



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน  
และอนุรักษ์พลังงาน  
กระทรวงพลังงาน

## โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากห้วยแม่สลิดน้อย

HUAI MAE SALIT NOI MICRO-HYDROPOWER PROJECT

อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก

AMPHOE THA SONG YANG CHANGWAT TAK

อุทยานแห่งชาติแม่เมย

MAE MOEI NATIONAL PARK

สัญญา C1

CONTRACT C1

งานโยธาและสายส่งไฟฟ้า

CIVIL WORKS AND TRANSMISSION LINE

เอกสารหมายเลข 2

VOLUME 2

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

TECHNICAL SPECIFICATIONS



บริษัท ฟรอนเทียร์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด

สิงหาคม 2558

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากห้วยแม่สลิดน้อย  
ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค  
งานโยธาและสายส่งไฟฟ้า

สารบัญ

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

| สารบัญ (ต่อ) |                                      | หน้า |
|--------------|--------------------------------------|------|
| หมวดที่ 2    | งานถางป่า ขุดต่อ และงานเปิดหน้าดิน   | 2-1  |
| 2.1          | ทั่วไป                               | 2-1  |
| 2.2          | งานถางป่า ขุดต่อ                     | 2-1  |
| 2.3          | งานขุดเปิดหน้าดิน                    | 2-1  |
| 2.4          | การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน        | 2-2  |
| หมวดที่ 3    | งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ  | 3-1  |
| 3.1          | ทั่วไป                               | 3-1  |
| 3.2          | งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและการสูบน้ำ  | 3-1  |
| 3.3          | การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน        | 3-1  |
| หมวดที่ 4    | งานขุดดินและงาน ROCK EXCAVATION      | 4-1  |
| 4.1          | ทั่วไป                               | 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                 | 4-2  |
| 4.3.4        | งานขุดจากบ่อยืมดิน                   | 4-3  |
| 4.3.5        | งานขุดหินจากแหล่งหิน                 | 4-3  |
| 4.4          | ความคลาดเคลื่อนในการขุด              | 4-3  |
| 4.5          | การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน        | 4-3  |
| หมวดที่ 5    | งานถมบดอัดดิน                        | 5-1  |
| 5.1          | ทั่วไป                               | 5-1  |
| 5.2          | คำจำกัดความ                          | 5-1  |
| 5.3          | แหล่งดินที่นำมาใช้ถม                 | 5-1  |
| 5.4          | การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ | 5-1  |
| 5.5          | การบดอัดดิน                          | 5-2  |
| 5.6          | ความชื้น                             | 5-2  |
| 5.7          | ความแน่นของดิน                       | 5-2  |
| 5.8          | การตรวจสอบความแน่นของดิน             | 5-3  |
| 5.9          | ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น   | 5-3  |
| 5.10         | การถมทรายบดอัดแน่น                   | 5-3  |
| 5.11         | การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน        | 5-3  |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                 | หน้า       |
|-------------------------------------------------|------------|
| <b>หมวดที่ 6 งานถนนเข้าโครงการ</b>              | <b>6-1</b> |
| 6.1 ทัวไป                                       | 6-1        |
| 6.2 งานถมพื้นที่และขุดต่อ                       | 6-1        |
| 6.3 งานดินตัดและงาน ROCK EXCAVATION             | 6-1        |
| 6.4 งานดินถม                                    | 6-2        |
| 6.5 งานชั้นทรายรองพื้นบดอัดแน่น                 | 6-3        |
| 6.5.1 วัสดุ                                     | 6-3        |
| 6.5.2 วิธีการก่อสร้าง                           | 6-3        |
| 6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้                  | 6-4        |
| 6.6 งานผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก                  | 6-4        |
| 6.6.1 วัสดุ                                     | 6-4        |
| 6.6.2 วิธีการก่อสร้าง                           | 6-5        |
| 6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้                  | 6-7        |
| 6.7 ท่อลอดถนน (PIPE CULVERT)                    | 6-7        |
| 6.7.1 ขอบเขตของงาน                              | 6-7        |
| 6.7.2 วัสดุ                                     | 6-8        |
| 6.7.3 วิธีการก่อสร้าง                           | 6-8        |
| 6.8 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน               | 6-9        |
| <b>หมวดที่ 7 งานคอนกรีต</b>                     | <b>7-1</b> |
| 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                         | 7-5        |
| 7.2.7 การเทคอนกรีต                              | 7-6        |
| 7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น                       | 7-7        |
| 7.2.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ  | 7-7        |
| 7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด | 7-8        |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                         | หน้า |
|---------------------------------------------------------|------|
| 7.3   แบบหล่อคอนกรีต                                    | 7-9  |
| 7.3.1   ทั่วไป                                          | 7-9  |
| 7.3.2   ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ                          | 7-9  |
| 7.3.3   การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก                 | 7-9  |
| 7.3.4   การบุแบบไม้ผิวหยาบ                              | 7-10 |
| 7.3.5   การยึดแบบ                                       | 7-10 |
| 7.3.6   การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน                    | 7-10 |
| 7.4   การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน                  | 7-10 |
| 7.4.1   ทั่วไป                                          | 7-10 |
| 7.4.2   การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต | 7-10 |
| 7.5   การซ่อมคอนกรีต                                    | 7-11 |
| 7.5.1   ทั่วไป                                          | 7-11 |
| 7.5.2   การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง                          | 7-11 |
| 7.5.3   การซ่อมด้วยคอนกรีต                              | 7-12 |
| 7.5.4   การซ่อมด้วยปูนทราย                              | 7-12 |
| 7.5.5   การซ่อมด้วย Epoxy                               | 7-12 |
| 7.6   การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต                          | 7-12 |
| 7.7   การบ่มคอนกรีต                                     | 7-12 |
| 7.7.1   การบ่มด้วยน้ำ                                   | 7-13 |
| 7.7.2   การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต                       | 7-13 |
| 7.7.3   การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต                | 7-13 |
| 7.7.4   น้ำยาบ่มคอนกรีต                                 | 7-13 |
| 7.8   รอยต่อคอนกรีต                                     | 7-14 |
| 7.8.1   รอยต่อก่อสร้าง                                  | 7-14 |
| 7.8.2   รอยต่อเพื่อหด                                   | 7-14 |
| 7.8.3   รอยต่อเพื่อขยาย                                 | 7-14 |
| 7.9   วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต                    | 7-15 |
| 7.9.1   แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (Waterstop)                 | 7-15 |
| 7.9.2   วัสดุอุดรอยต่อ                                  | 7-16 |
| 7.9.3   Elastic Filler                                  | 7-16 |
| 7.9.4   แผ่นโฟมกันรอยต่อ                                | 7-17 |
| 7.10   มอร์ตาร์ผสมหินย่อยและหินใหญ่ขนาดเล็ก (ถ้ามี)     | 7-17 |
| 7.11   การ Grout คอนกรีต                                | 7-18 |
| 7.12   Blockout                                         | 7-19 |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                  | หน้า       |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต                                           | 7-18       |
| 7.13.1 ทัวไป                                                     | 7-18       |
| 7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติของเหล็กเสริม                 | 7-19       |
| 7.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต                    | 7-19       |
| 7.13.4 เหล็ก Dowel                                               | 7-20       |
| 7.14 Anchor Bar                                                  | 7-20       |
| 7.14.1 ทัวไป                                                     | 7-20       |
| 7.14.2 วัสดุ                                                     | 7-20       |
| 7.14.3 การติดตั้ง                                                | 7-21       |
| 7.14.4 การทดสอบ                                                  | 7-21       |
| 7.15 การทดลองวัสดุก่อสร้าง                                       | 7-22       |
| 7.15.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม                            | 7-22       |
| 7.15.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพทั่วๆ ไป                       | 7-22       |
| 7.16 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต                              | 7-23       |
| 7.16.1 ทัวไป                                                     | 7-23       |
| 7.16.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีต                     | 7-23       |
| 7.16.3 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม                        | 7-24       |
| 7.17 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน                               | 7-24       |
| <b>หมวดที่ 8 หินเรียง หินเรียงยาแนว หินก่อ และงานลดแรงดันน้ำ</b> | <b>8-1</b> |
| 8.1 ทัวไป                                                        | 8-1        |
| 8.2 หินเรียง                                                     | 8-1        |
| 8.3 หินเรียงยาแนว                                                | 8-1        |
| 8.4 หินก่อ                                                       | 8-1        |
| 8.5 งานรองพื้น                                                   | 8-2        |
| 8.6 งานลดแรงดันน้ำ (ถ้ามี)                                       | 8-2        |
| 8.7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน                                | 8-3        |
| <b>หมวดที่ 9 ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก</b>                            | <b>9-1</b> |
| 9.1 ทัวไป                                                        | 9-1        |
| 9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ                                        | 9-1        |
| 9.3 การวางและการต่อท่อ                                           | 9-2        |
| 9.4 การถมอัด                                                     | 9-2        |
| 9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ                     | 9-3        |
| 9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน                                | 9-3        |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                    | หน้า        |
|----------------------------------------------------|-------------|
| <b>หมวดที่ 10 งานหลัก</b>                          | <b>10-1</b> |
| 10.1 ทัวไป                                         | 10-1        |
| 10.2 มาตรฐาน                                       | 10-1        |
| 10.3 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานหลักและงานโลหะอื่นๆ | 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 งานบานระบายและเครื่องกว้าน                 | 10-6        |
| 10.11 ประตูน้ำ                                     | 10-9        |
| 10.11.1 การเคลือบผิว                               | 10-10       |
| 10.11.2 การทำเครื่องหมาย                           | 10-10       |
| 10.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน                | 10-10       |
| <b>หมวดที่ 11 งานท่อพีวีซี</b>                     | <b>11-1</b> |
| 11.1 ทัวไป                                         | 11-1        |
| 11.2 คุณสมบัติของท่อพีวีซี                         | 11-1        |
| 11.2.1 คุณสมบัติทัวไป                              | 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 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน                 | 11-6        |
| <b>หมวดที่ 12 งานท่อเหล็ก</b>                      | <b>12-1</b> |
| 12.1 ทัวไป                                         | 12-1        |
| 12.2 มาตรฐาน                                       | 12-1        |
| 12.3 งานท่อเหล็ก                                   | 12-2        |
| 12.4 วัสดุ                                         | 12-2        |
| 12.4.1 ทัวไป                                       | 12-2        |
| 12.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก                  | 12-2        |

| สารบัญ (ต่อ)                                           | หน้า        |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| 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 ทั่วไป                                          | 12-6        |
| 12.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ                           | 12-7        |
| 12.6.3 การเคลือบและทาสีภายในท่อเหล็ก                   | 12-7        |
| 12.6.4 การเคลือบและทาสีภายนอกท่อ                       | 12-7        |
| 12.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมต่อที่โครงการ    | 12-9        |
| 12.6.6 การเคลือบและทาสี PIPE SUPPORTS (ถ้ามี)          | 12-9        |
| 12.7 การขนส่ง                                          | 12-9        |
| 12.8 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตึ้งท่อเหล็ก            | 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 การเก็บรายละเอียดงานเชื่อมที่โครงการ           | 12-15       |
| 12.10.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง   | 12-15       |
| 12.11 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้ | 12-15       |
| 12.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน                    | 12-17       |
| <b>หมวดที่ 13 งานก่อสร้างอาคารคอนกรีต</b>              | <b>13-1</b> |
| 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 งานก่ออิฐ                                       | 13-4        |
| 13.3.5 งานปูนฉาบ                                       | 13-5        |
| 13.3.6 งานผนังไม้ฝาสังเคราะห์ตีทับเกล็ด                | 13-6        |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                              | หน้า        |
|----------------------------------------------|-------------|
| 13.4 งานติดตั้งประตูน้ำต่างและอุปกรณ์        | 13-7        |
| 13.4.1 วงกบและบานประตูไม้                    | 13-7        |
| 13.4.2 อุปกรณ์ประตู                          | 13-7        |
| 13.4.3 วงกบและกรอบอะลูมิเนียม                | 13-7        |
| 13.4.4 กระจก                                 | 13-7        |
| 13.5 งานปูกระเบื้องเคลือบ                    | 13-7        |
| 13.6 เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์               | 13-8        |
| 13.7 การทาสี                                 | 13-8        |
| 13.8 ระบบท่อสุขาภิบาล                        | 13-9        |
| 13.9 ป้ายชื่อโครงการ                         | 13-11       |
| 13.10 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน          | 13-11       |
| <b>หมวดที่ 14 งานเบ็ดเตล็ด</b>               | <b>14-1</b> |
| 14.1 ทัวไป                                   | 14-1        |
| 14.2 งานปลูกหญ้า                             | 14-1        |
| 14.2.1 หน้าดิน                               | 14-1        |
| 14.2.2 การปลูกหญ้า                           | 14-1        |
| 14.3 งานวางระบายน้ำ                          | 14-2        |
| 14.3.1 ขอบเขตของงาน                          | 14-2        |
| 14.3.2 วัสดุ                                 | 14-2        |
| 14.3.3 วิธีการก่อสร้าง                       | 14-2        |
| 14.4 งานท่อระบายน้ำซีเมนต์ใยหิน              | 14-3        |
| 14.4.1 ขอบเขตของงาน                          | 14-3        |
| 14.4.2 วัสดุ                                 | 14-3        |
| 14.4.3 วิธีการก่อสร้าง                       | 14-3        |
| 14.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน           | 14-3        |
| <b>หมวดที่ 15 งานระบบไฟฟ้า</b>               | <b>15-1</b> |
| 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        |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                              | หน้า  |
|----------------------------------------------|-------|
| 15.1.7 การอบรมให้เจ้าหน้าที่ประจำ            | 15-3  |
| 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 (ถ้ามี)         | 15-6  |
| 15.2.2 ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงต่ำ                 | 15-6  |
| 15.3 หม้อแปลง                                | 15-6  |
| 15.3.1 ทั่วไป                                | 15-6  |
| 15.3.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆ                | 15-7  |
| 15.3.3 การประกอบและการทดสอบ                  | 15-9  |
| 15.3.4 วิธีการติดตั้ง                        | 15-10 |
| 15.4 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า                      | 15-12 |
| 15.5 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย                  | 15-14 |
| 15.5.1 ทั่วไป                                | 15-14 |
| 15.5.2 การติดตั้ง                            | 15-15 |
| 15.6 ระบบแสงสว่าง                            | 15-15 |
| 15.6.1 ขอบเขตของงาน                          | 15-15 |
| 15.6.2 มาตรฐาน                               | 15-15 |
| 15.6.3 หลักการออกแบบ                         | 15-15 |
| 15.6.4 ระบบแสงสว่างภายใน                     | 15-16 |
| 15.7 สายไฟและเคเบิล                          | 15-17 |
| 15.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ               | 15-17 |
| 15.7.2 วัสดุ                                 | 15-18 |
| 15.7.3 การติดตั้ง                            | 15-18 |
| 15.8 ระบบสายดิน                              | 15-20 |
| 15.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ               | 15-20 |
| 15.8.2 วัสดุ                                 | 15-20 |
| 15.8.3 การติดตั้ง                            | 15-21 |
| 15.8.4 การทดสอบ                              | 15-21 |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                     | หน้า  |
|-------------------------------------|-------|
| 15.9 ระบบป้องกันฟ้าผ่า              | 15-22 |
| 15.9.1 ความต้องการ                  | 15-22 |
| 15.9.2 การติดตั้ง                   | 15-22 |
| 15.10 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน | 15-23 |

## สารบัญตาราง

|                                                                | หน้า  |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| ตารางที่ 11.1    ขนาดและมิติของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง | 11-2  |
| ตารางที่ 15.1    จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ         | 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 ผู้รับจ้างจะต้องมีผลการทดสอบและมีหนังสือรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้และผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

#### 1.2 มาตรฐานที่ใช้

(1) ข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรมจะใช้มาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นหลัก และให้แปลความหมายของมาตรฐานอักษรย่อ ดังต่อไปนี้

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

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

(2) หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้มาตรฐานอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ให้เสนอมาตรฐานนั้นต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยแสดงข้อมูลยืนยันว่า มาตรฐานที่เสนอนั้นมีมาตรฐานเทียบเท่ากับมาตรฐานที่กำหนดไว้ใน การนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบหรือแสดงการทดลองให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) มาตรฐานต่างๆ ที่ใช้ในรายละเอียดด้านวิศวกรรมเล่มนี้ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจำนวนอย่างน้อย 3 ชุด

### 1.3 คุณภาพวัสดุและฝีมือ

วัสดุก่อสร้างสำคัญทั้งปวง ซึ่งผู้รับจ้างนำมาใช้งานต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน โดยมีเกณฑ์กำหนดดังนี้

(1) ภายในระยะเวลา 2 (สอง) เดือน หลังจากลงนามในสัญญา ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างวัสดุก่อสร้าง และแหล่งผลิต ชื่อผู้ผลิต ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ วัสดุก่อสร้างนี้ให้รวมถึงซีเมนต์ น้ำยาผสม คอนกรีต หิน ทราย น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต หินใหญ่ เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ฯลฯ เป็นต้น

ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารแสดงคุณสมบัติวัสดุที่จะขออนุมัติ โดยแสดงตารางเปรียบเทียบกับวัสดุ ตามข้อกำหนด พร้อมทั้งแนบมาตรฐานที่ใช้ทดสอบวัสดุนั้น ๆ

(2) การใช้แรงงานฝีมือต้องเป็นงานฝีมือขั้นหนึ่งในประเภทงานชนิดนั้น ๆ นอกจากจะระบุในรายละเอียด ด้านวิศวกรรม หรือกำหนดโดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างว่าให้ได้ชิ้นงานตามบทกำหนดเฉพาะงานหรือตาม แบบและมีคุณภาพตามมาตรฐานของสัญญา หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

(3) รายการวัสดุก่อสร้างใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา แต่ผู้รับจ้างต้องนำมาใช้งาน ให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานที่ต้องใช้วัสดุก่อสร้างชนิดนั้นๆ โดยรวมถึงค่าขนส่ง การจัดเก็บ การ เคลื่อนย้ายวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ด้วย

(4) วัสดุที่เกิดจากการดำเนินการก่อสร้าง อาทิเช่น การขุด ถางป่า ขุดตอ และรากไม้ ไม่ว่าจะเป็น วัชพืช ดิน หิน ดินซุง หรือวัสดุอื่นใด ให้ตกเป็นสมบัติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และผู้รับจ้างต้องไม่เคลื่อนย้ายวัสดุดังกล่าวออกไปจากหน้างาน นอกจากได้รับความยินยอมจากผู้ควบคุมงาน ของผู้ว่าจ้าง

อย่างไรก็ตาม วัสดุดังกล่าวอาจนำไปใช้ในการก่อสร้างได้เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

## 1.4 การสำรวจวางแผนผัง

ผู้ว่าจ้างได้กำหนดหมวดหลักฐาน เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง ระดับของงาน และโครงสร้างอาคารดังต่อไปนี้

(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) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบสุขาภิบาลที่ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง ในการนี้ผู้รับจ้างต้องจัดหาและบำรุงรักษาด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น อาทิเช่น ระบบน้ำใช้ น้ำดื่ม ระบบระบายน้ำเสีย ที่ทิ้งขยะ เป็นต้น ซึ่งจะต้องส่งเรื่องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

งานสุขาภิบาลต้องให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติและกฎกระทรวง และสามารถให้บริการพอเพียงแก่บุคคลที่อาศัยและทำงานในโครงการหรือเกี่ยวข้องกับงาน

นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายน้ำเสียที่เกิดจากที่พักอาศัยของผู้รับจ้างหรือผู้ว่าจ้างก่อนระบายทิ้งนอกบริเวณโครงการ ระบบดังกล่าวจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(2) ผู้รับจ้างต้องมีห้องปฐมพยาบาล เพื่อบริการแก่นักงานหรือลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างไว้ตลอดเวลา โดยจัดให้มี

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

## 1.6 มาตรการความปลอดภัย

### (1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำมาตรการป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง ตามขอบเขตและรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน “เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์” การดำเนินงานดังกล่าวให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในคำดำเนินงานของสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมบุคลากรที่มีคุณสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทของงาน โดยมีประสบการณ์พร้อมวัสดุ, อุปกรณ์, เครื่องมือในการป้องกันภัยต่าง ๆ เพื่อดำเนินการจัดการระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมติคณะรัฐมนตรีที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

### (2) แสงสว่างในการปฏิบัติงานกลางคืน

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้พอเพียง เพื่อการทำงานในเวลากลางคืนเพื่อประกันว่า

- สภาพแวดล้อมในที่ทำงานมีความปลอดภัยอย่างเพียงพอกับลูกจ้างของผู้รับจ้างและเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง
- งานที่ดำเนินการแล้วมีคุณภาพดีตรงตามข้อกำหนดของสัญญา
- เจ้าหน้าที่ควบคุมงาน สามารถทำการตรวจสอบความก้าวหน้าของงานได้ตลอดเวลา

ถ้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่มีคำสั่งเป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติ และจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่างขั้นต่ำสุด ณ พื้นที่ผิวดินหรืองานดังต่อไปนี้

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

เครื่องจักรเครื่องมือที่กำลังทำงานและเคลื่อนที่ในเวลากลางคืน ต้องมีโคมไฟส่องสว่างเพียงพอและให้ติดแถบสะท้อนแสง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยอย่างเพียงพอ

ในการทำงานกลางคืน ผู้รับจ้างต้องส่งแผนปฏิบัติงาน และแผนการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้า และขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 3 (สาม) วัน ก่อนเริ่มการทำงาน

การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หรือการได้ส่งแผนดังกล่าวแก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการชดเชยค่าเสียหายหรือความรับผิดชอบตามสัญญาแต่ประการใด

## 1.7 การบำรุงรักษาทางสัญจร

เมื่อผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานในสถานที่ ซึ่งติดกับหรือใกล้เขตทางหลวง หรือทางสาธารณะ ซึ่งมีจราจรอยู่ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการสัญจรในทางสาธารณะนั้นปลอดภัยอยู่เสมอและเกิดสภาพคล่องตัวอยู่ตลอดเวลา ในการที่เกิดการกีดขวางทาง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มี อาทิเช่น ทางเบี่ยง สะพานชั่วคราว ทางเข้าหมู่บ้านหรือบ้านเพื่อให้การสัญจรเป็นไปโดยสะดวก และเป็นที่ยึดพอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างใกล้เคียงดังกล่าว

## 1.8 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันและรักษาคุณภาพของวัสดุที่จัดหา เครื่องจักรกลที่นำมาเตรียมติดตั้งทุกรายการให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะท้วงติงผู้รับจ้างในการจัดเก็บรักษาวัสดุและงานที่ได้ทำไปแล้วให้ปฏิบัติถูกต้องเหมาะสมดังนี้ คือ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บรักษาวัสดุให้เสื่อมคุณภาพ และคงมีขนาดกระชับพร้อมใช้งานโดยเก็บไว้ได้กำบังปกปิด เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและกำกับดูแลความพร้อมใช้งานของวัสดุ วัสดุขณะเก็บไว้หน้างานและขณะติดตั้งประกอบยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

(2) การดำเนินการเทคอนกรีตและงานอื่น อาจจะไม่อนุญาตให้เริ่มดำเนินการ หากเกิดภาวะอากาศแปรปรวน นอกจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าสภาวะนั้นยอมให้ดำเนินการได้เป็นกรณีพิเศษ

หากการหยุดชะงักการทำงานมีสาเหตุจากภาวะอากาศหรือสาเหตุอื่น ผู้รับจ้างต้องป้องกันรักษาวัสดุก่อสร้างนั้นไม่ให้เสียหาย โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง และรักษาบริเวณหน้างานให้สะอาดเรียบร้อยตลอดระยะเวลาที่หยุดงาน

หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุหรืองานเกิดความเสียหาย โดยความบกพร่องของผู้รับจ้าง วัสดุหรืองานนั้นจะต้องรื้อย้ายและทำทดแทนขึ้นใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

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

(4) ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างและบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียง มิให้เสื่อมเสียหาย จากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง และป้องกันงานและทรัพย์สินในส่วนของผู้รับจ้างด้วย ถ้าเกิดความเสียหายใด ๆ ต้องจัดทำขึ้นใหม่หรือทำให้ดีดังเดิม โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

## 1.9 การทดสอบวัสดุ

### 1.9.1 การทดสอบที่โรงงาน

วัสดุที่นำมาถือเป็นรูปงานทุกชนิดต้องผ่านการทดสอบที่โรงงานผลิต หรือทดสอบที่หน้างานเพื่อพิสูจน์ว่ามีคุณภาพถูกต้องตามข้อกำหนด ถ้าวัสดุที่ทดสอบ ณ โรงงาน ผลการทดสอบต้องส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการขนส่งมาหน้างาน ค่าทดสอบทั้งปวงเป็นของผู้รับจ้าง

### 1.9.2 ระยะเวลาในการทดสอบวัสดุ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเผื่อเวลาไว้ล่วงหน้าในการทดสอบวัสดุ เพื่อป้องกันความล่าช้าของงาน ผู้รับจ้างจะไม่ยกเป็นข้ออ้างเรียกร้องเอาผลประโยชน์ใดๆ จากผู้ว่าจ้าง หากงานต้องล่าช้าไป เนื่องจากการเสียเวลาไปในการทดสอบวัสดุนั้นๆ

## 1.10 งานชั่วคราว

### 1.10.1 การเตรียมพื้นที่

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

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเลือกบริเวณและยินยอมให้ใช้ที่ดินภายในบริเวณงานให้เป็นพื้นที่ชั่วคราวของผู้รับจ้าง เพื่อจัดสร้างโรงงาน คลังวัสดุ อาคาร และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ซึ่งผู้รับจ้างได้เสนอไว้ ถ้าผู้รับจ้างจะต้องใช้ที่ดินเพิ่มเติมจากที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจัดเตรียมไว้ให้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเองด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง และโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจ่ายค่าทดแทนบรรดาบ้านเรือน กำแพง รั้ว ต้นไม้ พืชผลอื่นๆ หรือสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ที่มีอยู่แล้วภายนอกบริเวณงาน ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องปรับพื้นที่ให้ถูกต้องตามข้อกำหนดหรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

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

(3) หลังจากเสร็จงานก่อสร้างตามสัญญาและก่อนที่ผู้ว่าจ้างจะออกหนังสือรับงานขั้นสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราวจะต้องเก็บเศษสิ่งของและขยะมูลฝอยออกไปจนหมดสิ้น เศษสิ่งของและขยะจะต้องนำไปทิ้งในสถานที่ ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด

### 1.10.2 การขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือเข้าไปในบริเวณงาน

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือให้มีจำนวนเพียงพอ สำหรับงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับงานที่ทำการก่อสร้างให้ได้งานที่มีคุณภาพ และเสร็จทันตามกำหนดเวลาตามสัญญา

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

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

(4) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำบัญชีแสดงคุณภาพ จำนวน ราคา และรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องจักรเครื่องมือที่จะใช้ในงานภายใต้สัญญานี้ทุกรายการ จะต้องแจ้งลักษณะของทุกรายการให้ถูกต้องชัดเจนเพียงพอที่จะตัดสินได้ว่าขนาดชนิด ความคงทน การใช้งาน ถูกต้องตรงตามข้อกำหนดนี้ บัญชีดังกล่าวให้มอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นหลักฐาน

### 1.10.3 แค้มป์ ที่ทำการ คลังพัสดุ และโรงงานของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างที่ทำการ ที่พักพนักงาน ที่พักคนงาน คลังพัสดุ ฯลฯ ในบริเวณที่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยจะต้องออกแบบและให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนลงมือก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีและให้การดูแลรักษาอาคารชั่วคราว เช่น ที่ทำการโรงงานให้มีรั้วกั้นบริเวณกองวัสดุ และบริเวณขนถ่ายตามความจำเป็นเพื่อการดำเนินการตามสัญญา

(2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและทำการดูแลรักษากำแพงชั่วคราวและสิ่งสาธารณูปโภคพร้อมทั้งการให้บริการที่จำเป็น เช่น น้ำประปา การระบายน้ำ แสงสว่าง ถนนหนทาง ที่จอดรถ การกำจัดขยะมูลฝอย การป้องกันไฟไหม้ ดลาด และที่พักผ่อนหย่อนใจ สำหรับพนักงานและคนงานของผู้รับจ้างและผู้รับจ้างย่อย

(3) บรรดาอาคารต่างๆ จะต้องให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของทางราชการเข้าตรวจได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวในการทำความสะดวกสถานที่ การฆ่าเชื้อโรค และการดูแลรักษาโดยทั่วไปเกี่ยวกับการสาธารณสุขและอนามัยขั้นมูลฐานของตัวอาคาร

#### 1.10.4 ถนน ทางลำเลียงชั่วคราว และทางเบี่ยง

ผู้รับจ้างต้องทำการก่อสร้าง และดูแลรักษาถนนชั่วคราว ทั้งภายในและภายนอกบริเวณงานให้สามารถเข้าถึงได้ถึงบริเวณทิ้งขยะมูลฝอย โรงงาน บ้านพัก โรงเรียน และงานชั่วคราวอื่นๆ ถนนที่จะต้องสร้างขึ้นนี้ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแบบและได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การดูแลรักษาถนนชั่วคราว ประกอบด้วยการกำจัดฝุ่นละอองด้วยการรดน้ำถนนในฤดูแล้ง การกำจัดโคลนตมในฤดูฝน บำรุงรักษา ซ่อมแซมป้าย เครื่องหมายจราจร และการปรับผิวจราจรให้ยานยนต์สามารถวิ่งได้สะดวก

#### 1.11 งานจัดหาหน้า

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

#### 1.12 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง

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

#### 1.13 งานถ่ายทำและบันทึกภาพ

##### 1.13.1 บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องถ่ายทำและบันทึกภาพของโครงการในรูปแบบของ VCD หรือ DCD ตั้งแต่การเริ่มงานก่อสร้างจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ รวมถึงการลำดับขั้นตอนการทำงาน จุดประสงค์ของการจัดทำ เพื่อแนะนำโครงการให้แก่บุคคลทั่วไปเข้าใจ และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต

### 1.13.2 ข้อกำหนด

(1) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 60 วัน หลังจากได้รับหนังสือแจ้งให้เข้าดำเนินการ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผังบุคลากรแต่ละขั้นตอนพร้อมประวัติ
- กำหนดเวลาและวิธีการทำงาน
- รายการอุปกรณ์หลัก
- ต้นร่างของแผ่น VCD หรือแผ่น DVD

(2) แผ่น VCD หรือแผ่น DVD ฉบับสมบูรณ์สุดท้ายจะต้องจัดเรียงดังนี้

- รายละเอียดด้านเทคนิค 1 แผ่น เป็นภาษาไทยความยาวทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง พร้อมสำเนา จำนวน 3 ชุด
- รายละเอียดทั่วไปของโครงการสาธารณะ 1 แผ่น เป็นภาษาไทยความยาวทั้งหมด ประมาณ 30 นาที ภาพบันทึกจะต้องปรับปรุงให้ทันสมัยทุกๆ 6 เดือน ตลอดระยะเวลา ทำการก่อสร้าง

### 1.14 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร

(1) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารด้วยวิทยุการสมัยใหม่สำหรับผู้ควบคุมงานในสนาม ที่มีคุณภาพและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอสำหรับการติดต่อสื่อสารในการก่อสร้าง และเชื่อมต่อกับสถานีหลักที่มีอยู่ของผู้ว่าจ้าง

(2) การติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานภายนอก

ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมแผนการดำเนินงานวัตถุประสงค์ และรายชื่อหน่วยงาน อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดทำเป็นหนังสือถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

### 1.15 กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม

(1) กำหนดการทำงานของโครงการและรายงาน

(ก) ผู้รับจ้างต้องเสนอ กำหนดการทำงานของโครงการ ต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 15 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยเสนอเอกสารต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมสำเนา 3 ชุด กำหนดการทำงาน จะแสดงขั้นตอนการทำงานตามเวลา ชนิดของงานถาวร หรืองานชั่วคราวที่ต้องสอดคล้องกับกำหนดเวลา ตามหนังสือแจ้งเข้าทำงาน

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

(ค) ผู้รับจ้างต้องระบุและเผื่อเวลาการทำงาน เวลาที่เผื่อไว้ต้องสมเหตุสมผลตามหลักการกำหนดการทำงานต้องทำรายละเอียดเป็นรายสัปดาห์และรายเดือน เพื่อให้สามารถติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงาน ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

(ง) กำหนดการทำงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่จำกัด หรือตามที่คุณควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ โดยไม่ยอมให้มีการเบิกจ่ายเงินเพิ่มเติม ผลจากการเปลี่ยนแปลงกำหนดการทำงาน ผู้รับจ้างต้องคำนึงไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกำหนดการทำงานนั้นเพียงพอให้เร่งทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

(จ) ทุกสิ้นเดือน ผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบ ผลงานที่แท้จริงกับรายละเอียดที่กำหนดในกำหนดการทำงานของโครงการ ผลการปรับแก้ต้องเสนอในรายงานประจำเดือน กรณีที่งานล่าช้า ผู้รับจ้างต้องทบทวนปรับเวลางานก่อสร้างพร้อมชี้แจงรายละเอียดที่ทำให้งานล่าช้า

(ฉ) ผู้รับจ้างต้องปรับตารางโครงการให้เป็นปัจจุบันและส่งมอบให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างไม่เกินวันที่ 5 ของเดือนถัดไป โดยอยู่บนพื้นฐานความก้าวหน้าของงานทุกวันที่ 25 ของเดือนก่อน การปรับตารางโครงการจะต้องส่งมอบให้พิจารณา ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการพิจารณาแก้ไขใหม่

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

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

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

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

## (2) การประชุมโครงการ

(ก) การประชุมโครงการ ระหว่างผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้แทนผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องจัดขึ้นทุกสัปดาห์ ทุกเดือนที่แน่นอน ตามกำหนดการที่ยอมรับทั้ง 2 ฝ่าย การประชุมจะมีขึ้นได้ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

(ข) การประชุมโครงการ จะเป็นการทบทวนความก้าวหน้าของงานระหว่างก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าของงาน ทบทวนกิจกรรมต่างๆ ของการทำงาน

(ค) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง อาจใช้เวลาในการประชุมสั้นๆ โดยการร่วมกันพิจารณา พร้อมลงนามในบันทึกการประชุม โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกับตัวแทนผู้รับจ้าง สำเนาที่ผ่านการร่วมพิจารณาจะส่งถึงแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใน 4 วัน

(ง) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจเชิญประชุมเป็นกรณีพิเศษ นอกเหนือจากที่ดำเนินการประชุมโครงการ

## 1.16 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมความต้องการขั้นพื้นฐาน เพื่อดำเนินงานก่อสร้าง คือ

- งานสำรวจวางแผนผัง
- งานสุขาภิบาลและบริการด้านสุขภาพ
- งานมาตรการความปลอดภัย
- งานบำรุงรักษาทางสัญจร
- งานเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน
- งานจัดหาผู้ช่วยงานฝ่ายผู้ว่าจ้าง
- งานทดสอบวัสดุ
- งานชั่วคราว ได้แก่ งานเตรียมพื้นที่ งานขนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือ งานก่อสร้าง แคมป์ ที่ทำการ คลังพัสดุโรงงานที่พัก งานถนน ทางลำลองและทางเบี่ยง
- งานจัดหาหน้า
- งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง
- งานถ่ายทำและบันทึกภาพ
- งานประสานงานและติดต่อสื่อสาร

งานดังกล่าวข้างต้นนี้จะไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหากให้ แต่ให้ผู้รับจ้างคิดรวมไว้ใน “ค่าดำเนินการ” ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา

## หมวดที่ 2

งานทางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน

## หมวดที่ 2

### งานวางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน

#### 2.1 ทัวไป

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

#### 2.2 งานวางป่า ขุดต่อ

ผู้รับจ้างจะต้องตัดโค่นต้นไม้ พุ่มไม้ ขุดถอนต้นไม้ รวมทั้งรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้าง ภายในขอบเขตพื้นที่ที่เป็นที่ตั้งตัวอาคาร หรือโครงสร้างตามแบบแล้วนำไปทิ้งหรือทำลายตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

ผู้รับจ้างจะต้องโค่นหรือตัดถอนต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงตัวอาคารหรือโครงสร้าง และอยู่ในระยะที่อาจโค่นล้มลง ทำความเสียหายให้กับสิ่งก่อสร้างได้ ตามคำสั่งหรือความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ห้ามผู้รับจ้างทำการตัดโค่นต้นไม้ที่ระบุหรือแสดงเครื่องหมายมิให้ตัดโค่น รวมทั้งต้นไม้ที่อยู่นอกเขตหรือบริเวณดังกล่าว

#### 2.3 งานขุดเปิดหน้าดิน

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

## 2.4 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานทางป่า ขุดต่อ ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ตามขอบเขตงานตามแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งในสนาม การจ่ายเงิน จะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตร ตามที่ตกลงกันได้ไว้ในสัญญา และตามปริมาณงานที่วัดได้จริงในสนาม ส่วนงานทางป่า ขุดต่อ สำหรับงานดินขุดและงานขุดระเบิดหินในบริเวณบ่อยืมดินจะไม่คิดปริมาณงานและไม่จ่ายเงินให้

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

### หมวดที่ 3

งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ

## หมวดที่ 3

### งานก่อสร้างทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ

#### 3.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ผู้รับจ้างอาจจะต้องทำทำนบชั่วคราวและงานสูบน้ำ เพื่อก่อสร้างอาคารถาวร เช่น ฝาย อาคารรับน้ำ และอาคารประกอบฝาย เป็นต้น เพราะอาคารเหล่านี้ อยู่บนทางที่มีน้ำไหลตลอดเวลา ซึ่งขณะก่อสร้างจะต้องทำให้แห้งจึงจะทำการก่อสร้างได้

#### 3.2 งานก่อสร้างทำนบชั่วคราว (Coffer Dam) และงานสูบน้ำ (Dewatering)

ในการก่อสร้างฝายกันน้ำ หรืออาคารรับน้ำ อาจจะต้องก่อสร้างอยู่ในร่องน้ำเดิมที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้รับจ้างอาจจะต้องทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวปิดกั้น เพื่อผันน้ำให้ออกจากบ่อก่อสร้าง แล้วทำการสูบน้ำในบ่อก่อสร้างให้แห้ง จึงจะทำการก่อสร้างได้ ก่อนที่จะทำการก่อสร้างทำนบชั่วคราวและสูบน้ำออกจากบ่อก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบทำนบชั่วคราว วิธีการผันน้ำ และวิธีการสูบน้ำให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน จึงจะทำการก่อสร้างได้ การที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบแล้วนั้น ให้ถือว่าเป็นคำแนะนำเท่านั้น ถ้าเกิดความเสียหายขึ้น อันเนื่องมาจากทำนบชั่วคราวไม่สามารถป้องกันน้ำได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างไม่มีสิทธิ์ที่จะเรียกร้องค่าเสียหายประการใดได้ เมื่อทำการก่อสร้างฝายและอาคารรับน้ำ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการรื้อถอนทำนบดินชั่วคราวให้หมด และนำวัสดุขนย้ายไปที่ ณ ตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้

#### 3.3 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) การวัดงานก่อสร้างทำนบชั่วคราวให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบ งานก่อสร้างและซ่อมแซมทำนบชั่วคราวระหว่างใช้งานและงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% เมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างทำนบชั่วคราวแล้วเสร็จ และจะจ่ายให้ 10% เป็นค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารถาวรที่ก่อสร้าง เช่น ฝายกันน้ำ และอาคารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(2) การวัดงานสูบน้ำให้วัดปริมาณเป็นงานเหมารวม ซึ่งประกอบด้วยงานจัดหาข้อมูลเพื่อการออกแบบ งานคำนวณและออกแบบการสูบน้ำ งานก่อสร้างและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำและงานรื้อถอนเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในหน่วยเหมาจ่ายตามราคาที่ตกลงในสัญญา โดยจะจ่ายให้ 40% เมื่อผู้รับจ้างได้ก่อสร้างและติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามรายการที่ผู้รับจ้างเสนอและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเพื่อดำเนินงานสูบน้ำ และจะจ่ายให้ 10% เป็นค่ารื้อถอน ส่วนที่เหลืออีก 50% จะเฉลี่ยจ่ายเป็นรายเดือนโดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลงานที่แล้วเสร็จในส่วนอาคารถาวรที่ก่อสร้าง เช่น ฝายกันน้ำ และอาคารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 4

งานขุดดินและงาน ROCK EXCAVATION

## หมวดที่ 4

### งานขุดดินและงาน ROCK EXCAVATION

#### 4.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานขุดดิน ขุดหินผุ และงาน ROCK EXCAVATION สำหรับการก่อสร้างของอาคารต่างๆ เช่น งานก่อสร้างฝาย งานก่อสร้างโรงไฟฟ้า และงานวางท่อส่งน้ำ เป็นต้น ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในแบบ

#### 4.2 วิธีการขุด

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้
- (2) ในกรณีที่แบบไม่ได้กำหนดแนวเส้นขอบเขตการขุดไว้ ถ้าเป็นการขุดดินให้ใช้ลาด 1:1.5 (ตั้ง:ราบ) ถ้าเป็นการขุดหินผุให้ใช้ลาด 1:1 (ตั้ง:ราบ) และถ้าเป็นการขุดหินให้ใช้ลาด 1:0.5 (ตั้ง:ราบ) หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดในสนาม
- (3) ในกรณีที่วัสดุอยู่นอกขอบเขตแนวการขุดที่กำหนดในแบบ เช่น หินหลวม หินแยก หรือ วัสดุอื่นที่หลวม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหลได้ ผู้รับจ้างต้องทำการขุดออก ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้าง การขุดในกรณีที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้พิจารณากำหนดในสนาม
- (4) ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากอาคารโครงสร้าง ถ้าในแบบก่อสร้างไม่ได้กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องขุดเผื่อออกไปจากแนวอาคารที่กำหนดอย่างน้อยข้างละ 30 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งแบบและการถมบดอัดแน่น
- (5) ในกรณีที่พื้นดินจะต้องระมัดระวังในการขุด โดยพยายามรักษาแนวและขนาดอย่างน้อยตามที่ได้กำหนดในแบบก่อสร้าง และไม่ยอมให้ส่วนใดของหินไหลย่นเข้าไปในแนวที่เป็นขอบเขตของอาคาร เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพิจารณาเห็นชอบตามความเหมาะสม
- (6) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบ ความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการขุดของผู้รับจ้างและความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง
- (7) พื้นด้านล่างและด้านลาดของการขุดส่วนที่ติดกับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้เรียบร้อย พื้นผิวหน้างานขุดจะต้องเตรียมการปรับแต่งให้เรียบและทำการรองพื้นด้วยคอนกรีตหยาบตามที่ระบุไว้ใน

แบบ ในบริเวณงานขุดที่เกิดความเสียหายเนื่องจากการขุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซมปรับแต่งให้มีความมั่นคงเพื่อทำงานคอนกรีตได้ โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

### 4.3 การแบ่งประเภทการขุด

การขุดโดยทั่วไปให้จัดแบ่งประเภทตามชนิดของวัสดุที่จะต้องขุดและลักษณะ หรือตำแหน่งของบริเวณที่ขุดดังต่อไปนี้

#### 4.3.1 งานขุดดิน

หมายถึง งานขุดดินธรรมดาทั้งหมด นอกเหนือจากงานที่จัดประเภทเป็นงาน ROCK EXCAVATION โดยจะต้องทำการขุดขนย้ายดินออกจากบริเวณฐานรากตัวฝาย โรงไฟฟ้า 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 โพรงหรือช่องว่างระหว่างหินก้อน ในส่วนที่อยู่ต่ำกว่าแนวระดับการขุดที่กำหนดในแบบ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร รวมถึงงานขุดหินเป็นร่องเพื่อการระบายน้ำ

#### 4.3.4 งานขุดจากบ่อยืมดิน

หมายถึง การขุดดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม เพื่อนำมาใช้ในงานถมบดอัดแน่น

#### 4.3.5 งานขุดหินจากแหล่งหิน

หมายถึง การขุด-ระเบิด ขนย้ายหินจากแหล่งหิน เพื่อใช้ในงานหินทิ้ง หินเรียง และอื่นๆ

#### 4.4 ความคลาดเคลื่อนในการขุด

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการขุด ได้ดังต่อไปนี้

(1) งานขุดดิน

|          |         |           |
|----------|---------|-----------|
| - แนวราบ | $\pm 3$ | เซนติเมตร |
| - แนวลาด | $\pm 5$ | เซนติเมตร |

(2) งาน ROCK EXCAVATION

|          |          |           |
|----------|----------|-----------|
| - แนวราบ | $\pm 5$  | เซนติเมตร |
| - แนวลาด | $\pm 10$ | เซนติเมตร |

#### 4.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

สำหรับงานขุดดินจากบ่อยืมดินเพื่อนำวัสดุมาใช้ผู้ว่าจ้างจะไม่พิจารณาจ่ายเงินให้แก่ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในรายการงานดินถมบดอัดแน่นที่เกี่ยวข้อง

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

หมวดที่ 5

งานถมบดอัดดิน

## หมวดที่ 5

### งานถมบดอัดดิน

#### 5.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ประกอบด้วย งานถมดินบดอัดแน่นรอบบริเวณอาคาร สุสานราก ถนน บริเวณรอบท่อ เป็นต้น ให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

#### 5.2 คำจำกัดความ

(1) งานถมกลับบดอัดแน่น (BACK FILL) หมายถึง ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้าง และเมื่อทำการก่อสร้างอาคารเสร็จแล้วทำการถมบดอัดดินรอบ ๆ อาคาร โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างอาคารนั้นหรือจากงานบ่อก่อสร้างอาคารอื่นที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) งานปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ (FOUNDATION SURFACES) หมายถึง การปรับปรุงผิวดินที่จะถมชั้นต่อไป หรือปรับปรุงผิวดินที่รองรับอาคารให้สามารถรับน้ำหนักได้

(3) งานดินถม (EMBANKMENT) หมายถึง ดินที่ใช้ถมเป็นถนน คันดิน โดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาจากบ่อก่อสร้างหรือจากบ่อถมดินที่กำหนดไว้ในแบบ

#### 5.3 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม

ดินที่จะนำมาใช้ถมถนน คันดิน ถมรอบบริเวณอาคารและดินของงานถมกลับ จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้าง จากบ่อถมดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

#### 5.4 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

ก่อนที่จะทำการถมดินถนน คันดิน ทำการเรียงหิน หรือเทคอนกรีต จะต้องขนย้ายเอาผิวดินและอินทรีย์วัตถุออกให้หมดแล้วตกแต่งผิวดินที่จะถมดิน เรียงหิน หรือเทคอนกรีตให้สะอาดเรียบร้อยได้ความชื้นและความแน่น ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควรทำการขุดหรือถมดินบดอัดแน่นให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ในกรณีที่จะต้องถมบดอัดแน่นบริเวณที่แคบ หรือบริเวณรอบ ๆ อาคาร ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือเล็ก เช่น PLATE VIBRATOR, TAMPING ฯลฯ ในการบดอัดแน่น

## 5.5 การบดอัดดิน

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นชั้นต่อไป จะต้องปฏิบัติดังนี้

(1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำการให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำแล้วทำการบดอัด

(2) ความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้

(ก) เมื่อใช้ลูกกลิ้งดินแกละ ดินแต่ละชั้นต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของดินแกละ หรือหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร แล้วแต่อย่างไหนจะน้อยกว่ากัน

(ข) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร

(ค) การใช้เครื่องจักรอื่นๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดินแต่ละชั้น เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(3) การบดในชั้นหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด

(4) การบดอัดแน่นโดยรอบอาคาร การถม และบดอัดจะต้องทำให้รอบตัวอาคารให้ได้ความสูงเท่ากันทุกครั้ง และจะต้องให้ความระมัดระวังทุกประการ เพื่อป้องกันการเสียหาย หรือเกิดการเคลื่อนย้ายของตัวอาคาร

## 5.6 ความชื้น (MOISTURE CONTENT)

ความชื้นที่มีอยู่ในดินก่อนหรือระหว่างบดอัดดินแต่ละชั้น จะต้องมีความชื้นไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จากจุด OPTIMUM MOISTURE CONTENT ถ้ามากหรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดนี้ จะไม่ยอมให้บดอัด นอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน หรือจนกว่าจะทำให้ดินนั้นเปียกหรือปล่อยให้แห้งให้ได้ตามความต้องการเสียก่อน

## 5.7 ความแน่นของดิน (COMPACTION DENSITY)

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

## 5.8 การตรวจสอบความแน่นของดิน

วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะตรวจสอบความแน่นของดินที่อัดแล้วในสนาม ตามหลักวิชาการที่เห็นสมควร จำนวนความถี่ (FREQUENCY OF DENSITY TESTING) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ผู้มาตรวจสอบ

## 5.9 ความคลาดเคลื่อนในการถมดินบดอัดแน่น

ผู้ว่าจ้างยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการถมดินได้ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

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

## 5.10 การถมทรายบดอัดแน่น

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

## 5.11 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(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

## หมวดที่ 6 งานถนนเข้าโครงการ

### 6.1 ทัวไป

ถนนเข้าโครงการจะสร้างเพื่อต่อเชื่อมจากบริเวณถนนเดิมภายในอุทยานแห่งชาติ เข้าสู่บริเวณโรงไฟฟ้าของโครงการ ผิวจราจรเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กความหนา 0.125 ม. กว้าง 3.00 ม. ความยาวตามที่ระบุไว้ในแบบ

งานถนนเข้าโครงการนี้ ผู้รับจ้างต้องทำการสำรวจภูมิประเทศและเก็บรายละเอียดตามแนวนอนที่กำหนดไว้ในแบบตามสัญญา เพื่อจัดทำแบบรายละเอียดเพิ่มเติม สำหรับใช้ประกอบการคำนวณปริมาณงานต่างๆ เช่น ปริมาณดินตัด ดินถม ทราयरองพื้นบดอัดแน่น และปริมาณงานคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น

### 6.2 งานทางพื้นที่และชุดต่อ

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

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

วัชพืชและต้นไม้ที่ขุดออกจากระดับพื้นที่ให้เก็บออกให้หมดและนำไปทิ้งภายนอกโครงการก่อสร้าง ในแหล่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว

### 6.3 งานดินตัดและงาน ROCK EXCAVATION

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

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

#### 6.4 งานดินถม

วัสดุที่นำมาทำคันทางอาจนำมาจากวัสดุที่มาจากงานดินตัด หรือจากบ่อขุดดิน ซึ่งได้พิจารณาแล้วว่า เหมาะสมที่จะนำมาใช้ถมเป็นคันทาง ดินที่ขุดจากบ่อขุดดินอาจทำการปรับความชื้นให้ได้ใกล้เคียงกับความชื้นที่ต้องการในบ่อ ก่อนนำมาลงบนถนน หรืออาจจะมาปรับความชื้นขณะปูบนถนนก็ได้

การถมดินคันทางให้กระทำโดยการปูให้ได้ความหนาสม่ำเสมอ ตามความกว้างของคันทางและบดอัดขึ้นเป็นชั้นๆ โดยความหนาหลังจากบดอัดแล้ว ต้องไม่มากกว่า 15 เซนติเมตร ในขณะที่ปูให้ทำการเก็บรากไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า ที่ติดมากับวัสดุนั้นออกให้หมด ความกว้างของแต่ละชั้นที่ปูจะต้องเพียงพอสำหรับชั้นนั้นๆ

แต่ละชั้นที่บดอัดแล้วให้ทำการเลี้ยงน้ำผิวหน้าให้ชุ่มอยู่เสมอ เพื่อมิให้เกิดรอยแตกจากการหดตัว (SHRINKAGE CRACK) สำหรับดินที่มีความเหนียว (COHESIVE SOIL) หรือแห้งปนสำหรับดินทราย เมื่อใดก็ตามที่ดินในแต่ละชั้นได้บดอัดแล้วแตกเป็นหวัระแหง ให้ทำการคราดขึ้นมา ปรับความชื้นและบดอัดใหม่ ก่อนลงแต่ละชั้นบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้รดน้ำบนชั้นที่ได้ทำเสร็จแล้วให้ชุ่ม เพื่อให้แต่ละชั้นเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับดินที่มี PI สูงพอสมควร สำหรับดินที่มี PI ปานกลางถึงต่ำ อาจต้องการคราดผิวหน้าของชั้นที่ทำเสร็จและรดน้ำให้ชุ่มก่อนลงชั้นต่อไป

ในขณะที่ปูดินแต่ละชั้นจะต้องตีดินให้แผ่กร่วน และปรับความชื้นของดินในขณะเดียวกันให้ได้ความชื้นสม่ำเสมอ ตลอดทั้งชั้นที่กำลังปูนั้น และจะต้องเลี้ยงไว้ไม่ให้แห้งหรือเปียกเกินไป

ในชั้นใดก็ตามที่ได้ทำแล้วเสร็จ ถ้าปรากฏว่าเมื่อรถหนักวิ่งแล้วยุบยวบยาบ จนสังเกตได้จากตาเปล่า ให้ทำการรื้อบริเวณนั้นขึ้นมาทำใหม่จนกว่าลักษณะดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น และจะต้องปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้ในทุกชั้น

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

ทุกชั้นที่บดอัดแล้วต้องได้ความหนาไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นสูงสุดจากการทดสอบ AASHTO T99

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

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

## 6.5 งานชั้นทรายรองพื้นบดอัดแน่น

หมายถึง การก่อสร้างชั้นรองใต้ผิวทางคอนกรีตบนชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้วด้วยทรายที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดโดยการเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ได้ แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

### 6.5.1 วัสดุ

ทรายหรือวัสดุอื่นใด ต้องเป็นวัสดุที่มีเม็ดแข็ง ทนทาน สะอาด ปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ จากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้ว

ในกรณีที่มิได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) มีขนาดกะทัดดี เมื่อทดสอบตาม AASHTO T88 “วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” ต้องมีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร ไม่เกินร้อยละ 10

(2) ต้องเป็นวัสดุจำพวก Non Plastic

### 6.5.2 วิธีการก่อสร้าง

(1) เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมวัสดุ

ทรายจากแหล่งเมื่อผ่านการทดสอบคุณภาพใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานรองใต้ผิวทางคอนกรีต หากมิได้นำมาลงบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้โดยตรงให้กองไว้เป็นกองๆ ในปริมาณที่พอสมควร ห้ามนำทรายที่ยังไม่ผ่านการทดสอบคุณภาพมาลงบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นทางอื่นใดที่ได้เตรียมไว้โดยตรง

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ

(3) การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

ชั้นรองพื้นทางหรือชั้นทางอื่นใดที่จะรองรับชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีต จะต้องเกลี่ยแต่งและบดทับให้ได้ แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อนลงทราย ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่างๆ เช่น เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานและเครื่องหมายควบคุมการจราจรที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างอาจดำเนินการตั้งแบบเพื่อเทคอนกรีตก่อนลงทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตก็ได้

(4) การก่อสร้าง

ภายหลังที่ได้ดำเนินการตาม ข้อ (3) แล้ว ให้ราดน้ำชั้นทางที่รองรับชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสมขนทรายจากกองวัสดุไปปูลงบนชั้นรองพื้นทางหรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้ แล้วตีแผ่เกลี่ยและเพิ่มน้ำจนมีปริมาณน้ำที่พอเหมาะ

หลังจากเกลี่ยแต่งวัสดุจนได้ที่แล้วให้ทำการบดทับทันทีด้วยเครื่องมือบดทับที่เหมาะสม บดทับทั่วผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอ เกลี่ยแต่งให้ได้ระดับ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ เมื่อได้ก่อสร้างชั้นทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตจนได้ความยาวพอเหมาะแล้ว ให้ตรวจสอบค่าระดับ หากผลที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนด ก็ให้ดำเนินการเตรียมการเทคอนกรีตต่อไปได้

### 6.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

งานทรายรองใต้ผิวทางคอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีการปูราบเรียบตามแบบโดยเมื่อทำการตรวจสอบด้วยบรรทัดตรงยาว 3.00 เมตร ทั้งตามแนวนานและตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง มีความแตกต่างได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร และมีค่าระดับแตกต่างไปจากค่าระดับที่แสดงไว้ในแบบได้ไม่เกิน 10 มิลลิเมตร การตรวจสอบค่าระดับให้ทำทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ตอนใดที่ผิดไปจากนี้ให้แก้ไข

## 6.6 งานผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก

หมายถึง การก่อสร้างผิวทางคอนกรีต ทั้งที่เสริมเหล็กและไม่เสริมเหล็กบนชั้นทางใดๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ด้วยส่วนผสมปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตที่มีคุณภาพตามที่กำหนดให้ได้แนว และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ

### 6.6.1 วัสดุ

(1) วัสดุสำหรับงานคอนกรีต ให้เป็นไปตามรายละเอียดข้อกำหนดในหัวข้อ 7.2.4

(2) เหล็กเสริมคอนกรีต ให้เป็นไปตามรายละเอียดข้อกำหนดในหัวข้อ 7.13

(3) แบบหล่อคอนกรีตที่ใช้ต้องมีผิวเรียบและขอบตรง ทำด้วยไม้หรือโลหะที่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงดันคอนกรีตสดได้โดยไม่ปริแตกหรือโก่ง แบบหล่อต้องมีความสูงมากพอที่จะทำให้ความหนาของผิวทางคอนกรีตได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

รายละเอียดและข้อกำหนดงานแบบหล่อคอนกรีต ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 7.3

(4) วัสดุรอยต่อสำหรับงานผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้ใช้วัสดุโพลีความหนา 0.01 ม. หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ร่องผิวบนของรอยต่อแผ่นคอนกรีตให้อุดด้วยยางมะตอยผสมทรายละเอียดอัตราส่วน 1:3 ลึก .015 ม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(5) วัสดุที่ใช้ในการบ่มคอนกรีต

วัสดุที่ใช้ในการบ่มผิวทางคอนกรีต ให้ใช้กระสอบที่ทำมาจากป่านหรือปอ และในขณะให้นำมาใช้จะต้องอยู่สภาพดีไม่เปรอะเปื้อนดินโคลนหรือวัสดุอื่นใด ซึ่งจะทำให้กระสอบนั้นดูดซึมน้ำไม่ดี ไม่ประกอบด้วยวัสดุที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต เมื่อจุ่มหรือราดน้ำสามารถดูดน้ำได้ดี หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ

## 6.6.2 วิธีการก่อสร้าง

(1) การเตรียมชั้นทรายรองพื้นใต้ผิวทางคอนกรีต

ก่อนการเทคอนกรีตต้องเกลี่ยทรายให้เรียบ พ่นน้ำให้ทรายอึดตัว พร้อมทั้งบดทับให้แน่น ภายหลังการบดทับ ระดับของชั้นทรายต้องไม่มีจุดใดสูงกว่าระดับที่กำหนดไว้ในแบบและไม่มีจุดใดต่ำกว่าระดับที่แบบกำหนดเกิน 10 มิลลิเมตร

(2) การตั้งแบบ

ฐานรองรับแบบที่อยู่ใต้ชั้นทรายรองพื้นจะต้องมีความแข็งแรง ซึ่งเมื่อตอกหมุดยึดแบบ หรือเมื่อวางแผ่นรองรับแบบแล้วจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรงไม่เกิดการขยับตัวและเมื่อลงชั้นทรายรองคอนกรีตแล้วขอบแบบจะต้องจมลงไปชั้นทรายอย่างน้อย 20 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตไหลออกไปนอกแบบ

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

ก่อนการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันที่แบบ รวมทั้งตรวจความเรียบร้อยของชั้นทรายรองพื้น รวมทั้งตรวจสอบเหล็กเสริมให้อยู่ในตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) การติดตั้งเหล็กเสริม

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งเหล็กเสริม ให้มีขนาด ระยะห่าง และตำแหน่งตามที่แสดงไว้ในแบบ ถ้าวางเหล็กเสริมไว้ในตำแหน่งและระดับเรียบร้อยแล้ว จะต้องจัดเตรียมแท่งคอนกรีตหรือเหล็กขาหยั่ง เพื่อหนุน

เหล็กเสริมไม่ให้แอ่นตัวตลอดแผงของเหล็กเสริม และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อน แท่งคอนกรีตที่ใช้หนุนแผงเหล็กเสริมจะต้องมีความต้านแรงเป็นไปตามที่กำหนด

#### (4) การเทคอนกรีต

ในขณะทำการเทคอนกรีต จะต้องมีความควบคุมงานควบคุมการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างอย่างใกล้ชิดทุกขั้นตอน จนกว่าจะสิ้นสุดการเทคอนกรีตในแต่ละช่วง

ให้เทคอนกรีตลงบนชั้นทางที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้วเท่านั้น ห้ามเทคอนกรีตในบริเวณรอบโครงสร้างสาธารณูปโภคอื่นๆ เช่น บ่อพัก เป็นต้น จนกว่าจะปรับแนวระดับของโครงสร้างนั้นๆ ให้ถูกต้องตามที่กำหนด และใส่วัสดุอุดรอยต่อรอบโครงสร้างนั้นๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเสียก่อน

เมื่อเทคอนกรีตลงไปแล้ว ห้ามใช้เครื่องสั่นสะเทือนในการทะลายกองคอนกรีต ในการเกลี่ยแต่งคอนกรีตให้ใช้เครื่องเกลี่ยตามประเภทและแบบที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว เว้นแต่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้เป็นอย่างอื่น ให้เกลี่ยคอนกรีตที่เทแล้วให้แผ่กระจายอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเมื่อทำให้ยุบตัวและแต่งเสร็จแล้ว จะได้ความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนด โดยที่ไม่มีผิวตอนใดต่ำกว่าระดับที่ต้องการ การนำคอนกรีตมาปรับแต่งเพิ่มเติมให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้จะใช้คนเกลี่ยแต่งคอนกรีตที่รอยต่อโดยใช้พลั่วก็ได้ แต่ห้ามใช้คราด และห้ามเดินบนคอนกรีตที่เทเสร็จใหม่ๆ

ในกรณีที่จะต้องเทคอนกรีตต่อจากแผ่นคอนกรีตที่ได้ก่อสร้างไว้เดิม ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการต่างๆ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าจำเป็นเพื่อให้ได้รอยต่อที่ดี รวมทั้งการทำติดตั้งโฟมกันรอยต่อตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

ถ้าปรากฏว่ามีคอนกรีตตกหล่นอยู่บนผิวคอนกรีตที่เทเสร็จแล้ว หรือคอนกรีตที่กำลังเทใหม่ล้นเข้าไปในคอนกรีตเก่า ผู้จ้างจะต้องรีบเอาออกทันทีด้วยวิธีซึ่งวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

#### (5) การก่อสร้างรอยต่อ

รอยต่อต่างๆ จะต้องก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ก่อนที่จะนำวัสดุสำหรับรอยต่อเข้าติดตั้งยังตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ จะต้องมีการเตรียมโดยได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้ว

#### (6) การบ่มคอนกรีต

ในการบ่มคอนกรีตให้คลุมผิวพื้นคอนกรีตให้เต็มผิวหน้าด้วยวัสดุที่ใช้คลุมในการบ่มคอนกรีต ถ้าปรากฏว่าส่วนใดหลุดออกหรือสูญหายไปในช่วงระยะเวลาที่บ่ม จะต้องรีบใส่ปิดให้ใหม่โดยทันที ระหว่างระยะเวลาที่บ่มห้ามปล่อยผิวหน้าของแผ่นพื้นคอนกรีตทิ้งไว้โดยไม่สิ่งใดปกคลุม

ในกรณีที่ปิดคลุมผิวหน้าคอนกรีตด้วยกระสอบ 2 ชั้น จะใช้กระสอบปิดคลุมไว้ตลอดเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 72 ชั่วโมง ดังกล่าวนี้นี้ให้ใช้หัวฉีดกระสอบให้เปียกชื้นติดต่อกันไป ห้ามใช้น้ำเต็มหรือน้ำกร่อยบ่มคอนกรีต อาจจะใช้วิธีขังน้ำไว้บนแผ่นพื้นคอนกรีตโดยตลอด 72 ชั่วโมง แทนก็ได้

ในกรณีที่ใช้สารเหลวบ่มคอนกรีตเคลือบผิวคอนกรีต หากสารเหลวบ่มคอนกรีตเคลือบเหล็กยึดก่อนจะเทคอนกรีตประกบอีกข้างหนึ่ง จะต้องทำความสะอาดเหล็กยึดให้สารเหลวบ่มคอนกรีตออกจากเหล็กยึดให้หมด มิฉะนั้นเหล็กยึดอาจจะเสียคุณสมบัติการยึดเหนี่ยวได้

#### (7) การรื้อแบบ

ห้ามรื้อแบบออกหลังจากเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้วเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง การรื้อแบบจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นพื้นคอนกรีตนั้น

เมื่อรื้อแบบออกแล้วถ้าพบว่าคอนกรีตตอนใดผิวหน้าเป็นรูปพูนเล็กน้อยก็ให้แต่งให้เรียบ โดยใช้มอร์ตาร์ ซึ่งมีส่วนผสมปูนซีเมนต์ 1 ส่วน และทราย 2 ส่วน โดยนำหน้าก ถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นว่าคอนกรีตตอนใดมีรูปพูนมากเกินไปสมควรให้ถือว่าแผ่นคอนกรีตตอนนั้นใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อออกแล้วหล่อใหม่ ส่วนที่รื้อออกนี้ต้องเติมความหนาและความกว้างของแผ่นพื้นคอนกรีตนั้น โดยให้มีรอยต่อก่อสร้างตามขวางตามแบบ ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

### 6.6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

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

ถ้าผิวหน้าของพื้นคอนกรีตตอนใดไม่สม่ำเสมอหรือห่างจากขอบบรรทัดที่วัดสอบเกินกว่า 7 มิลลิเมตร ผู้รับจ้างจะต้องรื้อแผ่นพื้นคอนกรีตแผ่นนั้นออก แล้วหล่อคอนกรีตใหม่โดยให้มีรอยต่อก่อสร้างตามขวางตามแบบ ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

## 6.7 ท่อลอดถนน (Pipe Culvert)

### 6.7.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างท่อลอดถนน ให้ถูกต้องตามตำแหน่ง แนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การก่อสร้างท่อลอดถนนจะประกอบด้วย งานต่างๆ ดังต่อไปนี้

- งานขุดดินหรือหินเพื่อวางท่อ
- งานวางท่อและรองพื้นรับท่อ
- งานถมดินรอบอาคารและหลังท่อ
- งานอื่นๆ ที่แสดงในแบบรูปของงานท่อลอดถนน

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างงานท่อลอดถนนตามวิธีการที่กำหนดในข้อกำหนดทางด้านเทคนิค กรณีที่เป็นถนนเดิม ผู้รับจ้างต้องจัดทำทางเบี่ยงชั่วคราวเพื่อการสัญจรไว้เป็นส่วนหนึ่งของงานท่อลอดถนน

## 6.7.2 วัสดุ

- (1) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ให้ผู้รับจ้างจัดหาท่อตามมาตรฐาน มอก.128 ชั้น 3 มีขนาดและรายละเอียดตามที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อวางท่อและติดตั้งท่อตามวิธีการที่กำหนด ซึ่งท่อระบายน้ำที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีรอยชำรุด

- (2) ปูนสำหรับยาแนว

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุตามที่กำหนดในหมวดที่ 8 หรือตามที่กำหนดในแบบ

- (3) วัสดุประกอบอื่นๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงานท่อลอดถนนตามที่ระบุในแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

## 6.7.3 วิธีการก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดร่องสำหรับวางท่อ หรือสร้างท่อไม่กว้างเกินความจำเป็นที่จะต่อท่อหรือจะกระทุ้งอัดดินใต้ท่อ ข้างท่อให้แน่น และห้ามมิให้ผู้รับจ้างขุดร่องดินทิ้งไว้เกิน 7 วัน โดยมีได้ทำการก่อสร้างแต่อย่างใดเลย

(2) ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งพื้นรองรับท่อให้เรียบ สามารถรองรับท่อได้สนิทตลอดความยาวท่อ มีระดับถูกต้องตามที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามคำสั่งของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(3) การวางท่อจะต้องมีรอยต่อสนิทแนบเนียน หากไม่เป็นดังกล่าวนี จะต้องจัดวางใหม่ให้ถูกต้องในกรณีที่สภาพดินฟ้าอากาศหรือสภาพของแนวร่องที่ขุดไว้สำหรับวางท่อไม่อำนวยที่จะดำเนินการได้ ก็ต้องรอการดำเนินการไว้ก่อน จนกว่าจะได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ในการวางท่อหากเกิดการชำรุดเสียหายของท่อ ผู้รับจ้างจะต้องนำท่อที่ชำรุดนั้นออกไปและนำท่อใหม่ที่ตีมาวางแทน

(4) การวางท่อจะต้องวางท่อจากระดับต่ำไปหาสูง โดยวางท่อท่อนแรกบนพื้นรองรับท่อ หันปลายที่เป็นรางสำหรับท่อแบบปากลิ้นราง และปากกระฉังสำหรับท่อแบบปากกระฉัง ไปในทิศทางสวนกับทิศทางน้ำไหล แล้ววางท่อท่อนที่สองเป็นลิ้นสอดเข้าไปในรางหรือกระฉังท่อท่อนแรกให้สนิทแนบเนียน

(5) ขนาดของปูนก่อยาแนวท่อภายนอก ท่อระบายน้ำที่ระบุให้ใช้ปูนก่อยาแนวรอยต่อ ให้ใช้ปูนก่อขนาดประมาณ  $0.10 + 0.05$

(6) ให้ถมหลังท่อด้วยทรายถมล้วนตามมาตรฐาน เป็นชั้นๆ ตามความยาวของท่อ และบดอัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมให้ความแน่นไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor จนถึงระดับที่กำหนด

## 6.8 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานถนนเข้าโครงการ เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- (1) งานดินถมคันทาง ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (2) งานทรายรองพื้นบดอัดแน่น ให้วัดปริมาณงานเป็นปริมาตร ในหน่วยลูกบาศก์เมตร
- (3) งานผิวทาง ค.ส.ล.หนา 0.125 ม.ให้วัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ ในหน่วยตารางเมตร
- (4) งานท่อลอดถนน (PIPE CULVERT) ให้วัดปริมาณงานในหน่วยแห่ง

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

หมวดที่ 7

งานคอนกรีต

## หมวดที่ 7 งานคอนกรีต

### 7.1 ทัวไป

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างอาคารคอนกรีต อาจจะเป็นส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมด ซึ่งได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว คอนกรีตนั้นไม่ว่าจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือไม่ก็ตาม และอาจจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture) หรือไม่ก็ตาม จะต้องก่อสร้างตามข้อกำหนดนี้ทุกประการ โดยให้ได้แนวได้ระดับได้ลำดับชั้น (Grades) ได้ขนาดตรงกันกับแบบก่อสร้าง และตรงตามความต้องการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอนกรีตดังกล่าวนั้นจะต้องประกอบด้วย ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ วัสดุหยาบ (หินย่อยหรือกรวด) วัสดุละเอียด (ทราย) และอาจจะรวมถึงน้ำยาผสมคอนกรีต

### 7.2 คุณภาพคอนกรีต

คอนกรีตดังกล่าวที่จะนำไปใช้งานกับอาคารใดๆ ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบก่อสร้างนั้น ต้องปฏิบัติการดำเนินงานกับคอนกรีตอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดครบถ้วนทุกประการ เพื่อให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพดี มีความแข็งแรง มั่นคง ทนทาน และถูกต้องตามจุดประสงค์ของงานแต่ละประเภท ฉะนั้นต่อไปนี้เป็นข้อกำหนดที่จะต้องปฏิบัติและได้รับความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

#### 7.2.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการหาอัตราส่วนผสมคอนกรีตขึ้นให้ตรงกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้ระบุกำลังกด (Compressive Strength) ไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว และต้องเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเพื่อขออนุมัติ

#### 7.2.2 วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต

วัสดุที่ใช้เพื่อกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตตามข้อ 7.2.1 นั้น ต้องเป็นวัสดุเช่นเดียวกันกับวัสดุที่จะใช้งานจริง ซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว ณ บริเวณก่อสร้าง

#### 7.2.3 ความเหลวของคอนกรีต

ต้องเหมาะสมกับลักษณะงาน ความเหลวของคอนกรีตวัดได้จากการยุบตัว (Slump) ซึ่งอยู่ระหว่าง 5-9 ซม. แต่ไม่เกิน 9 ซม. การตรวจสอบการยุบตัว (Slump Test) ให้ปฏิบัติตาม ASTM C143 ในกรณีต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixtures) ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และต้องส่งตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้เพื่อเป็นการเพิ่มฟองอากาศให้กับคอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดฟองอากาศ (Air Meter) ไว้ด้วย

## 7.2.4 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบคอนกรีต

### (1) ปูนซีเมนต์

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

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

(ค) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและมีปูนซีเมนต์เพียงพอกับการใช้งานได้ติดต่อกันตลอดเวลาของการปฏิบัติงานเกี่ยวกับคอนกรีต

(ง) ต้องเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในที่ปลอดภัย สามารถป้องกันความชื้นและน้ำยาที่จะเข้าไปทำให้ปูนซีเมนต์ด้อยคุณภาพ

(จ) ทุกครั้งก่อนนำปูนซีเมนต์ไปใช้ต้องได้รับความเห็นชอบและยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

### (2) ทราย (วัสดุละเอียด)

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

(ข) ต้องสะอาดและปราศจากวัตถุอื่น ๆ และมีสารอินทรีย์เจือปนได้ไม่เกินเกณฑ์กำหนดจากผลการทดลอง ด้วยวิธีแช่น้ำยาไฮเดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 3% ซึ่งการทดลองนั้นต้องปรากฏสีอ่อน สีมาตรฐานเบอร์ 3

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

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

(จ) การเก็บและกองทรายต้องอยู่บนพื้นแข็งราบเรียบ สูงกว่าบริเวณรอบด้านพร้อมที่จะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้ทรายมีความชื้นเพิ่มขึ้น

### (3) หินย่อย (วัสดุหยาบ)

(ก) หินย่อยในข้อกำหนดนี้อาจจะเป็นหินย่อยด้วยเครื่องโม่หินหรือย่อยด้วยฉ้อนเหล็กหรืออาจจะใช้กรวดแทน แต่ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

(ข) ลักษณะของหินย่อยต้องค่อนข้างกลมมีส่วนแบนกับส่วนเรียวยาวไม่เกินเกณฑ์กำหนด คือส่วนเฉลี่ยมากสุดทางด้านเรียวยาวไม่มากกว่า 5 เท่าของส่วนเฉลี่ยน้อยสุด ทางด้านแบน

(ค) ขนาดหินย่อยและกรวดต้องพิจารณาเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะของอาคาร และความหนาแน่นของเหล็กเสริม เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน ตามกรรมวิธีของงานคอนกรีต ซึ่งจะไปสู่เป้าหมายให้ได้คอนกรีตมีคุณภาพวัสดุหยาบใหญ่สุด 3 นิ้ว จะใช้งานคอนกรีตล้น และกับส่วนอาคารที่มี

ความหนามากกว่า 50 ซม. วัสดุหยาบใหญ่สุด 1.5 นิ้ว จะใช้กับส่วนของอาคารที่มีความหนาดั้งแต่ 20 ซม. ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่า 20 ซม. ควรใช้วัสดุหยาบขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดก็ตามต้องมีลำดับขนาดดี (Well Grade) ตามเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้

| ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 1<br>(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/4" เล็กสุด เท่ากับตะแกรงเบอร์ 4) |                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ขนาดตะแกรง<br>(มาตรฐานอเมริกัน)                                                             | % ของส่วนที่ผ่านตะแกรง<br>(โดยน้ำหนัก) |
| 1"                                                                                          | 100                                    |
| 3/4"                                                                                        | 90-100                                 |
| 3/8"                                                                                        | 22-55                                  |
| NO. 4                                                                                       | 0-10                                   |
| NO. 8                                                                                       | 0-5                                    |

| ขนาดและลำดับขนาดหินย่อยเบอร์ 2<br>(ขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 1 1/2" เล็กสุด 3/4") |                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ขนาดตะแกรง<br>(มาตรฐานอเมริกา)                                                | % ของส่วนที่ผ่านตะแกรง<br>(โดยน้ำหนัก) |
| 2"                                                                            | 100                                    |
| 1 1/2"                                                                        | 90-100                                 |
| 1"                                                                            | 20-55                                  |
| 3/4"                                                                          | 0-15                                   |
| 3/8"                                                                          | 0-5                                    |

| ขนาดและลำดับขนาดของหินย่อยเบอร์ 3<br>(ขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 2 1/2" เล็กสุด 1 1/2") |                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ขนาดตะแกรง<br>(มาตรฐานอเมริกัน)                                                 | % ของส่วนที่ผ่านตะแกรง<br>(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   |

- ในกรณีที่ใช้กรวดให้อนุโลมเกณฑ์กำหนดต่างๆ เช่นเดียวกับหินย่อย
- ไม่ยอมให้ใช้กรวดผสมหินย่อยเป็นส่วนผสมของคอนกรีต
- การเก็บและกองหินย่อย ต้องเก็บและกองไว้บนพื้นแข็งราบเรียบสูงกว่าบริเวณรอบด้าน พร้อมทั้งจะระบายน้ำออกได้เองตลอดเวลา เพื่อเป็นมาตรการป้องกันการเปราะเปื้อน และอาจจะมีวัตถุอื่นเข้าไปเจือปน หินย่อยแต่ละขนาดตามเบอร์ ต้องแยกการเก็บกองไม่ให้ปนกัน
- การเก็บและกองกรวดให้อนุโลมตามวิธีของหินย่อย

#### (4) น้ำ

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

#### (5) น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture)

ในกรณีที่มีความต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตกับงานคอนกรีต ต้องเสนอขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างล่วงหน้าก่อนในเวลาอันสมควร พร้อมกับส่งตัวอย่างน้ำยานั้นๆ เพื่อพิจารณาเห็นชอบ ใช้น้ำยาผสมคอนกรีตแต่ละชนิดต้องพิจารณาตามความเหมาะสม 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) วัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีต

ต้องจัดเตรียมวัสดุต่างๆ สำหรับผสมคอนกรีตให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงานคอนกรีตได้ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา

### (2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต

(ก) บรรดาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือและสิ่งจำเป็นทั้งหมดที่จะนำเข้าไปใช้ในการผสมคอนกรีตต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างโดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่จะทำงานได้ดี

(ข) ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตรให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด

(ค) เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer) จะต้องเป็นแบบ Drum Type ที่มีประสิทธิภาพและขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผลิตหิน ทราย ซีเมนต์ และน้ำให้คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้และเมื่อเทคอนกรีตออกจากเครื่องผสมแล้ว ส่วนผสมจะต้องไม่แยกตัวออกจากคอนกรีต (Segregation)

### (3) อัตราส่วนผสมและการผสม

(ก) อัตราส่วนผสมของวัสดุ เช่น หิน ทราย ปูนซีเมนต์ น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีตต้องใช้วัสดุตามอัตราส่วนให้ตรงกับความต้องการของงานแต่ละประเภท 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 ที่ได้เตรียมไว้แล้วจะต้องไม่ทำให้ส่วนผสมแยกตัวออกจากคอนกรีตและไม่ทำให้ความเหลวของคอนกรีตลดลงเกินกว่า 1 นิ้ว เมื่อคอนกรีตไปถึงที่จะเทลงแบบ

## 7.2.7 การเทคอนกรีต

(1) ทุกครั้งก่อนเทคอนกรีตต้องแจ้งล่วงหน้าให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบความถูกต้อง และให้การอนุมัติ แต่การอนุมัตินั้นจะไม่ถือว่าผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อความเสียหายใดๆ

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

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

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

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

(6) ระยะทางเทคอนกรีตทางตั้งต้องไม่เกิน 150 ซม. และใช้วิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง เพื่อไม่เกิด Segregation และเกิดการเลื่อนตัวของเหล็กเสริม

(7) จะไม่มีการเทคอนกรีตถ้าวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีความเห็นว่าจะเกิดความเสียหายเนื่องจากเหตุการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศหรือคาดว่าจะการปฏิบัติงานนั้นจะไม่สำเร็จลุล่วงไปตามปริมาณงานคอนกรีตที่กำหนดไว้

(8) การเทคอนกรีตสำหรับส่วนหนึ่งๆ ของอาคารต้องเทให้แล้วเสร็จในครั้งเดียวกันตลอดส่วนของอาคาร เว้นแต่ในส่วนนั้นกำหนดไว้เป็นรอยต่อคอนกรีต หรือได้รับคำสั่งจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ถ้าในกรณีเป็นเหตุการณ์ฉุกเฉินที่ไม่สามารถเทคอนกรีตติดต่อกันได้และมีความจำเป็นต้องหยุดเทในกรณีเช่นนี้ วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจจะเป็นผู้สั่งและกำหนดตอนใดให้เป็นรอยต่อการก่อสร้าง (Construction Joint)

(9) การเทคอนกรีตบนพื้นเอียงที่ไม่แบบหล่อคอนกรีตต้องเทคอนกรีตจากส่วนล่างสุดไปหาตอนบน ถ้าใช้แบบหล่อคอนกรีตชนิดเลื่อนได้ (Slip Form Screen) ต้องเทคอนกรีตล้นหน้าแบบเลื่อนขึ้นไปก่อนประมาณ 75 ซม. และทำคอนกรีตให้แน่นด้วยเครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่ม (Immersion Type Vibrator) จุ่มที่คอนกรีตเหนือแบบเลื่อนนั้น

(10) ไม่ว่ากรณีใดๆ จะไม่ยอมให้มีการเทคอนกรีตในที่ที่มีน้ำหรือเทได้น้ำ ยกเว้นได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด โดยให้อัตราส่วนผสมคอนกรีตเป็นพิเศษ นอกเหนือจากการเทคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมาแล้ว

(11) ต้องเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ และทำให้คอนกรีตแน่นก่อนจะเททับในชั้นต่อไป โดยที่ผิวหน้าตอนบนของคอนกรีตแต่ละชั้นต้องใกล้เคียงในแนวราบ

## 7.2.8 การทำให้คอนกรีตแน่น

(1) แต่ละชั้นที่เทคอนกรีตไปชั้นหนึ่งๆ นั้นต้องมีเนื้อแน่น คือ ไม่มีช่องว่างหรือโพรงในเนื้อคอนกรีต ผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบและเหล็กเสริมต้องเบียดกันแน่น

(2) การทำให้เนื้อคอนกรีตมีเนื้อแน่นต้องใช้เครื่องเขย่า (Vibrator) ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (Immersion Type Vibrator) กับชนิดติดกับแบบหล่อ (Form Vibrator) ถ้าเป็นชนิดหัวจุ่มต้องมีความถี่ของการสั่น (Oscillation Frequency) อย่างน้อย 7,000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต ถ้าเป็นชนิดติดกับแบบหล่อต้องติดให้แน่นและให้การสั่นอย่างน้อย 8,000 ครั้งต่อนาที เมื่อขณะเขย่าคอนกรีต

(3) การใช้เครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่มต้องหย่อนหัวจุ่มลงในเนื้อคอนกรีต ในลักษณะตั้งฉากเว้นแต่ในที่ซึ่งไม่สามารถหย่อนในทางตั้งได้ก็อนุโลมในทางเอียงหรือทางราบ แต่ละจุดที่หย่อนหัวจุ่ม ควรห่างกันประมาณ 45 ถึง 75 ซม. นานประมาณ 5 ถึง 15 วินาที หรืออาศัยความชำนาญด้วยการดูความเคลื่อนไหวที่ผิวหน้าคอนกรีต การฟังเสียงของการสั่นคงที่หรือความรู้สึกที่มีมือถือเครื่องเขย่า เป็นต้น การเขย่าคอนกรีตในชั้นต่อไป ต้องหย่อนหัวจุ่มผ่านทะลุคอนกรีตชั้นบนไปถึงชั้นล่างเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อคอนกรีตแต่ละชั้นเสมอกัน ได้ดีทุกครั้งในการใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องระมัดระวังไม่ให้หัวจุ่มนั้นสัมผัสกับแบบหล่อคอนกรีตและเหล็กเสริม

## 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 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 6" และสูง 12" วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้ว และถูกยึดด้วยสกรูชนิด ก้อนหล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อนั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจต้องการให้ผู้รับจ้างเก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการลำเลียงไปถึงที่ ที่จะเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการวิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

(ค) การหล่อคอนกรีตทำเป็น 3 ชั้น โดยใส่คอนกรีตชั้นละ 1 ใน 3 ของความสูงของ Mold แต่ละชั้นกระทุ้งโดยสม่ำเสมอ 25 ครั้ง ด้วยแท่งเหล็กเกลี้ยงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 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) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบในวันรุ่งขึ้น

(ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ

(ช) เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยุบตัวและหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ

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

(ณ) แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรนำมาทดลอง

### 7.2.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดลองหาแรงอัด

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เก็บได้แล้วตามข้อ 7.2.9 วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะต้องดำเนินการจัดส่งไปทดสอบยังที่เป็นที่เชื่อถือและทางราชการยอมรับ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด การทดสอบจะดำเนินการตามเกณฑ์ต่อไปนี้

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

(2) กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

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

### 7.3 แบบหล่อคอนกรีต

#### 7.3.1 ทั่วไป

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องทำให้แข็งแรงเพื่อหล่อคอนกรีตให้ได้ขนาดและมีสัดส่วนตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อคอนกรีตนั้นจะต้องประกอบให้แน่นสนิท ปราศจากรอยร้าว อันที่จะทำให้ น้ำซีเมนต์ไหลออกได้และความแข็งแรงพอที่จะต้านแรงดันของคอนกรีตบวกกับการสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีต โดยไม่ทำให้เสียรูปหรือแนว ผิวคอนกรีตทุกด้านที่ไม่อยู่ในด้านลับสายตา หรือด้านที่มองเห็นและกับด้านที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องใช้แบบหน้าเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอตลอดหรือบุด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

#### 7.3.2 ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบและบุแบบต้องเป็นไม้ที่มีคุณภาพดีสำหรับคอนกรีต คือ ไม้บิตเบี้ยวไม่มีรอยปุปะ สะอาดและไม่มีคราบหรือสิ่งไม่พึงประสงค์ติดอยู่ ถ้าผิวไม้แบบมีการเคลือบผิวด้วยสารป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกาะติด ต้องเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การใช้ไม้แบบที่ใช้แล้วซ้ำอีกต้องไม่ชำรุดและยังมีความเหมาะสมเหมือนเดิม หรืออยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

#### 7.3.3 การบุแบบด้วยไม้อัดหรือแผ่นเหล็ก

สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่ต้องการให้มีการฉาบปูนผิว หรือเป็นผิวที่ไม่ลับสายตา หรือผิวที่สัมผัสกับน้ำไหลตลอดเวลาต้องบุด้วยไม้อัด หรือแผ่นเหล็กที่ราบเรียบและมีความหนาสม่ำเสมอ การประกอบแบบสำหรับงานนี้จะต้องทำให้แน่นสนิท ไม่ให้ปรากฏตำหนิที่ผิวคอนกรีต

### 7.3.4 การบุแบบไม้ผิวหยาบ

ควรใช้ไม้แบบหรือไม้บุแบบที่มีผิวหยาบ ขรุขระกับคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูนหรือสำหรับคอนกรีตที่ฝังอยู่ในดิน จะอนุโลมให้ใช้ไม้แบบเช่นว่านี้ได้

### 7.3.5 การยึดแบบ

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

### 7.3.6 การทำความสะอาดแบบและทาน้ำมัน

ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาดและทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวถือปูน จะไม่ต้องการทาด้วยน้ำมัน

## 7.4 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

### 7.4.1 ทัวไป

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิว โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ฉะนั้น ควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหายหรือได้รับการยอมรับจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบโดยปกติทั่วไปจะไม่มีการถอดแบบหล่อคอนกรีตมีอายุน้อยกว่า 48 ชม.

### 7.4.2 การถอดแบบตามลักษณะอาคารและความแข็งแรงของคอนกรีต

การรับน้ำหนักและแรงต่างๆ ของอาคารบางตอนไม่เหมือนกัน อาจจะมีลักษณะและขนาดของแรงที่กระทำต่ออาคารนั้นต่างกัน ฉะนั้นการถอดแบบหล่อต้องพิจารณาความแข็งแรงตามอายุคอนกรีตที่จะใช้งานได้ของแต่ละส่วนในอาคารนั้นๆ ซึ่งพอประมาณได้ดังนี้

- ไม้แบบด้านตอม่อ เสา และคาน (โดยไม่มีแรงอื่นๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง) ไม่น้อยกว่า 2 วัน

- ไม้แบบท่อนคานและไม้ค้ำยัน ไม่น้อยกว่า 21 วัน (โดยไม่มีแรงอย่างอื่น นอกจากน้ำหนักตัวเอง)
- ไม้แบบพื้น และค้ำยัน ไม่น้อยกว่า 21 วัน (โดยไม่มีแรงอย่างอื่น นอกจากน้ำหนักตัวเอง)
- การติดตั้งไม้ค้ำยัน ไม่นั่งร้าน แบบหล่อให้เกิดความสะเทือน จะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีอายุเกิน 48 ชม.

จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณ แสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

## 7.5 การซ่อมคอนกรีต

### 7.5.1 ทัวไป

การซ่อมคอนกรีตต้องกระทำตามวิธีการซ่อมที่ถูกต้องและใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนี้โดยเฉพาะก่อนมีการซ่อมคอนกรีตเมื่อใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรทราบพร้อมกับเสนอวิธีการซ่อมนั้นๆ ทุกครั้ง เมื่อมีการซ่อมต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างคอยตรวจตราอยู่ด้วย การซ่อมคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อจะต้องซ่อมทันทีหลังจากถอดแบบ และต้องทำให้เสร็จเรียบร้อยภายใน 24 ชม.

คอนกรีตที่เสียหายจากเหตุใดก็ตาม และคอนกรีตที่เป็นรวงผึ้ง แตกร้าว หรือเสียหายอย่างอื่นใด และคอนกรีตที่มีผิวหน้าบวมมากเกินไป ซึ่งจะต้องสกัดออกให้หมดแล้วแต่งด้วยปูนทรายแห้ง ปูนทรายหรือคอนกรีต (Drypack, Mortar, Concrete) ตามความเหมาะสมและให้ระดับกับแนวที่กำหนดไว้

### 7.5.2 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง

การซ่อมคอนกรีตด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack) จะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

(1) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัดลวด เหล็ก หรือนอตที่ใช้ยึดแบบออก

(2) ร่องแคบๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตบแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกพร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะ ดังนี้

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

### 7.5.3 การซ่อมด้วยคอนกรีต

การซ่อมด้วยคอนกรีต จะใช้วิธีนี้เมื่อคอนกรีตเป็นช่องผ่านทะลุตลอด และมีลักษณะดังนี้

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

### 7.5.4 การซ่อมด้วยปูนทราย

การซ่อมด้วยปูนทราย (Mortar) จะใช้ได้เมื่อ

- (1) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและก็ยังดันเกินไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต
- (2) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

### 7.5.5 การซ่อมด้วย Epoxy

การซ่อมด้วย Epoxy นั้น ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือจะใช้เมื่อไม่มีความมั่นใจว่า การซ่อมคอนกรีตตามวิธีดังกล่าวมานั้นจะมีการเกาะติดกันแน่นระหว่างวัตถุที่ใช้ซ่อมกับคอนกรีตได้ดี เนื่องจากไม่เชื่อการบ่มคอนกรีตจะทำได้ตามคาดหมาย และจะใช้ Epoxy เมื่อคอนกรีตเป็นแผลรอยกระเทาะบาง

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 โดยการหล่อน้ำขังไว้ คลุมด้วยวัสดุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

### 7.7.2 การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้น้ำยา 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร หรือตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำทันทีหลังจากการแต่งผิวหน้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่หล่อโดยใช้แบบทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเปียกโดยการฉีดน้ำให้เป็นฝอยจนกระทั่งผิวนั้นไม่ดูดความชื้นเข้าไปอีก ทันใดที่น้ำที่ติดอยู่บนคอนกรีตแห้งแต่คอนกรีตยังชื้นอยู่ จะต้องพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตลงไปที่ทันที หลังจากพ่นน้ำยาเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเมื่อแต่ละผิวหน้าแห้งแล้ว ถึงจะเริ่มทำการซ่อมผิวคอนกรีตที่ต้องการซ่อมได้ การซ่อมแต่ละแห่งนั้น เมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะต้องทำความสะอาดและทำให้เปียกชื้นแล้วพ่นด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตอีกครั้งหนึ่ง

ภายในระยะเวลา 28 วัน หลังจากพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต การดำเนินการใดๆ ที่จะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องทำการพ่นใหม่ทันทีและถ้าจำเป็นในการก่อสร้างที่จะต้องใช้เครื่องจักรกลใดๆ เคลื่อนที่บนผิวที่ฉาบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องใช้ทรายหรือดินหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้วฟุต ปิดทับผิวนั้นเสียภายหลังที่น้ำยาแห้งตัวดีแล้ว

### 7.7.3 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

หลังจากได้ทำการพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีตและน้ำยาที่ฉาบแห้งสนิทแล้ว ให้ทำเครื่องหมายแสดงวันเดือน ปี ที่ทำงานคอนกรีตนั้นเสร็จไว้บนผิวคอนกรีต โดยการเขียนด้วยสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

### 7.7.4 น้ำยาบ่มคอนกรีต

(1) ลักษณะทั่วไป น้ำยาบ่มคอนกรีต จะต้องประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายไม่ไวไฟ และไม่เป็นน้ำยาที่หมดอายุแล้ว

(2) คุณภาพ น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(ก) ความเหลว (Consistency) : น้ำยาบ่มคอนกรีตจะต้องมีความเหลวพอเหมาะที่จะสามารถพ่นได้สะดวกและสม่ำเสมอบนผิวคอนกรีตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยให้หัวฉีดชนิด Atomizing Nozzles และเมื่อพ่นกับผิวคอนกรีตชั้นตั้งฉากกับพื้นราบโดยใช้อัตราที่กำหนดน้ำยาจะต้องไม่ไหลหรือย้อย

(ข) คุณสมบัติในการป้องกันน้ำระเหยจากผิวคอนกรีต (Water Retention) : เมื่อทดสอบโดย Water Retention Test ASTM C156 - 80A เป็นเวลา 3 วัน น้ำจะต้องหายไปจากคอนกรีตได้ไม่เกิน 0.055 กรัมต่อตารางเซนติเมตรของผิวหน้า Mortar

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

## 7.8 รอยต่อคอนกรีต

ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามที่แสดง หรือกำหนดไว้ในแบบอย่างเคร่งครัด รอยต่อในอาคารคอนกรีต แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

### 7.8.1 รอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รอยต่อก่อสร้าง จะต้องทำความสะอาดให้คอนกรีตมีผิวใหม่ ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดส่วนที่ยู่สกปรกและไม่แข็งแรงต่าง ๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้ น้ำฉีดหรือทรายฉีด (Sand Blast) หรือวิธีอื่นๆ ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง การทำรอยต่อก่อสร้างเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง จะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างแล้วเท่านั้น

### 7.8.2 รอยต่อผิวดัด (Contraction Joint)

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

### 7.8.3 รอยต่อแผ่ขยาย (Expansion Joint)

ให้ทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ ช่องว่างระหว่างการเทคอนกรีตครั้งแรก และครั้งที่สองให้มีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 ซม. หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ และให้ใส่ช่องว่างระหว่างผิวคอนกรีตด้วยวัสดุประเภท Elastic Filler และอุดรอยต่อด้วยวัสดุประเภท Joint Sealant

## 7.9 วัสดุสำหรับใช้กับรอยต่อคอนกรีต

### 7.9.1 แผ่นวัสดุกันน้ำรั่ว (Waterstop)

จะต้องเป็นวัสดุประเภทยาง (Rubber) หรือสารสังเคราะห์ PVC (Polyvinyl Chloride) ก็ได้ ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แผ่นกันน้ำรั่ว (Waterstop) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอด ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ทำตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้หรือตามที่แบบกำหนด การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ การติดตั้งแผ่นกันน้ำ จะต้องฝังแผ่นกันน้ำในแต่ละส่วนของคอนกรีตที่มาต่อกันให้มีระยะเท่ากัน แต่ทั้งนี้ตำแหน่งของแผ่นกันน้ำอาจคลาดเคลื่อนจากระยะครึ่งหนึ่งของความหนาของคอนกรีตได้บ้าง ตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ลักษณะของแผ่นกันน้ำจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

การติดตั้งแผ่นกันน้ำรั่ว ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึดแผ่นกันน้ำรั่วติดกับแบบจนทำให้แผ่นยางกันน้ำทะลุที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันตราย

แผ่นกันน้ำรั่วทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น PVC จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

| ลำดับ | คุณสมบัติ                                      | Polyvinyl Chloride (PVC)                                                            | Rubber                                                                              |
|-------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | ความแข็ง                                       | Hardness Shore " A "                                                                | Hardness Shore "A"                                                                  |
| 2.    | แรงดึงสภาพใช้งาน                               | Durometer 60 - 80                                                                   | Durometer 60 -75                                                                    |
| 3.    | แรงดึงเมื่ออบด้วยออกซิเจนภายใต้อุณหภูมิ 70 ° ซ | ไม่น้อยกว่า 140 กก./ซม2                                                             | ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม2                                                             |
| 4.    | การตายตัว (Compression Set)                    | เมื่อขาด                                                                            | เมื่อขาด                                                                            |
| 5.    | ส่วนยืด (Elongation)                           | ไม่น้อยกว่า 80 % เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน                                      | ไม่น้อยกว่า 80 % เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน                                      |
| 6.    | คุณสมบัติอื่น ๆ                                | การตายตัวของวัสดุเมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70 ° ซ เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70 % | การตายตัวของวัสดุเมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70 ° ซ เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 30 % |
|       |                                                | เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 325 %                                                           | เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 450 %                                                           |
|       |                                                | ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้                              | ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกันปราศากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้                               |

## 7.9.2 วัสดุอุดรอยต่อ

บริเวณรอยต่อคอนกรีตที่มีการออกแบบให้เป็นรอยต่อเพื่อการขยายตัว (Expansion Joint) บริเวณผิวคอนกรีตต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้แน่นดีน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ วัสดุอุดรอยต่อที่ใช้อุดรอยต่อ มีดังต่อไปนี้

### (1) Joint Sealant

ใช้สำหรับงานอุดรอยต่อเพื่อการขยายตัว (Expansion Joint) ของงานคอนกรีตโครงสร้างขนาดใหญ่ หรืองานที่ต้องการคุณภาพรอยต่อสูง โดยทั่วไปเป็นวัสดุชนิด Two-Part Polysulphide Liquid Polymer มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.479-2541 วัสดุจะต้องมีคุณสมบัติในการยึดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยึดตัวได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่า และหดตัวได้ครึ่งหนึ่งของขนาดเดิมโดยไม่มีการฉีกหรือปริแตกแต่อย่างใด และต้องไม่เกิดการล้าตัวในเนื้อของมันด้วยต้องมีความแข็งไม่น้อยกว่า Shore "A" Durometer ประมาณ 30-40 ที่อุณหภูมิ 24°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่ออายุได้ 7 วัน

### (2) ยางมะตอยผสมทรายละเอียด

ใช้สำหรับอุดรอยต่อคอนกรีตทั่วไป การเตรียมวัสดุใช้แอสฟัลท์ซีเมนต์เกรด AC - 60/70 ผสมกับทรายละเอียดในอัตราส่วนแอสฟัลท์ซีเมนต์ 1 ส่วน ทรายละเอียด 3 ส่วน ในการผสมจะต้องควบคุมไม่ให้วัสดุผสมที่หลอมเหลวมีอุณหภูมิสูงเกิน 180°C เพราะอาจการติดหรือวาบไฟได้ อุณหภูมิในการเทให้อยู่ระหว่าง 145 – 155 องศา

การเลือกใช้วัสดุอุดรอยต่อให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้ ผู้รับจ้างอาจใช้วัสดุอุดรอยต่อนอกเหนือไปจากที่กำหนดไว้ในแบบได้ แต่ต้องเป็นวัสดุที่มีคุณภาพดีกว่าที่แบบกำหนดไว้ และจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจจ้าง

## 7.9.3 Elastic Filler

เป็นแผ่นใยใส่รอยต่อคอนกรีตจะต้องประกอบด้วย ฐานอ้อย หรือเส้นใยอื่นๆ ที่เหมาะสมอัดเป็นแผ่นและอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

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

(2) ความแน่นจะต้องไม่น้อยกว่า 305 กก./ลบ.ม. เมื่อแผ่นใยอยู่ในลักษณะแห้ง (Air Dry)

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

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

(5) การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบจะต้องส่งตัวอย่างแผ่นใย 1 ตารางฟุต สี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อจำนวนแผ่นใย 1,000 ตารางเมตร หรือน้อยกว่า หรือแต่ละครั้งก็นำแผ่นใยมาไว้ใช้ในงานก่อสร้าง เพื่อทำการทดสอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบจะต้องเป็นของผู้รับจ้าง

#### 7.9.4 แผ่นโพนคั้นรอยต่อ

รอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต หรือรอยต่อระหว่างโครงสร้างคอนกรีต ให้อุดช่องว่างด้วยแผ่นโพนที่มีความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ ก่อนอุดปิดผิวบนด้วยวัสดุอุดรอยต่อที่มีความยืดหยุ่นตามข้อ 7.9.2

ผู้รับจ้างสามารถใช้วัสดุอื่น เช่น Elastic Filler หรือวัสดุอื่นที่มีคุณภาพที่ดีกว่าแทนการใช้แผ่นโพนได้ ทั้งนี้ให้ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมมิได้

#### 7.10 มอร์ตาร์ผสมหินย่อยและหินใหญ่ขนาด (ถ้ามี)

จะใช้กับงานแกนฝายกันน้ำ หรือโครงสร้างส่วนอื่นๆ ที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง ที่ประกอบด้วย วัสดุก่อสร้างระหว่างมอร์ตาร์ หินย่อยหรือกรวด และหินใหญ่ ซึ่งมีคุณภาพตามข้อ 7.2.4

มอร์ตาร์ต้องมีสัดส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ประเภทหนึ่ง ต่อทรายหยาบ 1:4 โดยน้ำหนัก และต้องสามารถรับแรงอัด (Compressive Strength) ได้ไม่น้อยกว่า 140 กก./ตร.ซม.

ผู้รับจ้างสามารถใช้กรวด หินย่อย และหินใหญ่ ซึ่งจัดหาได้ในบริเวณนั้น มาก่อสร้างงานมอร์ตาร์ผสม หินย่อยและหินใหญ่ขนาดได้ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ กรวดหรือหินย่อยที่สกปรก เช่น มีเศษดินหรือมีคราบตะไคร่น้ำเกาะอยู่ จะต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนนำมาใช้ในการก่อสร้าง

การปฏิบัติในการเทมอร์ตาร์ผสมหินย่อยและหินใหญ่ขนาด จะต้องเทมอร์ตาร์กับหินย่อยและหินใหญ่ขนาดสลับกันเป็นชั้นๆ ส่วนหลักเกณฑ์และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่นๆ ให้ยึดถือตามข้อกำหนดของสัญญา

(1) ชั้นแรก ต้องใช้มอร์ตาร์เทลงไปก่อน ให้มีความหนาหลังจากการเกลี่ยให้เสมอและทำให้แน่นแล้ว 20 ซม.

(2) ชั้นที่สอง เทกรวดหรือหินย่อยและหินใหญ่ขนาดทับลงให้มีความหนาไม่เกิน 30 ซม. โดยให้มีช่องว่างระหว่างหินเพียงพอที่มอร์ตาร์ที่จะเททับชั้นที่สาม สามารถแทรกตัวเข้าไปได้ หลังจากได้จัดเรียงหน้าให้เสมอกันแล้ว

(3) ชั้นที่สาม เทมอร์ตาร์ทับชั้นที่สอง และใช้เครื่องเขย่าแบบหัวจุ่มเหย้าตามชอกหินจนทั่ว ถ้าเป็นชอกหินเล็กๆ ก็ใช้เหล็กเกลี้ยงกลมขนาด 15 มม. ทำหัวให้มนกระทั่งตามชอกที่เล็กๆ หรือใช้เครื่องมือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำการเขย่าและการกระทุ้งต้องทำงานกระทั่งมอร์ตาร์แทรกซึมเข้าไปในชอกหินตลอดทั่วถึงกัน จนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หลังจากเทมอร์ตาร์ทับหินย่อยและหินใหญ่คละขนาดเสร็จแล้ว ชั้นหนึ่งๆ ต้องให้มอร์ตาร์ปิดทับบนชั้นหินมีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 ซม.

(4) ชั้นต่อไปให้ทำซ้ำขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น คือ เทหินย่อยและหินใหญ่คละขนาด แล้วเทมอร์ตาร์สลับกันไปจนแล้วเสร็จ

## 7.11 การ Grout คอนกรีต

บริเวณที่แบบระบุให้ทำการ Grout ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งท่อเหล็กผิวบาง ขนาดตามความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ก่อนฝังท่อเพื่อ Grout จะต้องทำความสะอาดท่อจนปราศจากสิ่งสกปรก เช่น น้ำมันต้องติดตั้งท่อให้มีความมั่นคงในระหว่างเทคอนกรีต เมื่อติดตั้งท่อ ผนณะ แล้ว ก่อนเทคอนกรีตจะต้องมีการทดสอบ โดยการอัดลมเข้าไปจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างถ้าพบว่าท่ออุดตันหรือลมเดินไม่สะดวก จะต้องทำความสะอาดหรือเปลี่ยนท่อให้ใหม่

## 7.12 Blockout

กรณีที่มึงานโลหะฝังติดอยู่กับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องจัด Blockout ของเนื้อคอนกรีตบริเวณนั้นไว้ เพื่อให้การติดตั้งงานโลหะนั้นได้ถูกต้องแน่นอน หลังจากติดตั้งโลหะแล้วผู้รับจ้างจะเทคอนกรีตลงไปตามเดิม โดยคอนกรีตที่ใช้ให้ผสมสารเคมีเพื่อการลดการหดตัว (Non-shrinkage Compound) โดยความเห็นชอบของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

## 7.13 เหล็กเสริมคอนกรีต

### 7.13.1 ทัวไป

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

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

เหล็กเสริมทั้งมวลต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทำสีหรือการเสียหายอย่างอื่น ๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

### 7.13.2 ชั้นคุณภาพ ชนิด และคุณสมบัติของเหล็กเสริม

ทั้งเหล็กเสริมชนิดเกลี้ยงกลม (Round Bar) และเหล็กขั้วอ้อย (Deformed Bars) ที่ได้กำหนดให้ใช้ตามชั้นคุณภาพ (Grade) โดยใช้ตัวย่อ “SR 24” และ “SD 30” ตามลำดับ จะต้องมีความสมบัติ ดังต่อไปนี้

#### (1) คุณสมบัติทางกล

| ชั้นคุณภาพ<br>(GRADE) | แรงเค้นดึง<br>ที่จุดยึด กก./<br>มม <sup>2</sup><br>ไม่น้อยกว่า | แรงเค้นดึง<br>สูงสุด กก./มม <sup>2</sup><br>ไม่น้อยกว่า | ความยืด<br>ร้อยละ<br>ไม่น้อย<br>กว่า | การทดสอบการดัดโค้งเย็น |                                       |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
|                       |                                                                |                                                         |                                      | มุมดัด<br>องศา         | เส้นผ่านศูนย์กลาง<br>ภายในของส่วนโค้ง |
| SR 24                 | 24                                                             | 39                                                      | 21                                   | 180                    | 1.5 เท่าของเส้นผ่าน<br>ศูนย์กลางระบุ  |
| SD 30                 | 30                                                             | 49                                                      | 17                                   | 180                    | 4 เท่า ของเส้นผ่าน<br>ศูนย์กลางระบุ   |

#### (2) ส่วนประกอบทางเคมี

| ชั้นคุณภาพ<br>(GRADE) | ส่วนประกอบทางเคมีไม่เกินร้อยละ (โดยน้ำหนัก) |          |          |         |                    |
|-----------------------|---------------------------------------------|----------|----------|---------|--------------------|
|                       | ถ่าน                                        | แมงกานีส | ฟอสฟอรัส | กำมะถัน | ถ่าน+แมงกานีส<br>6 |
| SR 24                 | 0.25                                        | -        | 0.05     | 0.05    | -                  |
| SD 30                 | 0.25                                        | -        | 0.05     | 0.05    | 0.45               |

### 7.13.3 การตัด ดัด ผูก และวางเหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งหมดก่อนนำมาตัดต้องตัดให้ตรง การตัดและตัดต้องใช่วิธีตัดด้วย (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 ในการหนุนเหล็กเสริมนี้ห้ามใช้ก้อนหินหรือวัตถุอื่นหนุนเป็นอันตราย เหล็กเสริมทั้งหมดเมื่อติดตั้งลงในแบบหล่อแล้ว ให้ผูกมัดติดกันให้แน่นหนาทุกเส้นและต้องไม่เคลื่อนที่ในขณะที่เทคอนกรีตและขณะเขย่าคอนกรีต

#### 7.13.4 เหล็ก Dowel

เหล็ก Dowel ที่ยื่นออกจากคอนกรีตที่เทแล้ว จะต้องเหยียดตรงหรือมีรูปแบบรายละเอียดก่อนเทคอนกรีตใหม่ทับลงรอยต่อคอนกรีตต้องทำความสะอาด DOWEL ให้ปราศจากคราบปูนทรายที่เกาะอยู่ และปฏิบัติตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างทุกประการ

### 7.14 Anchor Bar

#### 7.14.1 ทัวไป

งาน Anchor Bar เป็นงานที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งได้แก่ เหล็กเส้นข้ออ้อย Non-shrinkage Compound และอื่นๆ เพื่อมาจัดทำงาน Anchor Bar ของฝายและบริเวณอื่นๆ ที่ระบุในแบบให้มีระดับความลึก ตำแหน่ง และรับแรงดึงได้ตามที่แบบกำหนดไว้

#### 7.14.2 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในงาน Anchor Bar อย่างน้อยต้องประกอบไปด้วย

(1) เหล็กเส้นข้ออ้อยขนาด  $\varnothing 20$  หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ ให้มีคุณภาพของเหล็ก ชั้นคุณภาพ SD30 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24 หรือเทียบเท่า

(2) มอร์ตาร์ ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายละเอียด และน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสมต่อน้ำหนักระหว่างปูนซีเมนต์และทราย เท่ากับ 1 : 1 และมีการยุบตัวเท่ากับ 80 มม. หากแบบระบุให้ผสมวัสดุอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น Non-shrinkage Compound ผู้รับจ้างจะต้องผสมวัสดุนั้นเพิ่มเติมในสัดส่วนที่ระบุไว้ในแบบหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดหรืออนุมัติ

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

### 7.14.3 การติดตั้ง

#### (1) การเตรียมงานและเครื่องมือ

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมผสมและอัดฉีดมอร์ตาร์ให้มีความเหมาะสมตามสภาพงาน

(ข) การเจาะหลุมเพื่อติดตั้ง Anchor Bar ให้ผู้รับจ้างใช้เครื่องเจาะแบบ Air Leg Rock Drill หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

(ค) ผู้รับจ้างเสนอเครื่องทดสอบแรงดึง วิธีการทดสอบ ตามมาตรฐานที่ผู้รับจ้างกำหนด หรือตามมาตรฐานการทดสอบ Pullout Test ตาม BS. 8081:1980 ทั้งนี้การพิจารณาทดสอบแรงดึงของ Anchor Bar ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

#### (2) การทำงาน

เมื่อผู้รับจ้างขุดดินหรือขุดระเบิดหินบริเวณก่อสร้างจนได้ความกว้างและลึกจนถึงระดับตามที่แบบกำหนดแล้ว ให้ผู้รับจ้างกำหนดการทำงาน Anchor Bar หลุมเจาะตามข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นในสภาพภูมิประเทศปัจจุบันดังนี้

(ก) ให้มีขนาดของหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร และให้มีความลึกถึงชั้นหินที่แท้จริง ระยะฝังอยู่ในชั้นหินตามแบบที่กำหนดไว้ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด หรือตามผลของการทดสอบตัวอย่างจริงในสนาม

(ข) ให้จัดหา Steel Pipe เป็นท่อกรุกกันหลุมเจาะฝังในกรณีก่อนที่จะถึงชั้นหินอย่างแท้จริง พบดินหรือดินขุดยาก หลังจากเจาะเสร็จแล้วจะต้องสวมท่อ Steel Pipe แทนไว้

(ค) การเจาะหลุมให้มีความลึกในชั้นหินจนกระทั่งที่ผู้รับจ้างคาดว่าเมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะผ่านการทดสอบ Pullout Test และรับแรงดึงได้ตามที่แบบกำหนดไว้

(ง) การจัดเตรียมเหล็กเส้นข้ออ้อย ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องประมาณความลึกของหลุมเจาะรวมกับระยะฝังเข้าไปในพื้นที่คอนกรีตตามที่แบบกำหนดไว้ ห้ามต่อเหล็กเส้นดังกล่าวในทุกกรณี

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

(ฉ) ห้ามผู้รับจ้างระเบิดหินบริเวณก่อสร้าง หลังจากทำการอัดฉีดมอร์ตาร์แล้ว

### 7.14.4 การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบการรับแรงดึงของ Anchor Bar ซึ่งเป็นที่ยอมรับและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ก่อนการติดตั้ง Anchor Bar ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดลองติดตั้งและทดสอบการรับแรงดึง ในบริเวณใกล้เคียงสถานที่ติดตั้งจริง โดยมีสภาพเหมือนกับการติดตั้งจริงทุกประการ เมื่อครบ 28 วันแล้ว จะต้องทดสอบ

การรับแรงดึงของ Anchor Bar ซึ่งจะต้องรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กก./ตร.ซม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ กรณีที่การทดสอบไม่ผ่านผู้รับจ้างจะต้องทดสอบติดตั้งใหม่โดยเจาะให้ลึกกว่าเดิม และให้ใช้ความลึกใหม่นี้ในการกำหนดความลึกสำหรับการติดตั้งจริง

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 หรือตามดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หากพบว่าหลุมใดไม่ผ่านการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ โดยอาจจะเจาะให้ลึกลงไปอีกหรือตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

### 7.15 การทดลองวัสดุก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ เช่น เหล็ก ปูนซีเมนต์ ทราช หิน สารเคมี ผสมคอนกรีต น้ำยาบ่มคอนกรีต ฯลฯ มาให้ห้องทดลองของทางราชการ ตรวจสอบคุณภาพก่อนใช้ในงาน ในกรณีกำหนดส่วนผสมคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องส่งวัสดุผสมคอนกรีตที่จะใช้จริง ๆ ในงานก่อสร้าง ตามจำนวนต่อไปนี้

#### 7.15.1 จำนวนวัสดุต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม

|                      |   |      |                  |
|----------------------|---|------|------------------|
| - ปูนซีเมนต์         | 2 | ถุง  | (ถุงละ 50 กก.)   |
| - ทราช               | 6 | บ๊ีบ | (บ๊ีบละ 20 ลิตร) |
| - กรวดหรือหินอย่างละ | 8 | บ๊ีบ | (บ๊ีบละ 20 ลิตร) |

#### 7.15.2 จำนวนวัสดุสำหรับทดลองคุณภาพทั่ว ๆ ไป

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

## 7.16 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีต

### 7.16.1 ทั่วไป

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

### 7.16.2 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

### 7.16.3 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

### 7.17 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

การวัดปริมาณงานคอนกรีต เพื่อการจ่ายเงินตามสัญญา ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- การวัดปริมาณงานคอนกรีต หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่แบบกำหนด หรือภายในขอบเขตที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งการ โดยให้ยึดถือวิธีการตรวจวัดปริมาณงานของผู้ว่าจ้างเป็นเกณฑ์
- การวัดปริมาตรคอนกรีต จะหักปริมาตรของช่องว่างส่วนที่เป็นช่องเปิด และโลหะที่ฝังไว้ ออก แต่จะไม่หักปริมาตรของเหล็กเสริม สกรู น็อต แท่งปูนรองเหล็ก การลบมุม และการลบเหลี่ยมออก
- การจ่ายเงิน จะจ่ายตามราคาต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรของงานคอนกรีตที่ระบุไว้ในสัญญา โดยจะรวมค่าวัสดุ ค่าอุปกรณ์ในการเทคอนกรีต ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง ค่าแบบคอนกรีต การเตรียมรอยต่อ การแต่งผิว การปรับแต่งดินเพื่อเตรียมเทคอนกรีต การสูบน้ำออก การทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนเทคอนกรีต การป้องกัน การบ่ม การควบคุมอุณหภูมิคอนกรีต การจัดหาและขนส่งแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และการทดสอบกำลังของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพ ตามที่ระบุไว้ในรายการรายละเอียดที่กล่าวแล้วข้างต้น
- ไม่มีการพิจารณา แยกจ่ายเงินสำหรับสารผสมเพิ่มเติม (Admixture)
- งานไม้แบบ นั่งร้าน ตะปู สลักเกลียว และอุปกรณ์ที่ใช้ยึดต่างๆ และโครงสร้างชั่วคราวอื่นๆ เพื่อการจัดทำโครงสร้างคอนกรีต ไม่มีการจ่ายเงินแยกต่างหาก โดยให้รวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานคอนกรีต

การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงินของงานคอนกรีต มีรายละเอียดแยกเป็นรายการ ดังต่อไปนี้

(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 แผ่นโฟมคั่นรอยต่อ ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(6) วัสดุอุดรอยต่อคอนกรีต เช่น ยางมะตอยผสมทรายละเอียด, Joint Sealant หรือ Mastic Joint Sealer ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วยงานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(7) Sealing Compound ให้วัดปริมาณ งานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย งานจัดหาและติดตั้ง การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา

(8) Anchor Bar ให้วัดปริมาณงานเป็นชุดตามที่ติดตั้งแล้วเสร็จเรียบร้อย ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดในสนาม ประกอบด้วย การเจาะรูในชั้นหิน และงานติดตั้งหรือฝังเหล็กตามความยาวที่กำหนด การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ได้ตกลงในสัญญา โดยรวมค่างานเจาะ ค่าทำความสะอาดรูเจาะ ค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าติดตั้ง ค่าอัดฉีดมอร์ตาร์ และค่าทดสอบไว้แล้ว

หมวดที่ 8

หินเรียง หินเรียงยาแนว หินก่อ  
และงานลดแรงดันน้ำ

## หมวดที่ 8

### หินเรียง หินเรียงยาแนว หินก่อ และงานลดแรงดันน้ำ

#### 8.1 ทัวไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและจัดเรียงทำหินเรียง หินเรียงยาแนว หินก่อ รวมถึงงานรองพื้น และงานลดแรงดันน้ำได้อาคารและด้านข้างอาคารให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด และ/หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง พิจารณาเห็นสมควรให้จัดทำ

#### 8.2 หินเรียง

เมื่อทำการปู ทราาย กรวด รองพื้น แล้วเกลี่ยให้เรียบ มีความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด นอกจากบางกรณีที่แบบรายละเอียดไม่ได้กำหนดให้มีทราาย กรวดรองพื้น จะต้องปรับพื้นให้เรียบ แล้วทำการเรียงหิน โดยใช้หินใหญ่ที่มีขนาดตามที่กำหนดในแบบรายละเอียดนำมาเรียงให้ใช้กรวด หรือหินย่อยปนทราายอัดให้แน่นจะไม่ยอมให้เรียงหินมีความหนาน้อยกว่าในแบบ แต่จะยอมให้ความหนามากกว่าในแบบได้โดยมีระดับใกล้เคียงกัน

#### 8.3 หินเรียงยาแนว

ทำการเรียงหินเช่นเดียวกับ ข้อ 8.2 ให้ได้แนว ระดับ ความหนา ตามที่กำหนดในแบบรายละเอียด แล้วใช้ปูนทราาย (CEMENT MORTAR) อัตราส่วนผสม 1:3 (โดยน้ำหนัก) อุดช่องว่างระหว่างก้อนหิน โดยมีความหนาพอสมควร แล้วแต่งด้วยเกรียงให้เสมอผิวหินโดยตลอด ดูเรียบร้อยสวยงาม ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

#### 8.4 หินก่อ

หินก่อจะใช้ก่อสร้างกำแพง (STONE WALL) หรือหน้า-ท้ายท่อ (HEAD WALLS) หรือส่วนอื่นๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบรายละเอียด ให้ก่อด้วยหินใหญ่ที่มีหินค่อนข้างเรียบ โดยวางหินใหญ่ลงบนปูนทราาย (CEMENT MORTAR) อัตราส่วน 1 : 3 (โดยน้ำหนัก) วิธีการทำงานทำการแต่งพื้นที่จะก่อหินให้เรียบได้ระดับ ใช้ปูนทราายเทลงไป หนาไม่น้อยกว่า 1 ซม. ใช้หินใหญ่ที่เลือกไว้แล้ว วางลงไปบนปูนทราาย เรียงให้ได้ระดับใกล้เคียงกัน แล้วใช้ปูนทราายเทลงไปอีกเช่นที่กล่าว อุดช่องว่างระหว่างหินให้หมด แล้วให้มีปูนทราายเหนือหินอีกหนาไม่น้อยกว่า 1 ซม. ทำการเรียงหินทำเช่นนี้จนกว่าได้ระดับที่ต้องการ แล้วจึงแต่งปาดให้เสมอผิวหินโดยตลอด ดูเรียบร้อยสวยงาม ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

## 8.5 งานรองพื้น

### วัสดุ (MATERIALS)

(1) งานทราย กรวดสำหรับงานรองพื้น (BEDDING) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแหล่ง ทำการร่อนให้ได้ขนาดตามที่ต้องการแล้วนำไปใช้รองพื้น งานเรียงหิน ทราย กรวด จะต้องสะอาดไม่มีอินทรีย์สาร และวัสดุที่ไม่ต้องการเจือปนอยู่ ทราย - กรวด ต้องมีลำดับขนาด (GRADATION) ดังนี้

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

หมายเหตุ หากสัดส่วนคละของวัสดุไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางนี้ การเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้ในงานก่อสร้าง

(2) หินใหญ่ หินที่นำมาใช้งานจะต้องเป็นหินแข็ง (SOUND ROCK) มีรูปร่างค่อนข้างกลมไม่มีรอยแตกร้าวและไม่สกปรก อนุญาตให้ใช้กรวดที่มีคุณภาพเทียบเท่าหินใหญ่แทนได้คุณภาพของหินใหญ่ที่กำหนดมีดังนี้

(ก) ความถ่วงจำเพาะ ต้องไม่น้อยกว่า 2.6

(ข) ความต้านทานต่อการขัดสี ส่วนสูญหายต้องไม่เกิน 50% เมื่อทดสอบโดยใช้เครื่อง LOS ANGELES ABRASION TEST

(ค) ขนาดหิน ตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

## 8.6 งานลดแรงดันน้ำ (ถ้ามี)

(1) บททั่วไป

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบระบายน้ำใต้อาคารและระบบระบายน้ำด้านข้างอาคารเพื่อลดแรงดันน้ำ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งการ

(2) วัสดุ

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

- (ข) ผู้รับจ้างต้องทำการขุดร่องดินหรือหินเพื่อวางและถมวัสดุกรองของระบบระบายน้ำการทำงานขุดจะต้องได้แนว รูปร่าง และระดับ ตามที่กำหนดในแบบ
- (ค) ผู้รับจ้างต้องทำการวางท่อ PVC. และ Flap Valve Weep Hole (ถ้ามี) ตามรูปแบบที่แสดงในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งการ
- (ง) กรวดหรือหินย่อยและทรายละเอียดที่วางรอบๆ ท่อเจาะรู ต้องสอดคล้องตามแบบที่กำหนด
- (จ) แผ่นพลาสติก ผู้รับจ้างต้องติดตั้งแผ่นพลาสติกดังที่แสดงในแบบ วางใต้อยู่ต่อกอนกรีตเป็นชนิด Polyethylene Sheet ตามมาตรฐาน มอก. 1239
- (3) การติดตั้ง
- (ก) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อ PVC. เจาะรู พร้อมฝาปิด และระบบการต่อ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ และปลายท่อ PVC. ควรทำการปิดชั่วคราวจนกว่างานเทคอนกรีตแล้วเสร็จ เมื่อพบว่าท่อดังกล่าวอุดตันผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดหรือสิ่งอุดตันออก โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง
- (ข) กรวดหรือหินย่อยและทรายละเอียดต้องแผ่กระจายสม่ำเสมอโดยรอบท่อตามที่กำหนดในแบบ การปูทรายละเอียดต้องดำเนินการโดยไม่ให้เกิดการแยกตัวของขนาดผละของวัสดุ โดยให้ความชื้นขณะปู
- (ค) วัสดุละเอียดไม่ต้องทำการถมบดอัด แต่ผิวบนต้องปาดเรียบ
- (ง) ผู้รับจ้างต้องเตรียม Flap Valve และท่อ PVC. Weep Hole ตรงตามตำแหน่ง ก่อนเทคอนกรีต

## 8.7 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

- (1) หินเรียง ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่าง งานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ
- (2) หินเรียงยาแนว ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่าง งานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ
- (3) หินก่อ ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่าง งานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ
- (4) กรวดทรายรองพื้น ให้วัดงานเป็นปริมาตรในหน่วยลูกบาศก์เมตร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานตักแต่งลาดและรูปร่าง งานจัดหาวัสดุ ค่าแรงงานพร้อมตักแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ

(5) ระบบระบายน้ำได้อาคารและระบบระบายน้ำด้านข้าง ให้วัดปริมาณงานในหน่วยชุดตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วยงานชุด งานกรวดทรายห่อหุ้มด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ และงานฝังท่อ OPEN WEEPHOLE หรือ FLAP VALVE WEEPHOLE พร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุด รวมถึงงาน Sand Mix Gravel และงานวางท่อ PVC Perforate Pipe ขนาด 4" การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่าย งานชุดตกแต่งรูปร่าง งานจัดหาวัสดุและติดตั้ง งานตกแต่งให้ได้รูปร่างตามแบบ

## หมวดที่ 9

ท่อนกกริตเสริมเหล็ก

## หมวดที่ 9

### ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

#### 9.1 ทัวไป

ท่อคอนกรีตที่จะใช้ในงานอาคารต่างๆ ซึ่งแสดงไว้ในแบบรายละเอียดจะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยี่ยม ไม่เบี้ยว ไม่มีรอยร้าวแตกบิ่น แตกปลาย หรือมีผิวขรุขระมากกว่าปกติบรรดาท่อต่างๆ เหล่านี้ จะต้องตรงตามมาตรฐานท่อคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นที่ 3 ตามมาตรฐานของ มอก. 128 เว้นไว้แต่จะได้อำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันจะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต โดยที่ปลายท่อจะสอดเข้ากันได้พอดี ฉะนั้นเมื่อนำท่อมาต่อเข้าด้วยกันและฉาบปูนเรียบเรียบร้อยแล้ว ท่อดังกล่าวจะยาวติดต่อกันเป็นท่อส่งน้ำที่ไม่รั่วซึม ผิวท่อภายในราบเรียบ และอยู่ในแนวเดียวกัน

ในการวางและต่อท่อ จะต้องดำเนินการอย่างถูกต้องตามวิธีการ ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

#### 9.2 การขุดหลุมเพื่อวางท่อ

หลุมที่วางท่อจะต้องขุดให้ได้ความลึกและความกว้างตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะพึงกำหนด ในจุดที่กำหนดให้วางทอลงกับพื้นหลุมโดยตรงจะต้องขุดหลุมให้ตรงและมีระดับเสมอกันเพื่อช่วยประคองท่อให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยติดตลอดเส้นและจะต้องไม่ให้มีรากไม้ ก้อนหินและวัตถุที่มีความแข็งอย่างอื่นซึ่งอาจทำให้ท่อเสียหาย ดินที่ขุดออกจะต้องกองไว้ตามแนวหลุม โดยมีให้กีดขวางงานอื่นและต้องมีให้กลับตกลงไปในหลุมที่ขุดด้วย สำหรับในจุดที่จะต้องทำการต่อท่อเข้าด้วยกันจะต้องขุดหลุมให้กว้างกว่าเดิม และ/หรือ ลึกกว่าเดิม เพื่อการต่อท่อโดยให้มีขนาดตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังอย่างเต็มที่ในอันที่จะป้องกันมิให้เกิดพังเป็นโพรงขึ้นในหลุม หรือการยุบตัวของพื้นดิน หรือท่อตรงที่ต่อกัน สำหรับหลุมตอนที่เกิดเป็นโพรงหรือเกิดการยุบตัวขึ้นนั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำด้านข้างของหลุมให้เอียงลาดแล้วติดตั้งที่ค้ำยัน หรือที่เหนี่ยว เป็นต้น และจะต้องจัดแจงดำเนินการอย่างอื่นตามความจำเป็นของสภาพแวดล้อมนั้นๆ

ถ้ากำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นผู้กำหนดว่าจะต้องกรุทราย หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วลงในกันหลุมที่ขุดไว้ ในที่ซึ่งกำหนดให้กรุกันหลุมเช่นที่กล่าวจะต้องขุดกันหลุมให้มีความลึกเพียงพอที่จะสามารถกรุกันหลุมซึ่งอยู่ใต้ท่อด้านล่างให้ได้ความหนาตรงตามที่กำหนดและจะต้องกลบทับด้วยชั้นของทรายสะอาด หรือวัสดุที่เลือกสรรแล้วตามที่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และบดอัดให้แน่น ผิวหน้าของกันหลุมจะต้องตกแต่งให้ได้มาตรฐานตามที่ระบุไว้ในตอนต้น ทั้งนี้เพื่อให้เรียบเสมอกันและมั่นคงแข็งแรงพอรองรับท่อที่จะนำมาวาง

### 9.3 การวางและการต่อท่อ

เมื่อนำท่อแต่ละท่อมาวางลงในหลุมจะต้องจัดวางให้เข้าที่ตรงตามแนวท่อที่อยู่ติดกันและต้องให้รอยต่อตรงศูนย์กลาง ทั้งนี้เพื่อลดการเหลื่อมกันอันอาจเกิดขึ้นที่ด้านในของท่อตรงรอยต่อปลายท่อส่วนที่นำมาต่อกันจะต้องทำความสะอาดทั้งด้านนอกและด้านในของท่อ

เมื่อวางท่อเรียบร้อยแล้วถ้าตรงรอยต่อยังมีช่องโหว่อยู่จะต้องอัดปูนฉาบลงไปให้เต็มและจะต้องฉาบปูนรอบนอกตรงรอยต่อจะต้องจัดการกวาดเศษปูนฉาบออกและตกแต่งให้เรียบร้อย ในการวางท่อและต่อท่อทุกครั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการป้องกันมิให้น้ำรั่วซึมตรงรอยต่อ ถ้าหากจำเป็นต้องแก้ไข เปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่อภายหลังที่วางท่อเรียบร้อยแล้วจะต้องรื้อและต่อท่อใหม่ เมื่อการวางและต่อท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องทำความสะอาดด้านในของท่อและเศษวัสดุออกไปทิ้ง

ปูนฉาบที่ใช้ในการต่อท่อจะต้องไม่ให้มีส่วนผสมของปูนมากกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสะอาดที่ร่อนดีแล้วหนึ่งส่วนโดยน้ำหนักและต้องไม่ใส่ปูนน้อยกว่าปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนต่อทรายสองส่วนโดยน้ำหนักและน้ำจำนวนหนึ่งเพียงพอให้ปูนผสมมีความชื้นพอเหมาะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อตามที่กำหนดได้

ปูนฉาบส่วนที่ยังไม่นำไปใช้และแข็งตัวจนทำให้ไม่แน่ใจว่าจะสามารถนำไปใช้ในการต่อท่อให้เป็นที่ยอมรับได้ ไม่ให้นำไปทำให้อ่อนตัวลงอีกจะต้องทิ้งไปและการเตรียมปูนฉาบจะต้องผสมทีละน้อย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแข็งตัวก่อนนำไปใช้ ส่วนปูนฉาบสำหรับอุดรูโหว่จะต้องให้มีความชื้นพอที่จะสามารถเกาะติดอยู่ที่ส่วนปลายของท่อได้

ในการต่อท่อคอนกรีตเข้ากับตัวอาคารจะต้องทำโดยการวางท่อคอนกรีตลงในที่ก่อนลงมือเทคอนกรีตหรือโดยใช้วิธีอื่นๆ ตามที่แสดงเป็นรายละเอียดไว้ในแบบ

### 9.4 การถมอัด

ในการถมอัดรอบ ๆ ท่อจะต้องทำการถมอย่างระมัดระวังและจะต้องถมพร้อมกันทั้งสองข้างท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ท่อเลื่อนไหลไปทางข้าง ๆ และข้อต่อชำรุดเสียหาย

ขณะที่วางท่อแต่ละท่อนลงไปจะต้องใส่วัสดุสำหรับถมอัดตามที่เลือกไว้ลงไปให้มีจำนวนเพียงพออย่างระมัดระวังและกระทุ้งส่วนล่างของตัวท่อแต่ละข้างให้ตลอดแนวยาวของท่อ เว้นแต่ตรงข้อต่อ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประคองให้ท่อวางอยู่ในที่ได้อย่างมั่นคง

การถมอัดจะต้องถมขึ้นมาสูงกว่าหลังท่อประมาณ 30 ซม. เป็นอย่างน้อย ในทันทีที่ได้ส่วนการถมอัดให้เป็นที่ยอมรับอาจกระทำตามความสะดวกของผู้รับจ้างโดยมีข้อแม้ว่าการอัดถมเช่นที่ว่านั้น จะต้องไม่ขัดต่อการก่อสร้างตามลำดับที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติไว้แล้วไม่ว่าการถมอัดนั้นจะทำเมื่อใดจะต้องให้ความระมัดระวังระหว่างที่ดำเนินการถมดิน โดยจะต้องไม่กระแทกสั่น รบกวน หรือทำให้ท่อหรือข้อต่อเสียหาย นอกจากนี้ การถมอัดจะต้องกระทำตามที่ระบุไว้ในหมวดที่ 5 งานดินด้วย

## 9.5 การเทคอนกรีตรองพื้นและการเทคอนกรีตโดยรอบ

การเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือเทโดยรอบท่อ จะต้องกระทำโดยวิธีการดังต่อไปนี้

- (1) วางแท่นคอนกรีตที่หล่อสำเร็จแล้วลงกันหลุมและตรึงให้แน่นในระดับและตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อใช้หนุนหัวและท้ายท่อ
- (2) วางท่อคอนกรีตลงบนแท่นคอนกรีตดังกล่าว และสวมปากท่อเข้าด้วยกัน
- (3) ปรับความลาดของท่อโดยใช้ลิ้มไม้ดอกข้างท่อข้างละอันระหว่างท่อ กับแท่นคอนกรีต โดยลิ้มไม้เหล่านี้จะต้องทิ้งคาไว้ในระหว่างการต่อท่อและถอดออกในช่วงการเทคอนกรีตรองพื้นท่อหรือรอบท่อ

ในกรณีที่ท่ออาจลอยขึ้นในระหว่างการเทคอนกรีตนั้นจะต้องตรึงท่อให้แน่นเพื่อป้องกันการลอยของท่อดังกล่าว

ท่อที่ถูกเทคอนกรีตโดยรอบนั้นตรงรอยต่อของท่อด้านในจะต้องใช้ปูนฉาบอัดแต่งให้เรียบเสมอกับผิวท่อ

## 9.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

งานวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ให้คิดปริมาณรวมไปในราคาต่อแห่งของงาน PIPE CULVERT ในหมวดที่ 6 รายการ 6.8(4)

หมวดที่ 10

งานหลัก

## หมวดที่ 10 งานเหล็ก

### 10.1 ทัวไป

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

### 10.2 มาตรฐาน

วัสดุที่ใช้ในการผลิตงานเหล็กต่าง ๆ วิธีการผลิตและการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่าง ๆ 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 คุณสมบัติของวัสดุสำหรับงานเหล็กและงานโลหะอื่น ๆ

คุณสมบัติวัสดุที่ใช้งานต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุแต่ละชนิดต่อไปนี้

- (1) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ตามมาตรฐาน มอก.116

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

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

#### 10.4 การเตรียมการเบื้องต้น

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

#### 10.5 การเชื่อม

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

การเจาะรูสำหรับใส่ น็อต จะต้องทำด้วยความปราณีต มีขนาดถูกต้องตามแบบ และทาด้วยสีกันสนิม น็อตที่ใช้เป็นชนิดหัวหกเหลี่ยม พร้อมแหวนรองก่อนสวมใส่ตัวน็อต จะต้องจัดให้รูกอยู่ตรงกันดีเสียก่อน 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 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างที่มีประสบการณ์อย่างดีมาดำเนินการให้ได้คุณภาพของงานดีตามความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

บานระบาย ท่อเหล็ก บันไดลิง รวบันได ตะแกรงกันสวะ และงานเหล็กอื่นๆ ก่อนนำมาทำการติดตั้ง จะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ถึงความเรียบร้อยไม่มีความเสียหายเนื่องจากการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตก หรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยจะต้องได้รับการซ่อมแซมให้เรียบร้อยเสียก่อน

การติดตั้งจะต้องทำด้วยความปราณีตชิ้นส่วนซึ่งต้องเคลื่อนไหวยจะต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวังทำการปรับให้เคลื่อนไหวยได้สะดวก ให้สัมพันธ์กับลักษณะหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ หลังจากที่ได้ติดตั้ง ประตูน้ำ เหล็กหล่อและงานเหล็กอื่นๆ ให้ถูกต้องตามแบบเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดชิ้นส่วน และให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่เคลื่อนไหวยและทำการทดลองปิด - เปิด ตลอดจนการปรับแต่งให้สามารถ ปิด - เปิดได้สะดวกและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

## 10.9 งานทาสี

### (1) ทัวไป

ใช้กับงานทาสีเหล็กสำหรับงานด้านชลศาสตร์ (HYDRAULIC STEEL WORKS) ทุกประเภท ทั้งในส่วนที่จมน้ำ เปียกน้ำ หรือตากแดด ตากฝน ตามแบบที่กำหนด แต่ไม่รวมถึงงานท่อเหล็กส่งน้ำ ซึ่งจะกล่าวไว้ในบทที่ 11 และงานโลหะที่อาบสังกะสี หรือ โลหะที่ไม่เป็นสนิม เช่น เหล็กไร้สนิม (STAINLESS STEEL) ทองเหลือง (BRONZE) หรือส่วนที่ฝังในคอนกรีต

งานทาสีเหล็กจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คืองานเหล็กที่จมน้ำ เช่น ประตูน้ำ ตะแกรงกันสวะ งานเหล็กสัมผัสอากาศ และงานเหล็กหล่อทั่วไป

สีที่ใช้เหล่านี้นี้จะต้องเป็นสีที่ดี ผลิตโดยมีคุณภาพจากโรงงานในประเทศไทย เช่น โจดันไทย จำกัด ไอซีโอ (ประเทศไทย) จำกัด ซินแคลร์เพนท์ (ประเทศไทย) จำกัด ซิกม่า (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

อนึ่ง ทรายหรือวัสดุที่ใช้พ่น (SAND BLAST) ต้องมีส่วนขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 16 ได้ทั้งหมด และค้ำบนตะแกรงเบอร์ 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 มม. งานทาสีชั้นที่สองถึงชั้นที่สี่ อาจกระทำมาจากโรงงานหรือที่โครงการก็ได้

(ค) งานเหล็กหล่อ

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

(4) วิธีการทาสี

กระทำในวันที่ได้ทำความสะอาดพื้นที่ผิวเสร็จเรียบร้อยแล้ว พื้นที่ที่จะทาจะต้องแห้งสนิท ปราศจากความชื้น

การทาในชั้นแรก จะทาด้วยแปรง สำหรับในชั้นต่อไป อาจจะใช้วิธีพ่นหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ

การทาสี ควรทำในวันที่มีอากาศแจ่มใสมีแดดดี ไม่มีดครึ้ม หรือฝนตก การทาสีจะต้องทาติดต่อกันโดยตลอดในชั้นหนึ่งๆ ให้เรียบด้วยความหนาที่สม่ำเสมอโดยตลอด และต้องทิ้งสีในชั้นแรกนี้ให้แห้งสนิท จึงจะสามารถทาสีในชั้นต่อไปได้

ก่อนที่จะทาสีในชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมแซมการทาสีในชั้นแรก เช่น รอยเยิ้มของสี การหลุดร่อน ตลอดจนทำความสะอาดฝุ่นละออง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในภายหลังการทาสีครั้งแรกให้เรียบรอยเสียก่อน

งานทาสีในระยะต่างๆ ตามขั้นตอนของงานทาสีจะต้องจัดทำโดยผู้ชำนาญงานในด้านนี้ และจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างทุกระยะขั้นตอนเช่นกัน

งานทาสีแต่ละชั้น ต้องทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบอาจใช้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

## 10.10 งานบานระบายและงานประตูน้ำ

### 10.10.1 ขอบเขตของงาน

งานบานระบายและงานประตูน้ำ หมายถึง งานออกแบบรายละเอียด และจัดหา การประกอบการติดตั้ง และการทดสอบบานประตูพร้อมเครื่องยก รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย

- 1) งานประตูน้ำ (GATE VALVE)
- 2) งานประตูระบายทราย (SAND SLUICE GATE)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ และเสนอแบบรายละเอียดการติดตั้ง พร้อมรายการคำนวณของบานระบายทรายและเครื่องยก พร้อมแบบรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้ง ยื่นต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานภายใน 45 วัน นับแต่วันลงนามในสัญญา เพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ความเห็นชอบก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการก่อสร้างใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานนี้

### 10.10.2 งานบานระบายและเครื่องก้ว้น

ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างทำการผลิตและจัดหาอุปกรณ์และติดตั้ง บานระบาย และเครื่องก้ว้น ของอาคารฝาย (Weir) ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องผลิตบานระบาย และเครื่องก้ว้น พร้อมจัดหาอุปกรณ์และติดตั้งให้ได้ตามแบบที่กำหนด ถูกต้องตรงตามมาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง และอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เมื่อการติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องทำการทดลอง ปิด-เปิด เพื่อทดสอบสภาพการใช้งาน การรั่วซึมตามข้างบาน ถ้ามีความคลาดเคลื่อนหรือบกพร่อง จะต้องทำการแก้ไขและปรับแก้ให้ถูกต้อง สามารถใช้งานได้ สมบูรณ์ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

เนื่องจากแบบมาตรฐานบางแบบ ผู้รับจ้างไม่อาจหาซื้อเหล็กรูปพรรณที่กำหนดไว้ในแบบได้ ผู้รับจ้าง อาจเปลี่ยนใช้เหล็กรูปพรรณที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบันได้ ถ้าหากเหล็กรูปพรรณนั้นมีลักษณะและคุณสมบัติ เทียบเท่าและเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. หรือ มาตรฐานต่างประเทศที่เชื่อถือได้ โดยขออนุมัติจากวิศวกร ควบคุมการก่อสร้างก่อน

เกลียว (Screw threads) และ Gear teeth และอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ ให้เปลี่ยนเป็นไปตามแบบ มาตรฐาน มอก.ได้ ถ้าในแบบกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น โดยคำนึงว่า ความแข็งแรงของชิ้นส่วนนั้นต้องไม่ต่ำกว่า ที่กำหนดไว้ในแบบ

#### (1) วัสดุที่ใช้ (Materials)

วัสดุต้องเป็นวัสดุใหม่ โดยพิจารณาถึงความแข็งแรง ความเหนียว (Ductility) และความเหมาะสมกับงานวิศวกรรม และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า

วัสดุชิ้นส่วน ส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างไม่ได้ผลิตเอง ผู้รับจ้างต้องซื้อจากผู้ผลิตที่มี ชื่อเสียงเชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานราชการ

วัสดุที่จะนำมาสร้างและประกอบเป็นบานระบายและเครื่องก้ว้นจะต้องมีคุณภาพตาม มาตรฐานวัสดุแต่ละชนิดที่กำหนดไว้ข้างต้น

#### (2) การควบคุมการผลิต

(ก) ชิ้นงานจะต้องเป็นฝีมือคุณภาพชั้นหนึ่ง มีความเรียบร้อย ถูกต้องตามมาตรฐานงานช่าง ชิ้นส่วนประกอบที่เหมือนกันจะต้องสามารถสับเปลี่ยนแทนกันได้

(ข) วัสดุที่จะใช้ในงานนี้ เช่น เหล็กรูป เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ท่อเหล็ก ฯลฯ จะต้องอยู่ในลักษณะ ที่เรียบร้อยไม่คดหรือโค้งงอหรือเป็นตำหนิ การตัดชิ้นส่วนจะต้องทำด้วยความปราณีตละเอียด ถูกต้องตาม แบบ การตั้งมุมจะต้องเป็นมุมฉากโดยแท้จริง ระยะต่าง ๆ ในการตัดหรือเจาะรูต้องใกล้เคียงหรืออยู่ในพิสัยที่

ยอมรับได้ (Tolerance) ความไม่เรียบรอยอันเกิดจากการตัดหรือเจาะรู จะต้องขจัดออกไปให้เรียบรอย 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 เพื่อตรวจสอบความเรียบรอยและความถูกต้องก่อนที่จะทำการทาสีต่อไป

ช่างเชื่อมที่ถูกมอบหมายให้ปฏิบัติงานเชื่อมจะต้องผ่านการทดสอบ การเชื่อมตามมาตรฐาน AWS “Standard Qualification Procedure”

ในการนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจสั่งให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อม โดยวิธีการไม่ทำลายได้ตามมาตรฐานของ ASME

(ง) การเจาะรูเพื่องานยึดด้วย Bolts ทุก ๆ รูจะต้องทำด้วยความละเอียดถูกต้อง เพื่อความสะดวกในการสอดใส่ตัว Bolts รอยเจาะรูที่ไม่เรียบรอย มีเศษเหล็กติดอยู่ จะต้องขจัดออกให้เรียบรอยพื้นที่ที่จะต้องยึดด้วย Bolts จะต้องทาสีกันสนิมไว้เสียก่อน การสอดใส่ตัว Bolts จะต้องทำด้วยความสะดวก ห้ามใช้ค้อนตอกหรือเคาะ Bolts ที่ใช้สำหรับงานนี้ ให้ใช้ชนิดหัวหกเหลี่ยมพร้อมแป้นเกลียว ให้เกลียวมาตรฐาน (Standard Whitworth Thread) และใช้แหวนรอง (Washers) ที่เหมาะสม Bolts และ Nuts ที่ใช้ในการขันจะต้องแข็งแรงและคงทนเพื่อยึดชิ้นส่วนที่ต้องการให้ติดกัน 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 โก่ง งอ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังระยะ (Dimensions) พิกัดความเผื่อ (Tolerances) ระยะช่องว่าง (Clearance) ที่กำหนดไว้ในแบบ ให้ถูกต้อง ก่อนที่จะทำการประกอบเข้าด้วยกัน และหลังจากที่ได้ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน จะต้องได้รับการตรวจสอบและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

การควบคุมคุณภาพการผลิต จะต้องอยู่ในความดูแลของวิศวกรผู้ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกล หรืออุตสาหกรรมที่ไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกร และมีหนังสือรับรองว่า เครื่องก๊วนบานระบายใช้วัสดุผลิตตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง มีขนาดและรูปร่างถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดและให้รับรองการผลิตครั้งนี้เพื่อใช้ในการงานโครงการนี้

### (3) การติดตั้ง

บานระบายและเครื่องก๊วนจะต้องประกอบและติดตั้งให้ตรงกับตำแหน่งที่แสดงรายละเอียดไว้ในแบบ หรือตามคำแนะนำและเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

Anchor Bolts หรือเหล็กประกอบชนิดอื่นๆ ที่จะต้องฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตของอาคาร จะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการในขณะเทคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ในกรณีที่ทำการ Blockout เนื้อคอนกรีตไว้ก่อน ให้ทำความสะอาดในช่อง Blockout และทำให้ชุ่มน้ำ ก่อนทำการ Grout ด้วย Non-Shrink Mortar อย่างน้อย 12 ซม.

บานระบายและเครื่องก๊วนก่อนนำมาทำการติดตั้ง จะต้องได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อยจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนว่า ไม่มีความเสียหายเนื่องจากการผลิตและการขนส่ง เช่น การโค้งงอ แตกหรือหักงอ เป็นต้น ความเสียหายซึ่งเกิดขึ้น จะต้องได้รับการ ซ่อมแซมหรือปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนนำไปติดตั้ง

### (4) การทาสี (Painting)

ผู้รับจ้างต้องยื่นข้อเสนอการทาสี รวมทั้งสี (Color) และคุณภาพของสี เวลาและวิธีการทาสี เพื่อขอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนดำเนินการ

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

ให้เว้นระยะทาสี 15 เซนติเมตร จากรอยต่อสำหรับการเชื่อมในสนามแล้วจึงทาสีภายหลังเมื่อทำการเชื่อมในสนามแล้ว

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

| ชิ้นงาน                                                                      | การเตรียมผิว                             | การทาสีที่โรงงาน                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| บานระบาย หรือส่วนต่างๆ<br>ที่จมน้ำทั้งหมดหรือบางส่วน                         | SSPC - SP10 Near white blast<br>cleaning | ทาสีรองพื้นด้วย Mastic Epoxy Primer<br>(Aluminum) และทาสีด้วยสี Mastic<br>Epoxy (Color) เมื่อสีแห้งครั้งสุดท้าย<br>หนาไม่น้อยกว่า 0.4 มม.            |
| โครงสร้างและส่วนอื่นที่ทำด้วย<br>เหล็กกล้าที่ไม่จมน้ำภายในและ<br>ภายนอกอาคาร | SSPC - SP10 Near white blast<br>Cleaning | ทาสีรองพื้น Zinc-filled Inorganic<br>Silicate Primer 1 ครั้ง ทาสี<br>Polyamide Epoxy 1 ครั้ง มีความ<br>หนาเมื่อสีแห้ง ไม่น้อยกว่า 75<br>micron/ครั้ง |

(5) การชุบด้วยสังกะสี (Galvanizing)

การชุบสังกะสีต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ปราศจากฟองอากาศ ผิวเรียบ ความหนาของผิว  
สังกะสีไม่น้อยกว่าปริมาณสังกะสี 350 กรัม/ตารางเมตร และทนทานผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM-  
A153 การชุบสังกะสีกระทำได้ต่อเมื่อชิ้นส่วนนั้นผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(6) การประทับตราบานระบายและเครื่องกว้น

บานระบายและเครื่องกว้นทุกชิ้น ให้ผู้รับจ้างทำการประทับตราคำว่า “เป็นสมบัติของกรม  
พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน” ขนาดตัวหนังสือหรือรูปแบบที่จะใช้ ให้คณะกรรมการตรวจการ  
จ้างเป็นผู้กำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอแนะให้คณะกรรมการตรวจการจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการ  
ประทับตราดังกล่าว

## 10.11 ประตูน้ำ (GATE VALVE)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งประตูน้ำ (Gate Valve) ประเภทก้านไม่ยก (Non-Rising) ชนิดแหวน  
รองลิ้นโลหะ (Metal Seated) ขนาดตามที่ระบุในแบบพร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุดจำนวน 1 ชุด ประตูน้ำ  
จะต้องมีขนาด รูปร่าง และตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องออกแบบรายละเอียด  
เพิ่มเติมในส่วนที่จำเป็น โดยจะต้องเสนอแบบรายละเอียดและใบรับรองของบริษัทผู้ผลิต ตลอดจนขั้นตอน  
ของวิธีการดำเนินการต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่ออนุมัติเสียก่อน จึงจะดำเนินการประกอบและติดตั้ง  
ได้

ประตูน้ำ (Gate Valve) ดังกล่าวจะต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.256-2540)  
หรือเทียบเท่า ซึ่งผู้รับจ้างต้องส่งแบบรายละเอียดตลอดจนแคตตาล็อกแสดงรายละเอียดทางเทคนิค และต้อง  
แจ้งชื่อผู้ผลิตของอุปกรณ์ทุกชิ้นให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ให้ความเห็นชอบก่อน เมื่อได้รับความเห็นชอบ  
แล้วผู้รับจ้างจึงสามารถจัดหาและติดตั้งได้

### 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) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างของกรมฯ ก่อนนำมาใช้

ผิวภายในทั้งหมดที่เป็นเหล็กหล่อต้องเคลือบด้วย Liquid Epoxy ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal Tar ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C210 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบรวม (เมื่อแห้ง) ไม่น้อยกว่า 100 ไมครอน Liquid Epoxy ชนิดไม่มีส่วนผสมของ coal tar ที่ใช้ต้องเป็นสีฟ้า (Blue) หรือหากเป็นสีอื่นต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อนนำมาใช้

### 10.11.2 การทำเครื่องหมาย (Markings)

ประตูน้ำแต่ละตัวต้องมีเครื่องหมายหล่อเป็นตัวนูนบนฝาครอบตัวเรือนหรือตัวเรือนดังนี้

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

อักษรหรือเครื่องหมายตามที่กล่าวข้างต้นต้องมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 15 มม. และนูนไม่น้อยกว่า 3 มม.

ที่แป้นประแจขันและพวงมาลัยจะต้องมีเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางการ “เปิด หรือ ปิด” หรือทั้งสองอย่างพร้อมตัวหนังสือกำกับเป็นตัวนูน

### 10.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานเหล็กฉากช่อง Groove เหล็กบันไดลิง เหล็กแผ่นอาบสังกะสี งานเหล็กกลม งานท่อเหล็ก และเหล็กรูปพรรณอื่นๆ ให้วัดปริมาณงานเป็นน้ำหนักในหน่วยกิโลกรัม หรือหารรวมตามหน่วยที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคา ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการออกแบบ จัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้งค่าเคลือบสี ค่าทดสอบ และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามทีระบุในแบบ

(2) ท่อเหล็กระบายอากาศ ราวกันดก ให้วัดปริมาณงานเป็นความยาวในหน่วยเมตร ตามที่กำหนดในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

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

(4) ฝาตะแกรงเหล็ก ตะแกรงดั๊กชยะ และส่วนประกอบ ให้วัดปริมาณงานเป็นชุด ตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ในราคาต่อหน่วยตามที่ตกลงไว้ในสัญญา โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ ค่าแรงประกอบและติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามที่ระบุในแบบ

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

หมวดที่ 11

งานท่อพีวีซี

## หมวดที่ 11 งานท่อพีวีซี

### 11.1 ทัวไป

ท่อพีวีซีที่ใช้เป็นท่อส่งน้ำของโครงการนี้ จะต้องเป็นท่อที่มีคุณภาพด้านการผลิตเป็นเยี่ยม ไม่บิดเบี้ยว แตกร้าว มีริ้วรอยขีดข่วน เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องได้รูปร่างตรงตามมาตรฐานการผลิต ยาวติดต่อกัน ไม่มีการรั่วซึมบริเวณรอยต่อท่อ และเมื่อนำไปประกอบเข้ากับอุปกรณ์ท่ออื่นๆ จะต้องสามารถเข้ากันได้เป็นอย่างดี ไม่มีการรั่วซึม

### 11.2 คุณสมบัติของท่อพีวีซี

#### 11.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้วท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.17-2532 ชั้นคุณภาพตามที่ระบุไว้ในแบบ

ท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง จะมีปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายธรรมชาติ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งภายในและภายนอกเท่ากันตลอดความยาว และอีกปลายท่อข้างหนึ่งเป็นท่อปลายบานทำหน้าที่เป็นหัวต่อ ทำจากท่อปลายