิง ตะแกรง กันสวะ บานระบาย ท่อเหล็กระบายอากาศ ท่อเหล็กรวกกันตก ฝาตะแกรงเหล็ก และอื่น ๆ ซึ่งได้ระบุรายละเอียดไว้ในแบบแปลน

10.2 มาตรฐาน (STANDARDS)

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 (STEEL WORKS) 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 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดแล้วดู 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 หรือเจาะรูจะต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในข้อจำกัด (TOLERANCE) ที่ยอมรับ ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือการเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง BOLT ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าอย่างเดียวและมีความละเอียดถูกต้องเพื่อสามารถใส่ 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 ไม่มีตามรูโพรง (GAS POCKET) หรือการหลอมเหลวที่ไม่สมบูรณ์ หลังจากการเชื่อมเสร็จแต่ละครั้ง จะต้องเคาะขี้เชื่อมออกเพื่อตรวจความเรียบร้อยถูกต้องเสียก่อนที่จะทำการเชื่อมหรือทาสีต่อไป

10.6 การยึดด้วยน็อต (BOLT & NUT)

การเจาะรูสำหรับใส่ น็อต จะต้องทำด้วยความปราณีต มีขนาดถูกต้องตามแบบ และทาด้วยสีกันสนิม น็อตที่ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยม พร้อมแหวนรองก่อนสวมใส่ตัวน็อต จะต้องจัดให้รูอยู่ตรงกันดีเสียก่อน เพื่อให้สามารถสอดใส่ตัวน็อตได้โดยสะดวก และห้ามใช้ฆ้อนเคาะตัวน็อต

10.7 การประกอบในโรงงาน

การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของงานเหล็กที่กระทำในโรงงาน จะต้องจัดทำให้เป็นไปตามมาตรฐานโรงงาน โดยทั่วๆ ไป สำหรับงานชนิดนั้นๆ โดยต้องคำนึงถึงลักษณะ และหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ให้มีความละเอียดถูกต้อง เพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานภายหลัง ชิ้นส่วนของงานเหล็กก่อนจะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน จึงจะนำไปดำเนินการในขั้นต่อไปได้

10.8 การติดตั้ง

บานระบาย ท่อเหล็ก และงานเหล็กชนิดอื่นๆ จะต้องประกอบติดตั้ง ให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การติด การเชื่อม การกลึง และการเจาะรู ฯลฯ ตลอดจนการประกอบบานระบายพร้อมกับกรอบบาน และการประกอบเครื่องกว้าน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์อย่างมีมาดำเนินการให้ได้คุณภาพของงานดีตามความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

บานระบาย ท่อเหล็ก บันไดลิง ราวบันได ตะแกรงกันสวะ และงานเหล็กอื่นๆ ก่อนนำมาทำการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ถึงความเรียบร้อยไม่มีความเสียหาย เนื่องจากการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตก หรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจะต้องได้รับการซ่อมแซมให้เรียบร้อยเสียก่อน

การติดตั้งจะต้องทำด้วยความปราณีตชิ้นส่วนซึ่งต้องเคลื่อนไหวยจะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวังทำการปรับให้เคลื่อนไหวยได้สะดวก ให้สัมพันธ์กับลักษณะหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้งประตูน้ำเหล็กหล่อและงานเหล็กอื่นๆ ให้ถูกต้องตามแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดชิ้นส่วน และให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่เคลื่อนไหวยและทำการทดลองปิด - เปิด ตลอดทำการปรับแต่งให้สามารถ ปิด - เปิด ได้สะดวกและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

10.9 งานทาสี

(1) ทัวไป

ใช้กับงานทาสีเหล็กสำหรับงานด้านชลศาสตร์ (HYDRAULIC STEEL WORKS) ทุกประเภท ทั้งในส่วนที่จมน้ำ เปียกน้ำ หรือตากแดด ตากฝน ตามแบบที่กำหนด แต่ไม่รวมถึงงานทาสีเหล็กสังน้ำ 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 ชินแคลร์เพนท์ (ประเทศไทย) จำกัด ชิกม่า (ประเทศไทย) จำกัด ภาชนะบรรจุจะต้องปิดผนึกจากโรงงาน โดยมีตราและรายละเอียดจากโรงงานอย่างพร้อมมูล โดยไม่ถูกเปิดมาก่อน ก่อนนำสีแต่ละชนิดมาใช้งาน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณสมบัติ ของสีแต่ละชนิดจากโรงงานผู้ผลิตต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติให้ตรงตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดทางด้านเทคนิคหรือแบบก่อสร้าง

(2) การเตรียมผิวโลหะก่อนทาสี

ผิวโลหะก่อนทาสี จะต้องทำการพ่นด้วยทราย (SAND BLAST) หรือขัดด้วยแปรงลวดขัดด้วยด้ามมอเตอร์ไฟฟ้า จนได้ตามมาตรฐานของ SWEDISH STANDARD SIS 055900 ดังต่อไปนี้ งานเหล็กจมน้ำมาตรฐาน SA 2.5 งานเหล็กสัมผัสอากาศ มาตรฐาน ST3 ส่วนงานเหล็กหล่อให้ทำความสะอาด ผิวเหล็กให้สะอาดปราศจากคราบน้ำมันหรือสิ่งสกปรกต่างๆ

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 หนาน้อยกว่า 0.07 มม. ชั้นที่สามและชั้นที่สี่ ให้ทาสีด้วย CHLORINATED RUBBER BASED

FINISH อีก 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.035 ม. งานทาสีชั้นที่สองถึงชั้นที่สี่ อาจกระทำมาจากโรงงาน หรือที่โครงการก็ได้

(ค) งานเหล็กหล่อ

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

(4) วิธีการทาสี

กระทำในวันที่ได้ทำความสะอาดพื้นที่ผิวเสร็จเรียบร้อยแล้ว พื้นที่ที่จะทาจะต้องแห้งสนิท ปราศจากความชื้น

การทาในชั้นแรก จะทาด้วยแปรง สำหรับในชั้นต่อไป อาจจะใช้วิธีพ่นหรือตามคำแนะนำ ของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

การทาสี ควรทำในวันที่มีอากาศแจ่มใสมีแดดดี ไม่มีดคริม หรือฝนตก การทาสีจะต้องทา ติดต่อกันโดยตลอดในชั้นหนึ่งๆ ให้เรียบด้วยความหนาที่สม่ำเสมอโดยตลอด และต้องทิ้งสีในชั้นแรกนี้ให้ แห้งสนิท จึงจะสามารถทาสีในชั้นต่อไปได้

ก่อนที่จะทาสีในชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมแซมการทาสีในชั้นแรก เช่น รอยเยิ้มของสี การ ขูดข่วน ตลอดจนทำความสะอาดฝุ่นละออง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในภายหลังการทาสีครั้งแรกให้เรียบร้อย เสียก่อน

งานทาสีในระยะต่างๆ ตามขั้นตอนของงานทาสีจะต้องจัดทำโดยผู้ชำนาญงานในด้านนี้ และ จะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกระยะขั้นตอนเช่นกัน

งานทาสีแต่ละชั้น ต้องทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบอาจใช้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (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 งานบานระบาย และเครื่องกว้าน

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างทำการผลิตและจัดหาอุปกรณ์และติดตั้ง บานระบาย และเครื่องกว้าน ของอาคารฝาย (Weir) ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

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

เนื่องจากแบบมาตรฐานบางแบบ ผู้รับจ้างไม่อาจหาซื้อเหล็กรูปพรรณที่กำหนดไว้ในแบบได้ ผู้รับจ้างอาจเปลี่ยนใช้เหล็กรูปพรรณที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบันได้ ถ้าหากเหล็กรูปพรรณนั้นมีลักษณะและคุณสมบัติเทียบเท่าและเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. หรือ มาตรฐานต่างประเทศที่เชื่อถือได้ โดยขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน

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 ระยะต่าง ๆ ในการตัดหรือเจาะรูต้องใกล้เคียง หรืออยู่ในพิสัยที่ยอมรับได้ (Tolerance) ความไม่เรียบร้อยอันเกิดจากการตัดหรือเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบร้อย การเจาะรูเพื่อฝัง Bolt ให้เจาะด้วยสว่านไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว และมีความละเอียดถูกต้องเพื่อสามารถใส่ Bolt ได้โดยสะดวก

เหล็กหล่อจะต้องไม่มีรอยแตกร้าว ถ้ามีรอยแตกร้าว ก่อนจะทำการเชื่อมแซมต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน

(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 เพื่อตรวจดูความเรียบร้อยและความถูกต้องก่อนที่จะทำการทาสีต่อไป

ช่างเชื่อมที่ถูกมอบหมายให้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบ การเชื่อมตามมาตรฐาน AWS "Standard Qualification Procedure"

ในการนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจสั่งให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อม โดยวิธีการไม่ทำลายได้ตามมาตรฐานของ ASME

(ง) การเจาะรูเพื่องานยึดด้วย Bolts ทุก ๆ รูจะต้องทำด้วยความละเอียดถูกต้อง เพื่อความสะดวกในการสอดใส่ตัว Bolts รอยเจาะรูที่ไม่เรียบร้อย มีเศษเหล็กติดอยู่ จะต้องขจัดออกให้เรียบร้อย พื้นที่ที่จะต้องยึดด้วย Bolts จะต้องทาสีกันสนิมไว้เสียก่อน การสอดใส่ตัว Bolts จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง ห้ามใช้ค้อนตอกหรือเคาะ 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 ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการจัดทำ

ชิ้นส่วนที่ประกอบแล้วจะต้องปราศจากการบิด โค้ง งอ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังระยะ (Dimensions) พิกัดความเผื่อ (Tolerances) ระยะช่องว่าง (Clearance) ที่กำหนดไว้ในแบบ ให้ถูกต้อง ก่อนที่จะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

การควบคุมคุณภาพการผลิต จะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกรผู้ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกล หรืออุตสาหกรรมที่ไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร และมีหนังสือรับรองว่า เครื่องก๊วบนานระบายใช้วัสดุผลิตตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง มีขนาดและรูปร่างถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดและให้รับรองการผลิตครั้งนี้เพื่อใช้ในงานโครงการนี้

(3) การติดตั้ง

บานระบายและเครื่องก๊วบนานจะต้องประกอบและติดตั้งให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบ หรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

บานระบายและเครื่องก๊วบนานก่อนนำมาทำการติดตั้ง จะต้องได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อยจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนว่า ไม่มีความเสียหายเนื่องจากการผลิตและการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตกหรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้น จะต้องได้รับการ ซ่อมแซมหรือปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย ก่อนนำไปติดตั้ง

(4) การทาสี (Painting)

ผู้รับจ้างต้องยื่นข้อเสนอการทาสี รวมทั้งสี (Color) และคุณภาพของสี เวลาและวิธีการทาสี เพื่อขอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ

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 จากรอยต่อสำหรับการเชื่อมในสนามแล้วจึงทาสีภายหลัง เมื่อทำการเชื่อมในสนามแล้ว

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

ชิ้นงาน	การเตรียมผิว	การทาสีที่โรงงาน
บานระบาย หรือส่วนต่าง ๆ 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) การประทับตราบานระบายและเครื่องกว้น

บานระบายและเครื่องกว้นทุกชิ้น ให้ผู้รับจ้างทำการประทับตราคำว่า "เป็นสมบัติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน" ขนาดตัวหนังสือหรือรูปแบบที่จะใช้ ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้กำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอแนะให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการประทับตราดังกล่าว

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 ซึ่งผู้รับจ้างต้องส่งแบบรายละเอียดจนแคตตาล็อกแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และต้องแจ้งชื่อผู้ผลิตของอุปกรณ์ทุกชิ้นให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง 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) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนนำมาใช้

10.11.2 การทำเครื่องหมาย (Markings)

ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาด้านรอบตัวเรือนหรือตัวเรือนดังนี้

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

อักษรหรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 15 มม. และนูนไม่น้อยกว่า 3 มม.

ที่แป้นประแจขันและพวงมาลัยจะต้องมีเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการ “เปิด หรือ ปิด” หรือทั้งสองอย่างพร้อมตัวหนังสือกำกับเป็นตัวนูน

10.12 แอร์รีสวาล์ว (Air Release Valve)

แอร์รีสวาล์ว จะต้องเป็นชนิดใช้งานกับน้ำที่มีคุณสมบัติและคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1368 หรือ JIS B2063 หรือเป็นยี่ห้อที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้รับรองการจดทะเบียนผลิตภัณฑ์ไว้แล้ว แอร์รีสวาล์วสามารถจะระบายอากาศออกและเติมอากาศได้โดยอัตโนมัติ ตัวเรือนวาล์วทำด้วยเหล็กหล่อ ลูกลอย(Floats) เป็น Stainless Steel วาล์ว จะต้องเป็นชนิดที่ทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กก./ตร.ซม.

10.12.1 การเคลือบภายนอกและภายใน

ประตูละบายอากาศที่ผ่านการทดสอบการทนต่อความดันน้ำ 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

ประตูละบายอากาศทุกตัวจะต้องมีอักษรเป็นเนื้อเดียวกับผิวภายนอกของตัวประตูละบายอากาศดังนี้

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

10.13 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) งานเหล็กฉากช่อง Groove เหล็กบันไดลิง เหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี งานเหล็กกลม งานท่อเหล็ก และเหล็กรูปพรรณอื่น ๆ ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัมหรือเหมารวมตามหน่วย

ที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการออกแบบ จัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี ค่าทดสอบ และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

(2) ท่อเหล็กระบายอากาศ รวบน้ำใต้ท่อเหล็ก รวบน้ำตก 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) ตะแกรงเหล็ก ตะแกรงกันสวะ บานกันน้ำ 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 จัดหาและขนย้ายมาไว้ที่หน้างานและวิศวกรควบคุมการก่อสร้างได้ตรวจรับแล้ว และจ่ายให้ 30% ของอัตราราคางานแต่ละชุดในใบแจ้งปริมาณงานและราคาเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการประกอบติดตั้งงานพร้อมอุปกรณ์อื่น ๆ ตกแต่งและทาสีเสร็จเรียบร้อยและวิศวกรควบคุมการก่อสร้างได้ตรวจรับแล้ว ส่วนที่เหลือ 20% จะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการทดสอบการใช้งานและส่งมอบอะไหล่สำรองของบานระบาย เครื่องกว้าน หรือประตูน้ำ และวิศวกรควบคุมการก่อสร้างได้ตรวจรับงานแล้ว

หมวดที่ 11

งานท่อพีวีซี

หมวดที่ 11

งานท่อพีวีซี

(PVC PIPE)

11.1 ทัวไป

ท่อพีวีซีที่ใช้เป็นท่อชักน้ำ (Headrace) ของโครงการนี้ จะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยี่ยม ไม่บิดเบี้ยว แตกร้าว มีริ้วรอยขีดข่วน เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต ยาวติดต่อกัน ไม่มีการรั่วซึมบริเวณรอยต่อท่อ และเมื่อนำไปประกอบเข้ากับอุปกรณ์ท่ออื่นๆ จะต้องสามารถเข้ากันได้เป็นอย่างดี ไม่มีการรั่วซึม

11.2 คุณสมบัติของท่อพีวีซี

11.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้วท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ชั้นคุณภาพตามที่ระบุไว้ในแบบ

ท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง จะมีปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายธรรมดา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งภายในและภายนอกเท่ากันตลอดความยาว และอีกปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายบานทำหน้าที่เป็นหัวต่อ ทำจากท่อปลายธรรมดา โดยใช้ความร้อนขึ้นรูปเป็นหัวต่อท่อปลายบาน

ท่อต้องมีความยาวท่อนละ 4.00+0.03 เมตร มีลักษณะกลม ตรง มีความหนาสม่ำเสมอ พื้นผิวภายในและภายนอกเรียบ ไม่มีรอยตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน ปลายทั้งสองข้างมีหน้าตัดเรียบ และตั้งฉากกับแนวแกนของท่อ

แหวนยางสำหรับใช้กับหัวต่อ (ท่อปลายบาน) ต้องได้รับการออกแบบให้มีรูปร่างเหมาะสมให้สมรรถนะการกันซึมสมบูรณ์สูงสุด คุณสมบัติของยางเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM F477 "Standard Specification for Elastomeric Seal (Gaskets) for Joining Plastic Pipe" หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

11.2.2 ขนาดและมิติ

ขนาดและมิติของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 11.2-1 และ/หรือ ที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ตารางที่ 11.2.2-1 ขนาด และมิติ ของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง

ขนาด ท่อระบุ (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ภายนอก ของท่อ (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ภายในท่อ ต่ำสุด (min.) (มม.)	ความยาว ช่วงหัวต่อ (ปลายบาน) (มม.)	ความหนาของผนังท่อ ช่วงปลายเรียบ			ความหนาของผนังท่อ ช่วงหัวต่อ		
				PVC 5 (มม.)	PVC 8.5 (มม.)	PVC 13.5 (มม.)	PVC 5 (มม.)	PVC 8.5 (มม.)	PVC 13.5 (มม.)
55	60 ± 0.15	60.40	100	1.8 ± 0.20	2.9 ± 0.25	4.3 ± 0.30	1.45	2.40	3.60
65	76 ± 0.20	76.40	105	2.2 ± 0.20	3.5 ± 0.25	5.4 ± 0.35	1.80	2.95	4.55
80	89 ± 0.20	89.50	110	2.5 ± 0.20	4.1 ± 0.30	6.4 ± 0.40	2.10	3.45	5.40
100	114 ± 0.30	114.50	135	3.2 ± 0.25	5.2 ± 0.35	8.1 ± 0.50	2.70	4.40	6.85
150	165 ± 0.40	165.70	155	4.6 ± 0.30	7.5 ± 0.45	11.7 ± 0.65	3.90	6.35	9.95
200	216 ± 0.50	216.90	170	5.4 ± 0.35	8.8 ± 0.50	13.7 ± 0.75	4.55	7.50	11.70
250	267 ± 0.70	268.10	195	6.6 ± 0.40	10.9 ± 0.60	16.9 ± 0.90	5.60	9.30	14.40
300	318 ± 0.80	319.30	220	7.8 ± 0.45	12.9 ± 0.70	20.1 ± 1.05	6.65	11.00	17.15
350	370 ± 0.90	371.50	235	9.1 ± 0.55	15.0 ± 0.80	23.4 ± 1.20	7.70	12.80	20.00
400	420 ± 1.10	421.70	275	10.3 ± 0.60	17.0 ± 0.90	26.5 ± 1.35	8.75	14.50	22.65
450	470 ± 1.20	471.90	285	11.5 ± 0.65	19.0 ± 1.00	29.7 ± 1.50	9.80	16.20	25.40
500	520 ± 1.30	522.10	300	12.7 ± 0.70	21.0 ± 1.10	32.8 ± 1.65	10.80	17.95	28.05
600	630 ± 1.60	633.80	340	15.3 ± 0.80	25.4 ± 1.30	39.7 ± 2.00	13.05	21.70	33.95

- หมายเหตุ : 1. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ของ L = ± 10%
2. ขนาดของข้อต่อแหวนยางมีความเหมาะสมเมื่อประกอบกับท่อแล้ว สามารถเบี่ยงเบนเป็นมุมได้ไม่ต่ำกว่า 3 องศา
3. มิติต่างๆ เป็นมิลลิเมตร นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

11.3 อุปกรณ์ท่อ

อุปกรณ์ท่อพีวีซี เช่น ข้อต่อ ข้อโค้ง ข้อลด สามทาง ท่อสั้นหน้างาน เป็นต้น โดยทั่วไปจะผลิตจากพีวีซี เหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียว สำหรับอุปกรณ์ท่อที่จะนำมาใช้ในโครงการนี้ให้ใช้ผลิตจากวัสดุตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ข้อต่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง ต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก.1131-2535 “มาตรฐานข้อต่อท่อพีวีซีแข็ง สำหรับใช้กับท่อรับความดัน” ชั้นคุณภาพ PVC 5 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

อุปกรณ์ข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับท่อพีวีซี ต้องผลิตตามมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ของการประปาส่วนภูมิภาค วัสดุที่ใช้เป็นเหล็กหล่อเทาสำหรับใช้กับท่อส่งน้ำชนิดทนความดัน โดยมีคุณสมบัติทางกล ดังนี้

- ความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 200 Mpa
- ความแข็งสูงสุด 230 HB
- ผิวเหล็กหล่อภายนอกเคลือบด้วย Non-bleeding Type Coal Epoxy
- ผิวเหล็กหล่อด้านในเคลือบด้วย Liquid Epoxy

เหล็กเหนียวที่ใช้ทำอุปกรณ์ท่อต้องมีคุณสมบัติทางกลอย่างน้อยตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

- ASTM A 283, “Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates” Grade C or D
- ASTM A 570, “Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot Rolled Structural Quality” Grade 30, 33, 36, 40, 45 or 50 หรือ
- JIS G 3457 “Are Welded Carbon Steel Pipe” หรือ
- JIS G 3101, “Hot Rolled Steels for General Structures” Class SS 400

ขนาดและมิติต่างๆ ของอุปกรณ์ท่อให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แบบมิได้กำหนดไว้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบเพื่อขอรับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

11.4 การทดสอบท่อ

ท่อและข้อต่อพีวีซีชนิดต่อด้วยแหวนยาง ต้องผ่านการทดสอบการทนความดันน้ำ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก.17-2532 และ มอก.94-2517

ท่อและอุปกรณ์ท่อพีวีซีเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้ว จะต้องสามารถทนต่อความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความดันใช้งาน (Working Pressure) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที โดยไม่มีการรั่วซึม

11.5 การวางท่อพีวีซี

(1) ข้อกำหนดทั่วไป

- บรรดาท่อพีวีซีและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการวางและติดตั้งทั้งหมด จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- การวางท่อ การประกอบท่อ การติดตั้งข้อต่อท่อ การเตรียมสถานที่ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- ผู้รับจ้างจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับขนาดท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อท่อ
- ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ว่าไม่แตก รั่ว ชำรุดเสียหาย ก่อนนำไปวางในร่องดิน ท่อหรืออุปกรณ์ที่แตกชำรุดห้ามใช้ในการวางท่อ
- ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อพีวีซีพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ประตุนบายอากาศ ประตูน้ำ ข้อลด และข้อโค้ง ฯลฯ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจจะให้ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาการ
- การตัดท่อให้ยาวพอเหมาะกับระยะทาง ผู้รับจ้างจะต้องตัดปลายท่อด้วยความระมัดระวังและเรียบร้อย การตัดและแต่งปลายท่อให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- การวางท่อตลอดจนตามจุดที่กำหนดในแบบ หรือจุดที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนกำหนด ให้เทคอนกรีตเสริมเหล็กหุ้มท่อ หรือใช้ท่อปลอกเหล็ก ให้มีความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือ ตามข้อกำหนดของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนน หรือ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดให้แล้วแต่กรณี นอกจากนั้นแล้ว ต้องปฏิบัติตามระเบียบของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนนอย่างเคร่งครัด

(2) การขุดดินและการกลบดินตามแนวท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องขุดร่องดินวางท่อให้มีความลึกและกว้างไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ สำหรับการวางท่อและการติดตั้งอุปกรณ์ ให้ดำเนินการตามแบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรมและคำแนะนำของนายช่างผู้ควบคุมโครงการอย่างเคร่งครัด
- การขุดร่องดินเพื่อวางท่อ จะต้องให้เรียบที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการใช้เครื่องจักรขุด ซึ่งอาจจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือขนาดเล็กในการขุดแต่งให้เรียบ
- การขุดร่องดินในบางกรณี เช่นการขุดดินลึกใกล้กับสิ่งก่อสร้างอื่นๆ หรือการขุดร่องดินบริเวณดินอ่อน อาจจะต้องติดตั้งระบบป้องกันดินพังที่มีความปลอดภัยเพียงพอ เช่น เข็มพืดกันดิน (Sheet Pile) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- ดินที่ขุดขึ้นจากร่องดิน ผู้รับจ้างต้องกองไว้ข้างร่องดิน โดยมีระยะห่างร่องดินพอสมควร ซึ่งดินจะไม่ร่วงหล่นลงในร่องดินได้ และไม่เป็นที่กีดขวางทางจราจร

(3) การประกอบและวางท่อ

- ก่อนทำการวางท่อ ผู้รับจ้างจะต้องกำจัดของแข็งต่างๆ เช่น หิน อิฐ และรากไม้ เป็นต้น ออกให้หมด แล้วทำการปรับพื้นรองดินให้แน่นและมีผิวหน้าเรียบตลอดความยาวของท่อ การทำฐานรองรับท่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในกรณีต่างๆ ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรม และคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- หากจำเป็นจะต้องตัดท่อพีวีซี ให้ตัดโดยใช้ใบเลื่อยที่มีฟันละเอียด การตัดจะต้องให้แนวท่อที่ตัดห้ามมุดจากกับแกนท่อ หลังจากตัดท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องตกแต่งผิวที่ตัดให้เรียบ โดยใช้ตะไบแต่งปลายท่อเป็นมุมเอียงประมาณ 15 องศา นับจาก $\frac{1}{2}$ ของความหนาท่อ
- ให้ทำความสะอาดผิวภายในด้านปากกระบังบริเวณที่จะใส่แหวนยางและผิวด้านนอกของท่อด้านที่จะสวมโดยใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำเช็ดแล้วปล่อยให้แห้ง เมื่อแห้งสะอาดดีแล้วให้ใส่แหวนยางเข้าไปโดยบีบแหวนยางให้เป็นรูปหัวใจและจัดแหวนยางให้เข้าร่องเรียบร้อย หลังจากนั้นให้น้ำยาหล่อลื่น (Pipe Lube) บริเวณปลายท่อด้านที่จะสวมเข้ากับแหวนยาง แล้วทำการดันต่อท่อเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องมือช่วยเช่น เครื่องดึง (Puller) หรือคานจัดปลายท่อ (Lever) แต่ถ้าเป็นท่อขนาดเล็กกว่า 200 มิลลิเมตร อาจจะต่อโดยไม่ใช้เครื่องมือช่วยก็ได้
- หลังจากเชื่อมต่อแล้ว จะต้องตรวจสอบว่าแหวนยางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ โดยการใช้แผ่นโลหะบางๆ (Check Plate) เสียบเข้าไปโดยรอบท่อ ซึ่งระยะของแผ่นโลหะที่เสียบเข้าชนขอบแหวนยางในแต่ละครั้งควรจะได้ระยะเท่ากันหรือใกล้เคียงกันทุกครั้ง
- หลังจากเสร็จสิ้นงานต่อท่อในแต่ละวัน ควรหาวัสดุมาหุ้มท่อปิดปลายท่อด้านที่เปิดไว้ เพื่อป้องกันมิให้ น้ำ ดิน ฝุ่นละออง เศษขยะ หรือสัตว์ต่างๆ เล็ดลอดเข้าไปในท่อซึ่งได้วางไว้แล้ว
- ก่อนทำการกลบดินต้องทำการตรวจสอบความดันน้ำตามข้อ 4205

(4) แนวท่อและระดับของท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอ โดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้นหรือกดท่อลงโดยกระทันหัน
- การวางท่อต้องให้ได้แนวตรง สำหรับการเบี่ยงเบนแนวท่อสำหรับข้อต่อแบบต่างๆ อาจจะกระทำได้แต่ต้องไม่เกินข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนดให้
- แม้ว่าท่อพีวีซีจะมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี แต่เมื่อต้องการจะเปลี่ยนทิศทางของท่อ ควรใช้ข้อต่อแบบต่างๆ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดงอท่อเป็นอันขาด
- การวางท่อที่ขนานกัน ห้ามวางซ้อนกัน และให้วางห่างจากท่อข้างเคียงให้มากที่สุดตามสภาพพื้นที่นั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ให้ผู้รับจ้างทำความเข้าใจความตกลงกับผู้ว่าจ้างในอันที่จะแก้ไขดัดแปลงหรือย้ายแนวท่อไปวางในที่ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดี

(5) การกลบดินตามแนวท่อ

- เมื่อได้ทดลองความดันน้ำแล้ว โดยไม่ปรากฏมีรอยรั่วและท่อไม่แตกหรือชำรุด จึงจะทำการกลบดินให้เรียบร้อย ดินที่เหลือให้เฉลี่ยพูนไว้บนร่องดินทั้งหมด หรือนำไปกองไว้ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ขยะหรือมูลฝอยต่างๆ ห้ามใช้ในการกลบร่องดิน
- ในการกลบดิน ผู้รับจ้างจะต้องอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่น และระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้แล้ว

11.6 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) งานท่อพีวีซี วัดปริมาณเป็นหน่วยความยาวเมตร ตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อถึงสถานที่ก่อสร้างแล้ว และ 40% ของราคาต่อหน่วยเมื่อติดตั้งและทดสอบท่อแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อ ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้ง และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(2) งานข้อต่อ/ข้องอ (ถ้ามี) วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดหรือท่อนตามที่กำหนดในแบบ หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อถึงสถานที่ก่อสร้างแล้ว และ 40% ของราคาต่อหน่วยเมื่อติดตั้งและทดสอบชิ้นงานแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาชิ้นงาน ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้ง และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 12

งานท่อเหล็ก

หมวดที่ 12 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

12.1 ทัวไป

อุปกรณ์ท่อเหล็ก ประกอบด้วย ท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE), ท้องอ (BENDS PIPE) และ อุปกรณ์อื่นๆ 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)

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอซื้อบริษัท หรือห้างหุ้นส่วน หรือผู้รับจ้างเอง เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กให้กับผู้รับจ้างนำไปใช้งานก่อสร้างมาพร้อมกับยื่นซองประกวดราคาเพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาให้ความเห็นชอบด้วย

12.2 มาตรฐาน (STANDARDS)

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการผลิต และการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

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

ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะใช้มาตรฐานอื่น นอกเหนือจากมาตรฐานตามที่กำหนดไว้แล้วนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของมาตรฐานที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษนั้นๆ มาพร้อมกับการยื่นซองประกวดราคา เพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะได้ใช้ประกอบการพิจารณาให้ความเห็นชอบ

12.3 งานท่อเหล็ก (STEEL PIPE)

ท่อเหล็กเหนียวที่นำมาใช้ในโครงการนี้ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.427 ชั้นคุณภาพ PN10 รับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

12.4 วัสดุ (MATERIALS)

12.4.1 ทัวไป (GENERAL)

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

12.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

วัสดุอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ ให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

อุปกรณ์	มาตรฐาน
ท่อเหล็ก ท้องอ	JIS - G3101 Class SS400
EXPANSION JOINTS	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

12.5 การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก (MANUFACTURING)

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ได้ทราบถึงสถานที่หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้างพร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุภายในเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อยืนยันว่าวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

12.5.1 การม้วนท่อ (PIPE FORMING)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนแผ่นคลีของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผนงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้หม้อทุบ ในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการมาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

12.5.2 การเชื่อม (WELDING)

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

ช่างเชื่อมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบและมีใบรับรองจากสถาบัน หรือหน่วยงานที่ได้รับความเชื่อถือภายในประเทศ อาทิเช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฯลฯ และในกรณีที่ช่างเชื่อมไม่ได้ทำงานเชื่อมติดต่อกันมานานหรือใบรับรองอายุเกินกว่า 6 เดือน ก่อนเริ่มปฏิบัติงานนี้ ช่างเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบใหม่

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

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

ก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อนไม่ให้มีรอยเปื้อนของสีสนิม คราบน้ำมันและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมดก่อนทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อมและผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรงเพื่อป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปลงลวดขัด SLAG บนผิวดินที่ได้เชื่อมไว้ก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อมควรจัดทำจากโรงงานด้วย AUTOMATIC WELDING MACHINE และพยายามลดงานเชื่อมในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ AUTOMATIC WELDING MACHINE ในโรงงานได้ จะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวางท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการชุดร่อนดินให้ลึก และกว้างเพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก ภายหลังจากการตรวจสอบและทดสอบงานเชื่อม เคลือบ และทาสีท่อนบริเวณเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบอัดดินให้แน่นตามแบบก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (WELD QUALITY CONTROL) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไปนี้ อันเป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

- (1) ผิวนานส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน และอื่นๆ
- (2) ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน
- (3) ถ้าการต่อเป็นแบบที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มม. ขนาดของแนวเชื่อมแบบ FILLET จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย
- (4) ในกรณีที่ต้องการ การ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องการทำให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด
- (5) ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้
- (6) จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อม ขนาดลวดเชื่อม ตลอดจนอุณหภูมิในการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง
- (7) แนวเชื่อมยึดใดๆ ที่เกิดแตกร้าวหรือมีจุดบกพร่อง จะต้องเอาออกให้หมดก่อนที่จะเชื่อมแนวเชื่อมจริงทับลงไป
- (8) แนวเชื่อมที่มีการแตกร้าวหรือมีรูปร่างผิดปกติ จะต้องได้รับการซ่อมแซมเสียก่อนที่จะเชื่อมต่อไป
- (9) แนวเชื่อมส่วนเกิน หรือแนวเชื่อมที่มีสารอื่นรวมตัวอยู่ (POROSITY) จำเป็นจะต้องขจัดออก และทำการเชื่อมใหม่
- (10) หลุม (CRATER) ที่ปลายแนวเชื่อมจะต้องถูกเติมให้เต็ม ก่อนที่จะเชื่อมแนวต่อไป
- (11) จะต้องทำความสะอาดแนวเชื่อมเป็นอย่างดีตลอด ก่อนที่จะเชื่อมทับด้วยแนวเชื่อมแนวต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับแนวเชื่อมชนิด MULTIPLE-PASS WELD
- (12) ข้อกำหนดขนาดและความยาวของแนวเชื่อมที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเป็นข้อกำหนดที่มีค่าต่ำสุดตามปกติ ขนาดของแนวเชื่อมจะมีพิสัย (TOLERANCES) เท่ากับ +1.5 มม. ถึง 0.00 มม.
- (13) ความหนาของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ
- (14) การแหวก (UNDER-CUT) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง
- (15) แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (ROOT OPENING) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าเชื่อมนั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม
- (16) แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลก (SLAG) หรือความไม่เรียบร้อย อยู่ภายใน จะต้องเขะออกจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลกหรือจุดบกพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้
- (17) การแตกร้าวใต้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย (NON DESTRUCTIVE TESTING) จะต้องเขะออก (GOUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่
- (18) งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้
- (19) ข้างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

12.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม (Test of Production Welds)

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

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว วิธีทดสอบ การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสินจะถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C200 Sub-Section 3.3.5

12.6 การเคลือบและทาสี (COATING AND PAINTING)

12.6.1 ทัวไป (GENERAL)

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

ก่อนการเคลือบและทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบและการทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่างๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

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

บริเวณ 3 เซนติเมตร ของปลายท่อเหล็กที่จะต้องการเชื่อมต่อในสนามจะไม่มีเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น และถัดไปอีก 12 เซนติเมตร จะต้องทาสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามเสร็จแล้วจึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 11.6.3 และ 11.6.4

การเคลือบและระยะเวลาระหว่างการเคลือบสีแต่ละชั้น ต้องกระทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบ อาจใช้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

12.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ (SURFACE CLEANING)

(1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

การทำความสะอาดผิวโลหะที่จะทำการเคลือบ และทาสีควรใช้วิธีพ่นขัดผิวด้วยเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก (SAND OR STEEL GRIT BLASTING) ผิวของโลหะหลังจากการพ่นขัดแล้ว จะต้องไม่มีผิวสีตรงกับ SWEDISH STANDARD SA 2.5 บริเวณรอยเชื่อมต่อของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่มีรอยขรุขระโผล่มาเหนือผิวท่อ จะต้องทำการขัดด้วยหินขัดให้เรียบเสียก่อน ทำการทาสีรองพื้น ส่วนการซ่อมแซมอาจใช้แปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ขัดผิวตรงบริเวณที่ต้องการซ่อมก็ได้ การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อทำความสะอาดผิวโลหะเสร็จแล้ว จะต้องนำโลหะไปทำการเคลือบหรือทาสีทันที

(2) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โครงการ (SITE)

โดยทั่วไป การทำความสะอาดผิวโลหะก่อนการเคลือบ และทาสีที่โครงการจะเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ท่อเหล็กเชื่อมต่อกันในโครงการ อาจใช้วิธีขัดผิวด้วยแปรงลวดเหล็ก กระดาษทราย หรือหินขัดมอเตอร์ รอยขรุขระที่โผล่ออกมาเหนือผิวท่อจากการเชื่อม จะต้องขัดให้เรียบเสียก่อน การทำความสะอาดผิวโลหะจะต้องไม่ทำให้ความหนาของโลหะถูกกัดกร่อนจนทำให้ความหนาของโลหะหรือความหนาของเนื้อเหล็กเชื่อมน้อยกว่าขนาดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

12.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก (INTERNAL COATING)

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

12.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ (EXTERNAL COATING)

(1) การเคลือบภายนอก

การเคลือบภายนอกท่อและอุปกรณ์ท่อใต้ดิน ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องได้รับการพ่นทรายเพื่อกำจัดสนิม สะเก็ดสนิมและสิ่งสกปรกอื่นๆ ตามที่กำหนดของ AWWA C203 หลังจากพ่นทรายและทำความสะอาดแล้วผิวภายนอกของท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องทาสีรองพื้น (primer) ทันที น้ำยารองพื้นจะต้องเป็นของผู้ผลิตรายเดียวกับ coal-tar enamels

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องเคลือบสีภายนอกที่โรงงานและจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดของมาตรฐาน AWWA C203 ดังต่อไปนี้

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

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

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

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

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

สำหรับโครงการนี้ท่อเหล็กที่ฝังดินรอยต่อของท่อแต่ละท่อนจะใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น เมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จให้ปิดรอยเชื่อมโดยวิธีการเคลือบภายนอกท่อตามวิธีการข้างต้นนี้

(2) ท่อฝังในเนื้อคอนกรีต

ท่อส่วนที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะไม่ทำการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากการเตรียมผิวให้สะอาด ตามข้อ 11.6.2 แต่จะต้องเคลือบสีท่อชนิดเดียวกับส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตเข้ามาในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 15 ซม.

(3) ท่อที่สัมผัสอากาศ

สำหรับท่อที่สัมผัสอากาศ จะต้องรองพื้นชั้นแรกจากโรงงานด้วย ZINC RICH EPOXY PRIMER หนาอย่างน้อย 0.03 มม. ชั้นกลางให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED PRIMER 1 ชั้น หนาอย่างน้อย 0.07 มม. ชั้นนอกให้เคลือบด้วย CHLORINATED RUBBER BASED FINISH 2 ชั้น หนาอย่างน้อยชั้นละ 0.035 มม. การเคลือบสีท่อชั้นกลางและชั้นนอก อาจจะกระทำจากโรงงาน หรือกระทำที่โครงการก็ได้

(4) สำหรับท่อบางส่วนอยู่ใต้ดินและบางส่วนอยู่เหนือดิน

การเคลือบและทาสีให้ทำตามข้อ 12.6.4 (1)

12.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมต่อที่โครงการ

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

12.6.6 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)

ส่วนประกอบต่างๆ ของ PIPE SUPPORTS อาทิเช่น SADDLE, BASE PLATE, FRAME, GUIDE BARS AND ANCHOR BOLTS จะต้องเคลือบด้วยสังกะสี (HOT DIP GALVANIZED) หนาน้อย 0.15 มม. ก่อนทำการ GALVANIZED จะต้องทำความสะอาดวัสดุผิวเสียก่อน บริเวณที่ทำการเชื่อมภายหลังทำความสะอาดแนวเชื่อมแล้วให้ทาสีด้วย GALVANIZED ทับแนวเชื่อมจนมีความหนาน้อย 0.15 มม.

12.7 การขนส่ง

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

การขนส่ง การยกขึ้นลง (TRANSPORTATION AND HANDLING) ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกันและระมัดระวังมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็ก เกิดความเสียหายแตกทำลายได้ โดยเฉพาะสีที่เคลือบภายนอก อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องระมัดระวังมิให้สารเคลือบท่อชำรุดได้ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็กจากโรงงาน ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากที่โรงงานแล้วไปยังโครงการก่อสร้างจะต้องจัดหาที่วางไว้ที่โครงการ เพื่อให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทำการตรวจสอบสภาพอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปก่อสร้าง อนึ่งการวางท่อนำไปก่อสร้างจะต้องไม่วางไว้บนพื้นดิน ควรหาที่รองรับท่อให้พ้นจากพื้นดินอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวจับท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวจับยึดท่อที่ยก โดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่ง ควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งมากเป็นรอยท่อนีกลงไปในเนื้อไม้ และจับยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวได้ขณะขนส่ง หรืออาจใช้ทราย หรือซีเมนต์บรรจุถุงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ทันที

- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามวางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อก่อนนำไปก่อสร้าง

12.8 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก

อาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก (CONCRETE ANCHOR BLOCK) จะก่อสร้างบริเวณท่อกอ (MITER BENDS) หรือตรงบริเวณที่ท่อเปลี่ยนแนวทาง งานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานหล่อแบบจะต้องจัดทำตามที่กล่าวไว้ในหมวดที่ 7 ซึ่งผู้รับจ้างอาจเติมหินใหญ่ (DUMP ROCKS) ขนาด 20-30 เซนติเมตร ลงไป แต่ไม่เกิน 40% โดยปริมาตรคอนกรีต โดยให้เติมลงไปให้สม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีตและมีช่องว่างระหว่างรอบหินใหญ่ ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และต้องอยู่ห่างจากเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตรด้วย ก่อนเทคอนกรีตฝังท่อ จะต้องทำการจับยึดเหนี่ยวให้มั่นคงในแบบหล่อคอนกรีต และตรวจสอบระดับและแนวของปลายท่อทั้งสองข้างให้ถูกต้องตามที่กำหนดให้ไว้ในแบบก่อสร้างเสียก่อนเทคอนกรีตลงในแบบ และเมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องตรวจสอบระดับและแนวท่ออีกครั้งว่าไม่ทรุด บิด เอียง ออกจากแนวท่อที่ต้องการ

12.9 การซ่อมแซม (REPAIRS)

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

ในกรณีที่มีรอยตำหนิบนผิวของอุปกรณ์งานท่อเหล็ก อาทิเช่น รอยขรุขระ รอยร้าว รอยจากการบีบรัด หรือรอยเนื่องจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งมีความลึกจากผิวโลหะน้อยกว่า 2 มม. จะต้องทำการซ่อมแซมโดยการขัดรอยตำหนิออกเสียก่อนให้ดี แล้วจึงเชื่อมพอกทับรอยตำหนินั้นๆ แล้วจึงขัดด้วยเครื่องหินขัดให้มีผิวเสมอเรียบกับแผ่นผิวโลหะนั้นๆ

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มม. ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้าหรือออก การขัดควรพึงระมัดระวัง และป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนสูงเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมงานเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

12.10 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก

12.10.1 ทั่วไป (GENERAL)

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

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดการทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถใช้งานใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

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

แผนการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ที่โครงการแสดงหมายกำหนดการ และระยะเวลาของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานนี้ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการเริ่มงานติดตั้งที่โครงการ

แผนงานดังกล่าวข้างต้นนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะพิจารณาเห็นชอบหรือไม่ ภายใน 14 วันหลังจากที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

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

แบบแปลน (SHOP DRAWINGS) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลนแผ่นเคลือบของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็กแบบแปลน การตัดต่อท่อเหล็ก แบบแปลนผลิต EXPANSION JOINTS, ท้องอ (MITER BENDS) ฯลฯ แผนงานและวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการ ตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงาน ก่อนการเชื่อมและทาสี ชนิดของลวดเชื่อมการเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจาก วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่ากรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงานจะให้ความเห็นชอบดังกล่าวแล้ว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการดำเนินงานให้ได้ตาม กำหนดของเอกสารนี้

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมี ผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้างเอง ร่วมกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บ รายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจำนวน 2 ชุด ทุกๆ อาทิตย์หรือเร็วกว่านี้

12.10.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันต่ำและสูง ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจ ตรวจสอบสภาพด้วยสายตา หรือขอเอกสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่ง ผู้รับจ้างจัดหามาใช้งานหรือตรวจสอบชนิดของโลหะด้วยประกายไฟ (SPARK TEST) ด้วยการใช้ล้อหินขัด หมุนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอย่างน้อย 500 ฟุต/นาที ขัดผิวโลหะในที่ที่แสงสว่างไม่มากนัก ประกายไฟ ของเหล็กเหนียว (MILD STEEL) จะเป็นเส้นประกายสีเหลืองยาว บางครั้งมีลักษณะเหมือนส้อม ปลายสุด คล้ายลูกศรนอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้า สงสัยคุณภาพของวัสดุ

(ข) การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องมือเชื่อม วิธีการเชื่อม และฝีมือช่างเชื่อม ชนิด และขนาดของลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงาน

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

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

(จ) การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENETRATION INSPECTION) ชนิด DYE PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้นจะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธี ทดสอบขั้นแรกให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาให้ทั่ว (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้ว

จึงใส่น้ำยาแทรกซึมชนิด DYE PENERANT ลงไปบนผิวของงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยให้แห้งไว้ชั่วขณะหนึ่ง ให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าว แล้วจึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANER อีกครั้ง ทั้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทดีแล้ว ขั้นตอนไปพ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะพบจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

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

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

(ซ) ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้เคลือบและทาสี

(ฌ) ตรวจสอบการเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี

(ญ) ตรวจสอบความหนาของสีที่ทาเมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดไว้ในข้อ 12.6

(ฎ) ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข

(ฏ) ตรวจสอบวิธีการดำเนินการงานการขนส่ง

(ฐ) ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (MITER BENDS)

12.10.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โครงการดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ภายหลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการเป็นการตรวจสอบขนาดของท่อและตรวจสอบผิวท่อที่เคลือบ และทาสีไว้ทั้งภายในและภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่องผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหาใหม่

(ข) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อ จากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณบ่อก่อสร้าง โดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย

(ค) ตรวจสอบระดับพื้นแนวร่องท่อ และขนาดของร่องท่อ ตลอดจนระดับของ BASE PLATE ให้ได้ขนาดและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(ง) ตรวจสอบการนําน้ำรั่วรัวตรวจสอบรับท่อให้มีเพียงพอ สำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของนํ้ารั่วรัวด้วย

(จ) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อลงในบ่อก่อสร้าง โดยมีให้ท่อเกิดความเสียหาย

(ฉ) ตรวจสอบการจับยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง

(ข) ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และให้แนวเชื่อมตามยาวท่อแต่ละท่อนสลับกันไม่ต่อเนื่องเป็นแนวเดียวกัน

(ข) ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม

(ฅ) ตรวจสอบช่องว่างรอยต่อท่อที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ให้มีความห่างเท่ากับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(ญ) ตรวจสอบโลหะปะกบด้านในของตัวท่อตรงรอยต่อท่อที่จะเชื่อมต่อกัน

(ฎ) ตรวจสอบ ขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม

(ฏ) ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน

(ฐ) ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดแนวเชื่อม ตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที

(ฑ) ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึมตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน

(ฒ) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้น บริเวณเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน

(ณ) ตรวจสอบการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมในสนาม

(ด) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อนอกท่อทั้งหมด ตลอดแนวท่อนก่อนทำการเคลือบ และทาสีภายนอกท่อในสนาม สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ

(ด) ตรวจสอบการเคลือบและทาสีท่อเหล็ก ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.6 แต่ละชั้น และตรวจสอบความหนาของสีที่ทำด้วยวิธี PINHOLE TEST

(ถ) ตรวจสอบการรองทราย การบดอัดทรายใต้ท่อ และการถมบดอัดดินฝังท่อจนถึงระดับดินเดิม

(ท) ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท่อนอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนว และระดับของปลายท่อทั้งสองข้างของท่อนอ ก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ

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

การทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำได้อัตโนมัติเมื่อท่อเหล็ก (PENSTOCK) ได้ติดตั้งและเชื่อมต่อกันเสร็จหมดแล้ว ตลอดความยาวทั้งระบบ ตลอดจน CONCRETE ANCHOR BLOCKS, PIPE SUPPORTS ได้ก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาคารคอนกรีตประกอบงานท่อ PENSTOCK จะต้องมียาวไม่น้อยกว่า 28 วัน อนึ่งในการทดสอบแรงดันน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาและจัดทำกาป้องกันความเสียหายจากการ

ทดสอบน้ำซึ่งแรงดันทดสอบสูงกว่าแรงดันของน้ำในการคำนวณออกแบบ อาทิเช่น ทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อเหล็กตามจุดต่างๆ ที่เห็นสมควร หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างต้องการให้จัดทำขึ้น

วิธีทดสอบแรงดันน้ำให้เพิ่มแรงดันน้ำอย่างช้าๆ จนถึงแรงดันของน้ำภายในท่อที่ปลายท่อของจุดต่ำสุดก่อนเข้า POWER HOUSE 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 ตลอดจนการรื้อถอนโครงสร้างชั่วคราว เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบแรงดันน้ำนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

อนึ่ง ความเสียหายอาจเกิดจากการทดสอบแรงดันน้ำ กับอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการซ่อมแซมหรือจัดทำใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

12.10.4 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ เก็บรายละเอียดของการทำงานเชื่อมทั้งหมดที่โครงการ งานทดสอบงานเชื่อม รวมทั้งงานเชื่อมที่ไม่เป็นที่ยอมรับของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และการซ่อมแซมงานเชื่อม การเก็บรายละเอียดการทำงานเหล่านี้จะต้องทำแบบฟอร์ม แสดงตำแหน่งของงานเชื่อมแต่ละแห่ง ชนิดของงานเชื่อม ขนาดและชนิดของลวดเชื่อม สภาพอากาศขณะทำการเชื่อมขนาดของร่องเปิด (ROOT OPENING) ของการเชื่อมต่อนกัน ผลการทดสอบด้านน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อม ตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่าง ๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ทุกๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมงานอีกครั้ง

12.10.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่างๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิสัยของความผิดพลาดในการผลิตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 11.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขและผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดทำใหม่

12.11 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ (TOLERANCES)

- (1) ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อท่อนเดียวกัน วัดที่ปลายทั้งสองข้าง จะต้องผิดไม่มากกว่า 0.25% ของความยาว เส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบ
- (2) ความแตกต่างของความยาวเส้นรอบวง (CIRCUMFERENTIAL) ของท่อ 2 ท่อน ที่จะมา เชื่อมต่อกัน วัดที่ปลายท่อจะต้องผิดไม่มากกว่า 0.10% ของความยาวเส้นรอบท่อที่กำหนดไว้ในแบบ
- (3) ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละ ท่อน 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 และขนาดของเหล็กเชื่อมจะต้อง เพิ่มขึ้นตามขนาดของช่องว่างด้วย
 - (ฉ) การเชื่อมของแบบ FILLET มุมของชิ้นงาน ซึ่งนำมาต่อกัน (SHEWED J-JOINT) ด้านมุมป้าน จะต้องไม่เกิน 135 องศา และมุมแหลมจะต้องไม่น้อยกว่า 60 องศา
 - (ช) ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาด เชื่อมที่กำหนดให้
 - (ซ) การเชื่อม FILLET WELD แบบเว้นระยะห่างกัน (INTERMITTENT FILLET WELD) ความยาวของแนวเชื่อมจะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อม หรือไม่น้อยกว่า 38 มม.
- (5) ความคลาดเคลื่อนของการติดตั้ง PIPE SUPPORT จุดศูนย์กลางของ SADDLE เบี่ยงเบนออก จากศูนย์กลางของ 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%

12.12 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 ค่าประกอบติดตั้งและทดสอบ ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

(3) งานหน้างานเหล็กเหนียว ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุด ตามที่กำหนดในแบบหรือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งประกอบด้วย งานเจาะรู งานดัด เชื่อม กลึง งานเคลือบสีตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา เมื่องานหน้างานเหล็กเหนียวติดตั้งเสร็จเรียบร้อยถูกต้องตามแบบ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 13

การก่อสร้างอาคารคอนกรีต

หมวดที่ 13

การก่อสร้างอาคารคอนกรีต

(BUILDING CONSTRUCTION)

13.1 การเตรียมสถานที่

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเตรียมสถานที่โดยปรับพื้นที่ เช่น การถางป่า ขุดต่อ กำจัดรากไม้ วัชพืช ตลอดจนสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้เรียบร้อย บรรดาสิ่งที่ไม่ต้องการให้ขนย้ายไปทิ้ง ณ บริเวณที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้

13.2 การขุดหลุมฐานราก

การขุดดินหลุมฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดกันหลุมให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของหลุมฐานรากที่กำหนดในแบบประมาณ 0.30 ม. โดยรอบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมก่อสร้างเห็นสมควรทั้งนี้เพื่อสะดวกแก่การตั้งไม้แบบเทคอนกรีตฐานราก ปากหลุมต้องขุดให้ผายออกเพื่อป้องกันดินพังดินที่ขุดขึ้นจากกันหลุมต้องขนย้ายไปกองไว้ให้ห่างจากขอบหลุมจนเกินระยะแนวทรงตัวของดิน

13.3 งานโครงสร้าง

13.3.1 คอนกรีตเสริมเหล็ก

จะใช้ในงานฐานราก เสา คาน พื้น ฐานรองรับท่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฐานใต้อาคารและร่องวางสายเคเบิล วัสดุที่ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ หรือ กรวด ทราย 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 ไล่โดยรอบและให้หล่อน้ำขังไว้พื้นสูงไม่น้อยกว่า 5 ซม. เป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน การบ่มนี้อาจใช้น้ำยาบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) ก็ได้แต่ต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

13.3.2 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 และไม้กันเกรา และอื่นๆ ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

คุณสมบัติของไม้

- (ก) ต้องเป็นไม้ที่แห้ง หรือผึ่งมาแล้ว
- (ข) ไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาผิดปกติให้คัดออก
- (ค) ต้องไม่มีตา ไม่มีรอยแตกกร้าว ไม่มีรู ไม่มีคด

ขนาดไม้ใส่ปรุแต่ง

(ก) ไม้ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบเป็นอาคาร ส่วนที่เห็นได้ด้วยตา ต้องใส่ปรุแต่งให้เรียบร้อย

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

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

ขนาดหนา	2	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$1\frac{3}{4}$	นิ้ว
ขนาดหนา	$2\frac{1}{2}$	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$2\frac{1}{4}$	นิ้ว
ขนาดหนา	3	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$2\frac{11}{16}$	นิ้ว
ขนาดหนา	4	นิ้ว	ไสกบแล้วเหลืออย่างน้อย	$3\frac{5}{6}$	นิ้ว

13.3.3 การมุงหลังคา

(1) ทั่วไป

โครงหลังคาของอาคารโรงไฟฟ้า และอาคารต่างๆ ที่แบบเป็นโครงหลังคาเหล็ก ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

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

(2) การประกอบโครงหลังคาเหล็ก (Fabrication)

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

(ก) มาตรฐานงานเชื่อม	
คุณภาพงานเชื่อม	AWS D 1.1
คุณภาพลวดเชื่อม (Welding Rod)	AWS D 5.1 หรือ AWA A 5.5
(ข) มาตรฐานการกลึงเกลียว	ISO Metric System, Normal Series, Coarse Pitch.

(3) วัสดุ

(ก) ให้ใช้กระเบื้องลอนคู่สี ชนิดไม่มีใยหิน ความหนา 5.5 มม. ร่องลอนลึกถึง 5 ซม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(ข) ผู้รับจ้างจะจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับงานมุงหลังคา เช่น ครอบจั่ว, บังลม, ครอบมุม, แผ่นกันนก รวมทั้งขอเกี่ยวยึดกระเบื้องกับโครงหลังคา และวัสดุอื่นที่จำเป็นเพื่อให้งานแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามแบบ

(4) การมุงหลังคา

(ก) ก่อนมุงหลังคา ควรตรวจดูโครงเหล็ก เช่น จันทัน ช่อ แป ทุกอัน ได้ขันยึดด้วยสลักยึดแปนเกลียว (Sag Rod) อย่างดีแล้ว และอยู่ในลาดและระนาบเดียวกัน

(ข) ตรวจทิศทางทางลม ฝน ว่ามีมากทางใด เมื่อประเมินผลได้แล้วก็ตั้งต้นมุงสวนกับทิศทางลม เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้าทางลอนหงายได้อย่างดี

(ค) กระเบื้องที่ใช้มุงหลังคา ให้มุงทับกันไม่ต่ำกว่า 20 ซม. ยึดด้วยขอสลักเกลียวอาบสังกะสี มีแหวนอาบสังกะสีรองรับ

(ง) การตัดมุมกระเบื้อง จะต้องตัดด้วยเลื่อย และต้องรู้ว่าการมุงเริ่มจากซ้ายไปขวา หรือขวาไปซ้าย เพราะจะตัดมุมไม่เหมือนกัน

13.3.4 การตีฝ้าเพดาน

(1) ฝ้าเพดานภายใน ให้ใช้ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ด ชนิดมีฉนวนกันความร้อน หนา 9 มม. หรือมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า โครงเคร่าฝ้าเพดาน ใช้โครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ชนิดแขวนด้วยลวดอาบสังกะสี ชนิดปรับระยะได้ขนาดระยะของโครงเคร่า 0.60x1.20 ม. T-BAR ขนาด 1"x1 1/2" หนา 0.9 มม.

(2) งานฝ้าเพดานภายนอกเป็นแผ่นสมาร์ทบอร์ดหนา 4 มม. เว้นร่อง 8 มม. โครงเคร่าเหล็ก C-LINE ขุบสังกะสี ระยะโครงเคร่า 0.60 x 0.60 ม.

(3) ฝ้าเพดานห้องน้ำ ให้ตีฝ้ายิบซัมบอร์ดหนา 9 มม. ชนิดกันชื้น โครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ขนาด 0.60 x 0.60 ม. การติดตั้งโครงเคร่าอลูมิเนียม T-BAR ต้องเป็นไปตามระบุในแบบ ฝ้าเพดานที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องแข็งแรง เรียบร้อยได้แนว ได้ฉาก และได้ระดับ ความสูงของฝ้าเพดานจะต้องเป็นไปตามระบุในแบบ การติดตั้งฝ้าเพดานจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยช่างที่ชำนาญโดยเฉพาะ ก่อนติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องส่ง SHOP DRAWINGS แสดงแนวฝ้าและระดับที่จะติดตั้ง ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจ เพื่อปรับระยะต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสมและได้รับอนุมัติก่อนจึงทำการติดตั้งได้

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

13.3.5 งานก่ออิฐ

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

(2) ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ตามมาตรฐาน มอก. 80

(3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมียขนาดดังนี้

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

(4) น้ำ น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากน้ำมัน กระ ด่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อน จึงนำมาใช้ได้

(5) ส่วนผสมของปูนก่อ ปูนก่อผนังโดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

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

(6) การผสม ต้องผสมในกะบะซึ่งน้ำรั่วไม่ได้ นำทรายและปูนขาวซึ่งผ่านการร่อนแล้วมาผสม คลุกเคล้ากันตามส่วนที่กำหนด จนกลมกลืนเป็นสีเดียวกัน แล้วใช้น้ำหมักไว้ เมื่อนำไปใช้จึงนำปูนซีเมนต์ ผสมลงตามส่วนที่กำหนด แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด

(7) วิธีการก่ออิฐ

(ก) จะต้องเตรียมสถานที่การก่ออิฐให้เรียบร้อย เช่น แนว ระดับ รอยต่อ จะต้องสะอาด และทำให้ขรุขระ

(ข) อิฐที่ใช้ก่อทุกก้อนจะต้องแช่น้ำให้อุ่น

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

(ง) การก่ออิฐในผนังเดียวกัน จะต้องก่ออิฐให้เต็มความกว้างของผนัง โดยมีความสูง ในการก่อใกล้เคียงกัน ห้ามก่อผนังอิฐส่วนหนึ่งส่วนใดสูงกว่าส่วนที่เหลือเกิน 1 เมตร

(จ) เมื่อก่ออิฐเสร็จแล้ว จะต้องไม่ถูกกระทบกระเทือนด้วยแรงใดๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

(จ) ในกรณีที่ต้องติดตั้งกบประตู หน้าต่าง ต้องจัดทำให้เรียบร้อยก่อนฉาบปูนและวงกบควรยึดติดอยู่กับเอ็น ค.ส.ล. ขนาด 0.07x0.10 ม. โดยรอบ

(ข) คานและเสาเอ็น ค.ส.ล. ต้องมีเหล็กเสริมไม่น้อยกว่า 2 - Ø 9 มม. และเหล็กปลอกขนาดไม่น้อยกว่า Ø6 มม. ระยะห่างไม่เกิน 0.25 ม.

13.3.6 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 (LIMY MOTAR PLASTICISERS) โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(5) น้ำที่ใช้จะต้องสะอาดปราศจากน้ำมัน กรด ต่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้

(6) ส่วนผสมของปูนฉาบ โดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

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

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

(8) วิธีการฉาบปูน ผนังที่ทำด้วยอิฐต่าง ๆ กัน จะฉาบยากง่ายไม่เหมือนกัน การยึดปูนฉาบกับผนังก็ต่างกัน

งานฉาบเสาหรือคานคอนกรีตการจับเหล็ยเสาหรือคาน จำเป็นต้องใช้ปูนเค็มหรือปูนรองพื้นไว้ชั้นหนึ่งก่อน เพื่อให้เป็นตัวยึดเกาะเมื่อลงปูนรองพื้นไว้ และแข็งตัวเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 48 ชั่วโมง จึงฉาบด้วยปูนฉาบที่ได้เตรียมไว้ การฉาบให้ปาดเกรียงไปมาให้ผิวเรียบ และอาจจะต้องพรมน้ำหลายครั้ง ในการแต่งผิวปูน แล้วท้ายที่สุด ควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำ กวาดผิวฉาบที่หมาดสนิทแล้ว เพื่อให้ผิวฉาบนั้น ดูเรียบเรียบร้อยสวยงาม

(9) น้ำยาผสมปูนฉาบ

ในการผสมปูนฉาบ ผู้รับจ้างสามารถใช้ น้ำยาผสมปูนฉาบแทนปูนขาว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอ การใช้ น้ำยาพร้อมทำข้อกำหนดต่าง ๆ ของ น้ำยาผสมต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หรือวิศวกรควบคุมงานเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

13.3.7 การก่อคอนกรีตบล็อก

- (1) ให้ใช้คอนกรีตบล็อกขนาด 20x40 ซม. ตามมาตรฐาน มอก.58
- (2) คุณภาพส่วนผสมของปูนที่ใช้ก่อให้เป็นไปตามข้อ 12.4.4
- (3) จะต้องก่อให้ได้แนวทั้งแนวตั้ง และแนวนอน ทำการเชาะร่องดูสวยงามตามคำแนะนำของ วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

13.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์

13.4.1 ประตูเหล็กม้วน

หมายถึง การจัดหา ติดตั้งประตูม้วนเหล็ก อาคารโรงไฟฟ้าพลังน้ำให้ใช้ได้ตามจุดประสงค์ตาม รายละเอียดดังนี้

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

13.4.2 วงกบ

ประตู-หน้าต่าง ให้ใช้ไม้เนื้อแข็ง ขนาดตามแบบ การเข้าไม้จะต้องเป็นไปตามหลักการช่างที่ดี ผิวไม้เรียบ วงกบได้ฉากไม้ ไม่บิดงอเสียรูปทรง

13.4.3 บานประตู

เป็นบานไม้สักอัด (TEAK PLYWOOD) ความหนา และขนาดตามแบบ ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าของ บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด

13.4.4 หน้าต่าง

กรอบบานไม้เนื้อแข็งขนาดตามแบบ

13.4.5 กระจก

กระจกมีความหนา และขนาดตามแบบ คุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 54 ชั้นคุณภาพ B ซึ่งผลิตในประเทศไทย การติดตั้งกระจกจะต้องใส่ฟุตติ้งกันกระຈกสั่นด้วย

13.4.6 อุปกรณ์ประตู-หน้าต่าง

(1) ประตู

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

(ข) กุญแจ ใช้กุญแจชนิดลูกบิดมีกุญแจไขด้านนอก ด้านในล็อคด้วยปุ่มชนิดโครเมียม ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ากุญแจยี่ห้อ ALPHA หรือเทียบเท่า

(ค) กลอน ใช้กลอนทองเหลืองเหล็ม ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าของยี่ห้อ SANLOCK ให้ติด ด้านบนและด้านล่าง ขนาดไม่เล็กกว่า 4 นิ้ว

(ง) กันชนประตู ให้ใช้กันชนลูกยางกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ยึดติดกับผนัง ด้านที่ประตูเปิดไปชนด้วยตะปูเกลียว โดยฝังพุกพลาสติกในผนังปูนศูนย์กลางของกันชนจะต้องอยู่พอดีกับศูนย์กลางของกุญแจลูกบิดประตู

(2) หน้าต่าง

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

(ข) มือจับ ใช้มือจับทองเหลืองขนาด 4 นิ้ว ที่บานหน้าต่างด้านในบานละ 1 อัน

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

13.4.7 วงกบ ราง และกรอบอลูมิเนียม

ต้องเป็นอลูมิเนียมรูปพรรณ ที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM B-209 หรือตามมาตรฐานที่มีคุณภาพเทียบเท่า ผิวด้านนอกของอลูมิเนียม ต้องผ่านการเคลือบผิวด้วยกรรมวิธี Anodize ความหนาของโครงกรอบวงกบต้องไม่น้อยกว่า 2 มม. และกรอบบานต้องไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

13.5 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) จมูกยางกันเส้น จะต้องเป็นชนิดกันเส้น มีรูปร่างเป็นมุมฉาก ขอบมนสนิทกับพื้น
- (4) กาวสำหรับปูพื้น จะต้องเป็นชนิดกันน้ำ มีคุณภาพตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- (5) การปูกระเบื้องยาง พื้นคอนกรีตที่จะปูกระเบื้องยางทับ จะต้องเรียบแห้งสนิทสะอาด ปราศจากฝุ่น น้ำมัน ผิวคอนกรีตที่ขรุขระต้องแต่งให้เรียบร้อย การทากาวให้ใช้เกรียงชนิดเป็นร่องและจะต้องให้มีกาวเสมอกันทั่วทั้งห้อง การปูกระเบื้องจะต้องปูให้เรียบ รอบต่อของกระเบื้องยางจะต้องสนิทมุมชนกันให้เรียบร้อย
- (6) ภายหลังปูกระเบื้องยาง และเชิงผนังเรียบร้อยแล้ว จะต้องเปิดประตูหน้าต่างให้มีอากาศพอเพียงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- (7) ห้ามปูกระเบื้องยางจนกว่างานส่วนอื่นๆ รวมทั้งงานทาสีได้ดำเนินไปแล้ว ไม่น้อยกว่า 90% การปูกระเบื้องยางจะต้องใช้ช่างชำนาญทางด้านนี้โดยเฉพาะและจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- (8) ภายหลังจากปูกระเบื้องยางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาด และลงน้ำมันชนิดแว๊กนัอย่างน้อย 2 ครั้ง และขัดด้วยเครื่องให้ขึ้นเงา ห้ามเทน้ำธรรมดาหรือน้ำสบู่เพื่อล้างโดยเด็ดขาด

13.6 งานปูกระเบื้องโมเสคและกระเบื้องเคลือบ

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

(2) การขนส่งกระเบื้องโมเสก และกระเบื้องเคลือบจะต้องบรรจุภายในกล่องให้เรียบร้อย และจะต้องเก็บไว้ในที่ซึ่งไม่มีความชื้น จนกว่าจะนำมาใช้

(3) ให้ทำการฉาบปูนผนังให้เรียบร้อย พร้อมทั้งปูกระเบื้องเคลือบได้ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง ก่อนจะปูกระเบื้องเคลือบให้รดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้อง การปูอาจจะใช้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยึดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนซีเมนต์ขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนปูนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(4) การปูพื้น ให้ฉาบปูนพื้นให้ระดับความเอียงลาดที่ต้องการ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง และก่อนปูกระเบื้องโมเสกให้รดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการปูกระเบื้องโมเสก การปูอาจจะใช้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยึดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(5) ส่วนใหญ่ที่จะต้องติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ให้เตรียมไว้สำหรับการติดตั้งต่อไปด้วย อนึ่ง ก่อนปูกระเบื้องจะต้องวางท่อประปา และท่อระบายน้ำให้เรียบร้อย

13.7 เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์

สุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่างๆ ตามแบบกำหนดให้ใช้ตามรายการดังต่อไปนี้

- อ่างล้างหน้าแบบฝัง ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น C029 หรือ KARAT รุ่น K-18805X หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น TE-0760 หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- โถส้วมนั่งราบแบบชักโครก ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น C1181 หรือ KARAT รุ่น CWT744 หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น TF2426 หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- โถปัสสาวะชาย ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น C3080 หรือ KARAT รุ่น K-17046X หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น TF412 หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- ก๊อกฟลัช ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น CT4755L หรือ KARAT รุ่น BFV4 หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น A-5000-N หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- ฝักบัวอาบน้ำสายอ่อนอย่างดี ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น S29 (HM) หรือ KARAT รุ่น ARM (DAS6) BA07-50 หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น A-6030-H5-SP หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- ที่ใส่สบู่แบบฝังผนัง ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น C834 หรือ KARAT รุ่น K-17394 (K504) หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น TF-9251 หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- ที่ใส่กระดาษชำระ ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น C836 หรือ KARAT รุ่น K-18130X หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น TF-9253 หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- สายฉีดชำระ ผลิตภัณฑ์ COTTO รุ่น CT994K หรือ KARAT รุ่น EB74-50 หรือ AMERICAN STANDARD รุ่น A4800 หรือผลิตภัณฑ์ยี่ห้ออื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า

สำหรับรายละเอียดอื่นๆ กำหนดตามแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์ตามรายการที่กล่าวมานี้ให้ครบตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนด

13.8 การทาสี

(1) การทาสี ให้ทาสีผนัง เพดาน โครงสร้าง โครงเหล็กอื่นๆ ที่เห็นกับตา ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมผิวที่จะทาสี ผิวที่จะทาสีทั้งหมดจะต้องเรียบ สะอาด ปราศจากฝุ่น และขีปนจะต้องแห้งสนิทจึงจะทำการทาสีได้ ไม่ที่จะทาสีจะต้องอุดรูและขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย

(3) กรรมวิธีการในการทาสี

กรรมวิธีการทาสีให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเลือกสี กรรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดให้ในภายหลัง

(4) ชนิดของสี

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

(ข) สีทาภายในสำหรับงานเคลือบผิวคอนกรีต หินก่อ ซีเมนต์โยหิน ปูนฉาบ ยิมซัมบอร์ดให้ทาสีด้วยสี PLASTIC EMULSION 3 ชั้น

(ค) งานเคลือบเงาไม้ ให้ทาสีด้วยสี 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 ชั้นแรกทาสีด้วย RED LEAD PRIMER หนาอย่างน้อย 0.05 มม. ก่อนนำไปประกอบติดตั้งให้ทาสีทับด้วยสี ALKYD BASED ENAMEL 2 ชั้น หนาไม่น้อยกว่าชั้นละ 0.03 มม.

(5) งานฝีมือ

- งานทาสีทั้งหมดจะต้องกระทำโดยช่างทาสีที่มีฝีมือดี
- สีที่ทาเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องเรียบ ไม่เห็นรอยแปรงและจะต้องมีสีสม่ำเสมอทั้งหมด
- ผิวหน้าของไม้ที่ทาสีด้วยสีน้ำมันวานิช จะต้องเรียบเป็นเงาโดยสม่ำเสมอ
- สีที่ทาไว้ไม่เรียบร้อยแล้วจะต้องทาทับหน้าใหม่ โดยการทาทับหน้าทั้งแผ่น

(6) ภายหลังการทาสีเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องมีหนังสือรับรองและประกันผลงานของการทาสีจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 2 ปี มอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

13.9 ระบบท่อสุขาภิบาล (Plumbing Work)

(1) ขอบเขตของงาน

(ก) ระบบท่อสุขาภิบาลสำหรับอาคารโรงไฟฟ้า สำนักงานและที่พักอาศัย ซึ่งประกอบด้วยระบบท่อน้ำใช้ ท่อน้ำทิ้ง ท่อระบายอากาศ และระบบท่อน้ำเสีย ถึงบ่อบัดน้ำเสีย บั๊มน้ำ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(ข) ระบบท่อน้ำใช้ จะต้องทดสอบแรงดันน้ำ 1.5 เท่าของแรงดันน้ำสูงสุดที่ใช้งาน และให้คงแรงดันไว้ 30 นาที เพื่อตรวจสอบการรั่วซึม

(ค) ภายในหกสิบ (60) วัน ก่อนเริ่มงานอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและคุณภาพวัสดุในระบบท่อให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(2) วัสดุ

การใช้วัสดุหากมิได้ระบุในแบบ หรือสั่งการโดยผู้ว่าจ้างให้เป็นอย่างอื่นฯ ให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบท่อตามข้อกำหนดในบทนี้ ดังต่อไปนี้ คือ

(ก) ระบบท่อน้ำใช้

- 1) ท่อเหล็กอาบสังกะสีและข้อต่อ 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 การต่อบรรจบท่อให้ใช้หน้างานเหล็กกล้าอาบสังกะสีพร้อมสลักแป้นเกลียว

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

(ค) ในกรณีเป็นท่อเหล็กอบสังกะสีฝังในดิน จะต้องเคลือบด้วยยางมะตอย A.C. ร้อน เพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวท่อ

(ง) ท่อที่เปลี่ยนทิศทาง ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ให้มีสมอยึดที่มุม เพื่อป้องกันการขยับตัวเนื่องจากแรงหรือความสั่นสะเทือนในเส้นท่อ

(จ) ท่อระบายอากาศซึ่งฝังในกำแพงก่ออิฐฉาบปูน และคอนกรีตเสริมเหล็กแนวท่อจะต้องเคลือบด้วยสาร Epoxy Resin เพื่อให้เกิดการยึดเกาะได้ดี และป้องกันการแตกร้าวด้วย

(4) บั๊มน้ำ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาบั๊มน้ำ เพื่อใช้ในการสูบน้ำเข้าสู่ระบบน้ำใช้ บั๊มน้ำที่ใช้ต้องเป็นบั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ มีขนาดไม่น้อยกว่า 200 วัตต์ ระยะส่งไม่น้อยกว่า 16 เมตร ยี่ห้อ มิตซูบิชิ หรือเทียบเท่า

13.10 ป้ายชื่อโรงไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างประดับตกแต่งแผ่นป้ายชื่อโรงไฟฟ้า ดังที่แสดงไว้ในแบบแผ่นป้ายชื่อโรงไฟฟ้า จะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) แผ่นป้ายทำจากแผ่นสังกะสีเบอร์ 24 พับขึ้นรูปหนา 1 นิ้ว ฟันสีครีม ยึดติดกับผนังอาคารตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ

(2) ตัวอักษรทำด้วยพลาสติดหนา 10 มม. ฟันสีตามที่กำหนดไว้ในแบบ รายละเอียด ขนาด และรูปแบบของตัวอักษร ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

13.11 การวัดงานและการจ่ายเงิน

(1) งานอาคารโรงไฟฟ้า วัดปริมาณงานเป็นหน่วยตามที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามรายละเอียดงานที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานโครงสร้างอาคาร งานผนังและพื้น งานประตูหน้าต่าง งานหลังคา งานระบบท่อน้ำประปา งานปั๊มน้ำ งานสุขภัณฑ์ งานป้ายชื่อโรงไฟฟ้า และงานรื้อวางสายไฟฟ้า การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ประกอบและติดตั้ง และงานไฟฟ้า-ประปาจนแล้วเสร็จ

(2) งานอาคารลานไถไฟฟ้า วัดปริมาณงานเป็นเหมาจ่ายในหน่วยหลังหรือแห่งตามรายการที่ระบุในแบบซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาแบบหรือออกแบบงานตามรายการที่ระบุนี้ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าออกแบบ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ค่าประกอบและติดตั้ง จนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 14

งานเบ็ดเตล็ด

หมวดที่ 14

งานเบ็ดเตล็ด (MISCELLANEOUS)

14.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ หมายถึง งานที่นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาจากบทอื่นๆ เช่น งานปลูกหญ้า งานเคลือบผิวพื้น งานปูแผ่นใยสังเคราะห์ งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ งาน GEOTEXTILE และงานภูมิทัศน์ เป็นต้น

14.2 งานปลูกหญ้า (SODDING)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปลูกหญ้าตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร การปลูกหญ้าจะต้องปฏิบัติดังนี้

14.2.1 หน้าดิน (TOP SOIL)

หน้าดินที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะเป็นดินเหนียว ค่อนข้างชื้น ปราศจากรากไม้ หินและวัตถุซึ่งไม่พึงประสงค์ แล้วนำไปปูตามตำแหน่งที่กำหนดให้ได้ความหนาตามแบบ และก่อนนำไปปูจะต้องได้รับการเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน

14.2.2 การปลูกหญ้า

(1) การปลูกหญ้าแบบปูแผ่น (BLOCK SODDING)

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

(ข) การปลูกหญ้าต้องปลูกขนานกับแนวถนน และให้ปูเหลื่อมกับแถวถัดไปประมาณครึ่งแผ่น และปูซ้อนกันประมาณ 1 ซม.

(ค) เมื่อปูแผ่นหญ้าแล้วให้รดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อระหว่างแถว หลังจากปลูกหญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

(2) การปลูกหญ้าแบบปักแถว (STRIP SODDING)

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

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

(ค) เมื่อปลูกหญ้าแล้วให้ดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อตามขวาง หลังจากปลูกหญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

14.3 งานเคลือบผิวหรือทาสีพื้น EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE

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

14.4 งาน GEOTEXTILE

14.4.1 ลักษณะทั่วไป

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

14.4.2 คุณสมบัติต่าง ๆ

คุณลักษณะ	หน่วย	วิธีทดสอบ	เกณฑ์กำหนด
น้ำหนัก	g/m ²	ASTM D 5261	ไม่น้อยกว่า 240
Wide width tensile strength	kN/m.	ASTM D 4595	ไม่น้อยกว่า 16
Extension at peak	%	ASTM D 4595	ไม่น้อยกว่า 55
CBR Puncture	N	ASTM D 6241	ไม่น้อยกว่า 2650
Grab Tensile	N	ASTM D 4632	ไม่น้อยกว่า 900
Trapezoidal Tear Strength	N	ASTM D 4533	ไม่น้อยกว่า 400
Drop cone	mm.	EN 918	ไม่มากกว่า 17
Pore size	mm.	ASTM D 4751	ไม่มากกว่า 0.07
Permeability	l/m ² .s	BS 6906:3	ไม่น้อยกว่า 180

14.4.3 การปูแผ่นใยสังเคราะห์

ก่อนที่จะทำการปูแผ่นใยสังเคราะห์ ให้ปรับแต่งพื้นผิววัสดุที่จะปูให้เรียบร้อย ก่อนปูการต่อเชื่อมแผ่นใยสังเคราะห์ ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

(1) การต่อโดยให้แผ่นเหลื่อมกัน (Overlapping)

ระยะทับของแผ่นใยสังเคราะห์ จะประมาณ 50 ซม. สำหรับชั้นดินบดอัดที่แน่นและเรียบให้วางทับกันปกติ โดยไม่ต้องเชื่อมใดๆ

(2) การเย็บ (Sewing)

แผ่นใยสังเคราะห์ อาจจะเชื่อมต่อกันโดยวิธีแบบต่อเนื่อง โดยใช้เส้นด้าย Polyester หรือ Nylon การเย็บแบบต่อเนื่อง ให้ทำตามแบบที่กำหนด

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

14.5 งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ ให้ได้ตำแหน่ง แนว ระยะ ขนาด รูปร่างและระดับตามที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

(2) การทำงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้ผู้รับจ้างจัดทำตามการทำงานคอนกรีตหมวดที่ 7 การทาสีให้จัดทำตามที่กำหนดในแบบ ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีห่อของสีให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการทาสี การทาสีต้องปฏิบัติตามวิธีการที่ผู้ผลิตแนะนำโดยเคร่งครัด

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

14.6 งานป้ายบอกทางและป้ายชื่อโครงการ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและก่อสร้างป้ายบอกทางและป้ายชื่อโครงการ ดังที่แสดงไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ป้ายบอกทางและป้ายชื่อโครงการ แผ่นป้ายทำจากอลูมิเนียมหนา 2 มม. พื้นของแผ่นป้ายติดสติ๊กเกอร์ของ 3 M สีขาวสะท้อนแสง MICRO PRISMATIC GRADE ASTM. D-4956 TYPE 8 (FREE

ORIENTATION) ขนาดแผ่นป้าย กว้าง 2.40 ม. สูง 1.20 ตัวหนังสือตัวหนังสือสติกเกอร์สีดำของ 3M หรือ สติกเกอร์ของ 3M สีสัมผัสสะท้อนแสง ตามที่แสดงไว้ในแบบ ทั้งนี้อายุการใช้งานของสติกเกอร์ 3M ต้องไม่น้อยกว่า 5 ปี

(2) ป้ายติดตั้งบนเสาเสาคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูปขนาด 0.125 x 0.125 ม. ทาสีขาวสะท้อนแสง กันน้ำ เสาคอนกรีตฝังลึกจากผิวดินไม่น้อยกว่า 1.50 ม. เสาคอนกรีตยึดฐานเสาขนาด 0.30x0.30x0.60 ม.

(3) ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบ SHOP DRAWING ของป้ายให้คณะกรรมการตรวจการจ้าง พิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ ทั้งนี้ตำแหน่งติดตั้งป้ายจะกำหนดให้ภายหลัง

14.7 งานวางระบายน้ำ

14.7.1 ขอบเขตของงาน

หมายถึงงานวางระบายน้ำรอบบริเวณโรงไฟฟ้าพลังน้ำ หรือบริเวณอาคารต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดแต่งร่องระบายน้ำ ทำการหล่อและเทคอนกรีตให้มีแนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

14.7.2 วัสดุ

(1) คอนกรีต
งานคอนกรีตให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 175 กก.ต่อตารางเซนติเมตร

(2) วัสดุประกอบอื่นๆ
ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงานท่อลอดถนนตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

14.8 การวัดงานและการจ่ายเงิน

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

- (2) งาน GEOTEXTILE ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่แสดงไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วยงานค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงงานประกอบติดตั้งจนแล้วเสร็จ
- (3) งานเคลือบหรือทาพื้นด้วย EPOXY RESIN หรือ POLYURETHANE ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานเตรียมผิวพื้น งานเคลือบหรือทาผิว การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าขนส่ง และค่าแรงงานไว้ด้วยแล้ว
- (4) งานเสาแสดงแนวท่อส่งน้ำ (ถ้ามี) จะวัดปริมาณงานเป็นต้น และจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อต้นตามที่ระบุไว้ในสัญญา เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งเสาแต่ละต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยราคาดังกล่าวได้รวมถึงค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องไว้หมดแล้ว
- (5) งานป้ายบอกทาง และป้ายชื่อโครงการ วัดปริมาณงานเหมาจ่ายในหน่วยชุด ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาแบบหรือออกแบบงาน ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานประกอบติดตั้ง จนแล้วเสร็จ
- (6) งานวางระบายน้ำ วัดปริมาณงานเหมาจ่ายในหน่วยเมตร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา ซึ่งได้รวมการจัดหาวัสดุ แรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ก่อสร้างไว้ครบถ้วนในงานที่เกี่ยวข้องแล้ว

หมวดที่ 15

งานระบบไฟฟ้า

หมวดที่ 15 งานระบบไฟฟ้า

15.1 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า

15.1.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้อง ออกแบบ จัดหา การจัดส่งเครื่องต่าง ๆ มาที่สถานที่ทำงาน การจัดเก็บในบริเวณที่ทำงาน การก่อสร้าง พร้อมการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็น และติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 พร้อมทดสอบการใช้งาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

การประกอบ และติดตั้ง พร้อมทดสอบ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างทั้งสิ้นที่จะต้องดำเนินการให้ได้ มาตรฐานทางวิศวกรรม และตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545

ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน โดยมีให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของทางราชการและเอกชน รวมทั้งสาธารณูปโภคต่าง ๆ ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบเองทั้งหมด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาพร้อมดำเนินงานติดตั้งระบบไฟฟ้าให้โรงไฟฟ้าทั้งหมด ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของหมู่บ้าน ระบบควบคุม และวัสดุต่าง ๆ เช่น สายเมนเคเบิลแรงต่ำจากหม้อแปลงไปยังตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) อุปกรณ์และบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

เครื่องมือและการทดสอบอุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึงซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตาม กฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และจะต้องดำเนินงานให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่าง ๆ ที่กำหนด

แรงดันตกคร่อมของสายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าเครื่องสุดท้าย เติร์บและไฟฟ้าแสงสว่าง จะต้องไม่เกิน 3%

ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

15.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ

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

15.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องมีพิกัดดังนี้

- (1) ระบบแรงดันไฟฟ้าแรงสูง 3.5 kV 3 เฟส
- (2) ระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ

15.1.4 ระบบต่อลงดิน

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

15.1.5 แบบและข้อมูลที่ต้องจัดทำโดยผู้รับจ้าง

ข้อมูลการคำนวณแบบ ขนาดต่าง ๆ ในแบบ และแผนภาพ จะต้องแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในส่วนประกอบและวัสดุ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการจัดซื้ออย่างน้อย 3 เดือน และจะต้องเสนอรายละเอียดของแบบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 6 เดือน

- (1) จำนวนของแบบในการเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณา มีจำนวนดังนี้

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

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

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

ถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างต้องการแบบเพิ่มเติม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ด้วย

15.1.6 คู่มือการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอคู่มือการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนที่จะมีการจัดส่งและติดตั้งอุปกรณ์ คู่มือจะต้องครอบคลุมถึงวิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง การปฏิบัติงาน การบำรุงรักษา เครื่องมือ และอุปกรณ์ หลังจากได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างในขั้นสุดท้ายแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำสำเนาคู่มือจำนวน 5 ชุด และจัดส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องมีคู่มือประจำไว้ที่โครงการด้วย

15.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ

หลังจากการติดตั้งและตรวจรับงานเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทางผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำของผู้ว่าจ้างเกี่ยวกับการบำรุงรักษา การปฏิบัติงาน และการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายใต้สัญญา

การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเพื่อพิจารณา และการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ให้รวมอยู่ในสัญญาว่าจ้าง

15.1.8 มาตรฐาน

ในการออกแบบวัสดุ การผลิตอุปกรณ์ การตรวจสอบ การทดสอบ และคุณสมบัติในการใช้งานของอุปกรณ์ นอกจากจะมีการกำหนดคุณสมบัติ หรือมาตรฐานอื่น ๆ ไว้ ให้ยึดตามมาตรฐานดังนี้

- (1) Provincial Electricity Authority's (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

15.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี

- (1) การจัดเฟส

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

- (2) เฟสและแถบสีในการเดินสาย

แถบสีของแต่ละเฟส และการเดินสายจะแสดงไว้ดังนี้

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

15.1.10 คุณภาพของงาน (Workmanship)

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงานนั้นๆ คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

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

15.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้น ตู้ควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบด้วยตารางสีแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

15.1.12 งานฝังภายนอกและอื่น ๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้างต่าง ๆ ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้างรองรับสายกับฝาปิด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยการเจาะและเว้นที่สำหรับขนาดของโคมไฟ โครงสร้างคอนกรีต และท่อพีวีซี

15.1.13 การทดสอบ

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

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะทำการทดสอบการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาว่าเป็นไปตามความต้องการและข้อกำหนดหรือไม่ สัญญาจะสิ้นสุดเมื่อไม่มีข้อคัดค้านใด ๆ วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติ

จะต้องให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบ เพื่อพิจารณาถึงการดำเนินการและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด

ถ้าในการทดสอบเกี่ยวกับการดำเนินการหรือหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ต่ำกว่าข้อกำหนดที่มีไว้ในสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด และทำการทดสอบอีกครั้ง

15.1.14 อุปกรณ์อะไหล่

จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์อะไหล่ที่เหมาะสม ในแต่ละอุปกรณ์จะต้องระบุประเภท และการใช้งานไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอุปกรณ์อะไหล่ต่าง ๆ ที่ต้องจัดหานั้น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

15.2 ระบบสายส่งไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการออกแบบ จัดหา ติดตั้ง พร้อมทดสอบการใช้งานระบบไฟฟ้า โดยจะต้องเสนอแบบรายละเอียดการคำนวณให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ การถอด ประกอบ และติดตั้งพร้อมทดสอบ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างทั้งสิ้นที่จะต้องดำเนินการให้ได้มาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545

15.2.1 ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ จัดหา พร้อมติดตั้ง และทดสอบการใช้งานระบบไฟฟ้าแรงสูง 3.5 เควี 3 เฟส ขนาด 35 ตารางมิลลิเมตร บนเสาไฟฟ้า 9 เมตร ที่ได้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จากโรงไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดเป็นไปตามแบบแปลนสายส่งไฟฟ้าพร้อมแบบประกอบ ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

15.2.2 ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงต่ำ

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ จัดหา พร้อมติดตั้ง และทดสอบการใช้งานระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำด้วยชนิดสายอลูมิเนียม THW 35 ตารางมิลลิเมตร โดยมีรายละเอียดเป็นไปตามแบบแปลนสายส่งไฟฟ้าพร้อมแบบประกอบ ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

15.3 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

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

(1) โครงสร้าง

ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก จะต้องมียารละลายยึดโครงสร้าง 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) แต่ละวงจรรย่อยจะต้องมีแผ่นป้ายชื่อ

(ช) การประกอบตู้ควบคุมจะต้องยึดอยู่บนรางเหล็กและยกระดับขึ้นบนฐานตู้ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ในการปรับระดับไว้ด้วย เพื่อช่วยในการติดตั้ง

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

เครื่องมือวัดทั้งหมดจะต้องใช้กับระบบแรงดันต่ำ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ และมีข้อกำหนดดังนี้

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

(ณ) หม้อแปลงกระแส จะต้องมียึดตราส่วนตามแบบที่แรงดัน 600 โวลต์ เป็นชนิดติดตั้งภายในความถี่ 50 เฮิรตซ์ สามารถนำไปใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดต่าง ๆ ได้ และได้ตามมาตรฐานของ NEMA

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

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

(2) การติดตั้งตู้ควบคุม

(ก) ในกรณีที่มิตู้ควบคุมได้แยกย่อยจัดส่งมากกว่า 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

(ช) หน้าสัมผัสของจุดเชื่อมจะต้องไม่ไปสัมผัสกับสายไฟที่เดินอยู่ แต่ถ้ามีโอกาสที่จะสัมผัสกัน ก็ให้ทำการมัดสายไว้รวมกันที่ใกล้กับจุดนั้น ๆ

(3) การทดสอบสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติแรงดันต่ำ

(ก) ตรวจสอบการต่อลงดินของอุปกรณ์เพื่อให้มั่นใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า

(ข) ตรวจสอบจนแน่ใจในแต่ละขั้วของสวิตช์ตัดตอนด้วยแรงดัน 1,000 โวลต์ เทียบกับดิน

(ค) ตรวจสอบแรงดันของสวิตช์ตัดตอนขณะเปิดและขณะปลด (Trip) ที่แรงดัน ค่าที่เหมาะสม

- (ง) ทดสอบการทำงานปกติและ ตรวจสอบทั่ว ๆ ไป ของสวิตช์ตัดตอน
- (จ) ปรับแต่งและทำความสะอาดหน้าสัมผัส (Primary Contacts) ตามข้อแนะนำของผู้ผลิต
- (ฉ) ตรวจสอบที่ว่างที่เหมาะสมของทุกรายการ
- (ช) ตรวจสอบความหล่อลื่น (Lubrication) ให้เหมาะสม
- (ซ) ตรวจสอบผลทางด้านขาออกของหม้อแปลงกำลังควบคุม (Control Power Transformer) และฟิวส์ควบคุม (Control Fuse)
- (ฌ) 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

15.4 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย

15.4.1 ทิวไป

ตู้ไฟฟ้าย่อยจะมีชื่อวงจรตามส่วนที่เป็นวงจรย่อย เช่น วงจร LP1 หรือ LP2 ซึ่งมีคุณสมบัติมีรายละเอียดของโครงสร้าง ลักษณะการทำงาน และอุปกรณ์ช่วยดังนี้

- (1) ตู้จะต้องมีแรงดันพิกัดที่ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย หรือแรงดัน 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย ดังแสดงไว้ในแบบ
- (2) ตู้จะต้องเป็นแบบปิด (Enclosed Type) ในตู้เหล็กซึ่งต้องได้มาตรฐาน บานพับซ่อนไว้ด้านใน (Concealed Hinged Doors) และมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้ง นอกจากจะมีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- (3) ทองแดงจะเป็นแบบ Hard Drawn และต้องทนกระแสได้ถึง 1,000 แอมป์ ต่อ ตารางนิ้ว (พื้นที่หน้าตัด) โดยจะต้องเตรียมบัสบาร์ไว้สำหรับแต่ละเฟส
- (4) ตู้จะต้องติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิด Molded Case Circuit Breaker ขนาดแรงดันจำนวนขั้วจะต้องเป็นไปตามแบบ และจะต้องจัดเตรียมบัสบาร์สำหรับนิวตรอลไว้ด้วย
- (5) ตู้จะต้องจัดเตรียมช่องด้านข้างสำหรับต่อร้อยสายอย่างน้อย 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว สำหรับตู้ไฟฟ้ากำลัง (Power Panel Board)
- (6) จะต้องจัดทำป้ายชื่อของแต่ละรายวงจร โดยจะต้องติดตั้งไว้ภายในบริเวณฝาตู้ของแต่ละตู้ไฟฟ้าย่อย
- (7) ตู้หลาย ๆ ตู้อาจใช้สายป้อนร่วมกัน จุดต่อจะต้องใช้แบบ Double Lugs หรือ Tapped Connectors ดังนั้นจะต้องมีการจัดเตรียมชนิดของ lugs หรือจุดต่อสำหรับการต่อกับแหล่งจ่ายให้เหมาะสม
- (8) ตู้จะต้องผลิตกันท์ของ Square "D", General Electric, Westing House หรือเทียบเท่า

(9) อุปกรณ์ป้องกันฟ้ากระแสน้ำจะต้องจัดไว้สำหรับลดแรงดันเกินจากระลอกกระแสฟ้าผ่า และการสับปลดเปิดปิดสวิตช์ของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสฟ้าผ่าจะต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการป้องกันอุปกรณ์ทั้งหมดได้

15.4.2 การติดตั้ง

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

15.5 ระบบแสงสว่าง

15.5.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดเตรียมการติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแบบ หรือที่กำหนดไว้

15.5.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ วัสดุ การประกอบ และการติดตั้งของระบบไฟฟ้าทั้งหมด อย่างน้อยที่สุดจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ดังนี้

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

15.5.3 หลักการออกแบบ

(1)ทั่วไป

ระบบแสงสว่างจะต้องจัดเตรียมไว้โดยจะต้องให้แสงสว่างที่พอเหมาะ สำหรับอาคารควบคุม ถนนที่ใช้สัญจรเป็นประจำในเวลากลางคืน และไฟฟ้าฉุกเฉินในขณะที่แหล่งจ่ายไฟหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

(2) เกณฑ์การออกแบบ

(ก) แสงสว่าง

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

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

ระดับความสว่างจะวัดจากพื้นขึ้นมา 0.8 เมตร โดยใช้เป็นฐานในการออกแบบ การติดตั้งความส่องสว่างจะต้องสอดคล้องกับข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่า

(ข) เต้ารับ (Convenience Receptacle)

เต้ารับจะต้องจัดเตรียมไว้ทุก ๆ 6 เมตร หรืออย่างน้อย 1 ชุด ในแต่ละห้อง

15.5.4 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) สวิทช์ (Switch)

สวิทช์จะเป็นแบบ Indicating, Toggle Action, Flush Mounting, Quiet Type โดยจะต้องมี พิกัดที่ 15 แอมแปร์ แรงดัน 220 โวลท์ ติดตั้งในกล่องอลูมิเนียมพร้อมประกันยางโดยรอบ สวิทช์จะต้อง ติดตั้งสูงจากพื้น 1.2 เมตร

(4) เต้ารับ (Receptacle)

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

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

เต้ารับกันน้ำจะต้องมีประกันยาวโดยรอบ กล่องเหล็กพร้อมฝาปิดแบบสปริง การ ติดตั้งเต้ารับจะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 0.3 เมตร

(5) แผ่นติดตั้ง (Device Plates)

แผ่นสำหรับ Flush Mounted Devices จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง และเป็น แบบ High Nickel Stainless Steel

(6) ชุดการติดตั้งภายนอก (Outlet Fitting)

อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบจะต้องมีการจัดเตรียมการติดตั้งที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นกล่อง หรือ อุปกรณ์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

ในงานฝังท่อภายนอก จะต้องเตรียม Galvanized Pressed Steel Bar ไว้ โดยกล่องจะ ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ และในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาตาม ท้องตลาดได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำกล่องขนาดพิเศษขึ้นมาโดยจะต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

กล่องลอยที่จะใช้สำหรับใส่สวิทช์และปลั๊กจะต้องเป็นชนิด Cast Type หรือเป็นไปตามความ ต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ

กล่องและการติดตั้งในพื้นที่เปียกจะต้องเป็นแบบกันน้ำ

(7) ชุดไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Lighting Unit)

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างฉุกเฉินในทุกห้อง โดยในห้องควบคุมระบบไฟฟ้าและห้องทำงานจะต้องมีอย่างน้อย 1 ชุด ซึ่งแสงสว่างจะต้องเพียงพอต่อการทำงานและความปลอดภัยในขณะที่ระบบไฟฟ้าหลักไม่สามารถจ่ายไฟได้

ไฟฟ้าฉุกเฉินจะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ หลอดฮาโลเจน 12 โวลท์ กันสนิมพร้อมแบตเตอรี่ ในแต่ละชุดจะต้องออกแบบไว้สำหรับไฟ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ และระบบ Automatic two-rate solid state charger, ready/off โดยไฟสีเหลืองแสดงสถานะทำงาน ไฟสีแดงแสดงสถานะประจุไฟ และติดตั้งโวลท์มิเตอร์ที่ด้านหน้าของไฟฉุกเฉิน

ไฟฉุกเฉินแต่ละชุดจะต้องติดตั้งอุปกรณ์หน่วงเวลาไว้สำหรับหน่วงเวลาเมื่อเข้าสู่สภาวะปกติ 3 นาที

15.6 สายไฟและเคเบิล

15.6.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟ เคเบิล และส่วนเพิ่มเติมต่างๆ ตามที่กำหนดไว้

(2) ตัวอย่างของสายไฟและสายเคเบิล จะต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่วๆ ไปในแต่ละตัวอย่าง จะต้องมีความแข็งแรงและชนิดของฉนวนเขียนไว้บนเปลือกของสายด้วย

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

15.6.2 วัสดุ

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

(1) สายเคเบิล 750 V.

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

(2) สายไฟ

สำหรับระบบลงดินจะต้องเป็นทองแดง โดยต้องได้มาตรฐาน TIS หรือใกล้เคียง

15.6.3 การติดตั้ง

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดึงสายไฟและเคเบิลไปตามที่ต่าง ๆ และทำการต่อหรือพันเทปปิดปลายสาย

(2) สายไฟหรือเคเบิลในท่อ

(ก) ใช้ข้อสับที่เป็นลูกกลิ้ง เพื่อป้องกันการบิดงอของสายเคเบิลที่นำเข้าท่อร้อยสาย

(ข) จะต้องระวังดินหรือน้ำเข้าไปในท่อ

(ค) ทำความสะอาดท่อเดินและนำ Compound Prior ออกเพื่อทำการใส่สายเคเบิลใหม่ลงไป

(ง) ฉนวนของตัวนำจะต้องไม่เสียหาย

(จ) จะต้องไม่กดตัวนำน้อยกว่าที่ข้อแนะนำของอุปกรณ์มีไว้

(ฉ) ทำการหล่อลื่นสายเคเบิลถ้าต้องการดึงโดยใช้สารหล่อลื่น (Compound) อย่าใช้น้ำมันหรือจารบี

(ช) การเชื่อมต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องดึงสาย และกล่องเชื่อมสายภายนอก

(ซ) ใช้จันทวนเคเบิลในการดึงสายไฟไปยังกล่อง และในท่อเพื่อป้องกันการงอของตัวนำที่มากเกินไป และตัวนำจะต้องไม่สัมผัสกับขอบที่มีความคม

(ณ) สำหรับสายเคเบิลขนาดใหญ่ ควรใช้กริป (Grip) ในการดึงสาย

(ญ) ความตึงในการดึงสายต้องไม่มากกว่าที่ข้อกำหนดของสายกำหนดไว้

(ฎ) ถ้าในขณะทำงาน ผู้รับจ้างพบว่าที่ว่างภายในท่อร้อยสายไฟน้อยกว่า 40% ให้ปรึกษากับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและหยุดการทำงานเพื่อรอผลการพิจารณา แต่โดยทั่วไป จำนวนของสายเคเบิลในท่อมีการกำหนดไว้ตามตารางที่ 15.1

(ฏ) สายเคเบิลทั้งหมดจะต้องทำการตรวจสอบในส่วนของคุณภาพและความยาวก่อนทำการดึงเข้าไปในท่อ เคเบิลที่ดึงไปในท่อผิดขนาด หรือสั้นเกินไปให้นำออกมาและเปลี่ยนใหม่ โดยเคเบิลจะต้องถูกนำออกจากท่อทันที

(ฐ) เมื่อทำการดึงสายเสร็จจะต้องทำเครื่องหมายที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง ทั้งในส่วนของสายไฟฟ้ากำลัง และส่วนสายไฟฟ้าควบคุม โดยจะต้องแสดงขนาดของสายและอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อกับสายนั้น ๆ

ตารางที่ 15.1 จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ

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

(3) สายเคเบิลในรางเดินสาย

(ก) ติดตั้งลูกรอกและลูกกลิ้ง เพื่อความสะดวกในการดึงสาย ใช้ลูกรอกรัศมีวงกว้าง สำหรับการดึงในส่วนที่โค้งงอ

(ข) ใช้ Basket Pulling Grip ดึงสายเคเบิลโดยความตึงจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของสายเคเบิล

(ค) ปรับแต่งสายเคเบิลในรางเดินสายให้สวยงาม

(ง) จัดทำทางเข้าสำหรับสายเคเบิล (Crossovers) ถ้าจำเป็น

(จ) จะต้องมีย่อว่างระหว่างสายเคเบิล นอกจากจะมีการกำหนดไว้อย่างอื่น

(ฉ) ป้องกันสายเคเบิลในรางเดินสายด้วย Bonding Clips

(ช) รัศมีในการโค้งงอต้องไม่น้อยกว่า 7 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิลนั้น ๆ

(ซ) การควบคุมคุณภาพ (Field Quality Control)

1) ทดสอบความต่อเนื่องในการเดินสาย ระบบสายดิน และการลัดวงจรจากการต่อของอุปกรณ์อื่น ๆ

- 2) ทดสอบขั้นสุดท้ายในการต่ออุปกรณ์สำหรับความต่อเนื่องของระบบสายดินและการลัดวงจร
- 3) ความต้านทานของฉนวนสำหรับสายป้อนหลักและสายป้อนย่อย
 - ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวน
 - ตรวจสอบข้อผิดพลาดและส่วนต่าง ๆ ด้วย Faultly Insulation
 - แสดงการติดตั้งของระบบดิน การลัดวงจร และความต้านทานของฉนวนตามค่าของ ICEA
- 4) ทดสอบสายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง หลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

15.7 ระบบสายดิน

15.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบจัดเตรียมและติดตั้งระบบสายดินให้ตรงตามที่กำหนด ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับงาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบ

15.7.2 วัสดุ

(1) สายดิน

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

(2) แท่งลงดิน

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

ในส่วนปลายของแท่งลงดินจะต้องทำให้เป็นทรงกรวย และมีความหนาของผิวหน้าทองแดงต่อเนื่องอย่างน้อยที่สุด 0.01 นิ้ว (0.254 มม.) เหล็กหุ้มด้วยทองแดงไม่สามารถนำมาใช้ได้

(3) วัสดุสำหรับการเชื่อมด้วยความร้อน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุสำหรับเชื่อมด้วยความร้อนสำหรับ สายดิน-สายดิน สายดิน-แท่งลงดิน และสายดิน – โครงสร้างเหล็ก

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 แม่พิมพ์จะต้องทนต่ออุณหภูมิสูงได้ และใช้งานได้อย่างน้อย 50 ครั้ง โดยปราศจากการซ่อมบำรุงและการเปลี่ยน

(4) อุปกรณ์ระบบลงดิน

(ก) Terminal Lugs

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

15.7.3 การติดตั้ง

ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องติดตั้งกับระบบสายดินที่อยู่ใกล้ที่สุด อุปกรณ์ป้องกันท่อจะต้องต่อลงดินด้วย ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทาสีบนจุดต่อลงดิน (Grounding Connections) ถ้ามีการทาสีไปแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการขัดออกและติดตั้งใหม่อีกครั้ง

อุปกรณ์ในที่บริเวณฐาน มอเตอร์ และบริเวณตัวถังหม้อแปลง ท่อร้อยสายเคเบิล โครงสร้างโลหะภายนอก และอุปกรณ์ใกล้เคียงจะต้องทำการต่อลงดินทั้งหมด

สายดินจะต้องเดินในท่อเหล็ก รางเคเบิล แผงวงจรไฟฟ้า และแผงควบคุม และจะต้องต่อลงดินโดยใช้สายสีเขียว ถึงแม้ว่าท่อโลหะทั้งหมดจะต้องต่อระบบดิน แต่จะถือว่าเป็นการต่อลงดินสำหรับมอเตอร์และระบบไฟฟ้าอื่น ๆ แล้วไม่ได้ การต่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ระบบดินมีความต่อเนื่องระหว่างระบบ ท่อ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งถ้าจำเป็นการเดินสายดินแยกต่างหาก ต้องทำด้วย

15.7.4 การทดสอบ

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

15.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

15.8.1 ความต้องการ

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

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

(3) ตัวนำบนหลังคา (Roof Conductor) ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ตัวนำบนหลังคา ซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมดเป็นตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. ในกรณีที่ตัวนำบนหลังคาเป็นชนิด Tape ให้เป็น Annealed Bare Copper Tape

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

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

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

15.8.2 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง ดังนี้

(1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"

(2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

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

15.9 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) สายส่งไฟฟ้าแรงสูง 3.5 kV

ประกอบด้วย เสา คอ. คอน คอ. คานนั่งร้านหม้อแปลง ลูกถ้วย เหล็กประกบคอน แคล้มสแตน สายอลูมิเนียมเปลือย ฉนวนป้องกัน ระบบต่อลงดิน ลวดเหล็กตีเกลียว เหล็กรับสายล่อฟ้า สมอบกคอนกรีต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดเหมารวมเป็นงาน

(2) ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ

ประกอบด้วย เสาคอ. ล่อฟ้าแรงต่ำ แร็ค 3 ช่อง แร็ค 2 ช่อง ถ้วยแรงต่ำ ฟิวส์สวิตช์แรงต่ำ ฟิวส์แคลมป์ ลวดเหล็กตีเกลียว กราวรูด งานสมอบกขนาด 12 นิ้ว อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดเหมารวมเป็นงาน

(3) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลง-ตู้ระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) - ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า

สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำขนาดสาย 35 ตร.มม. พร้อมท่อชนิด IMC ขนาด 65 มม. อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(4) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (MDB) ที่โรงไฟฟ้า (ถ้ามี)

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

(5) ตู้ LOAD CENTER

ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย ประกอบด้วยตู้จ่ายไฟพร้อม CB หลักและย่อยขนาด 12 วงจร และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(6) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า

สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำ VAF, THW และ NYY ขนาดตามแบบ พร้อมท่อชนิด IMC ขนาด 15 มม. อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

(7) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ติดตั้งภายในและภายนอก ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่โรงไฟฟ้าและระบบไฟแสงสว่างบริเวณโรงไฟฟ้า

(8) สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้ง ซึ่งประกอบด้วยสวิตช์ทางเดียวขนาด 1 ถึง 3 ช่องและเต้ารับไฟฟ้าเดี่ยวและคู่ พร้อมติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม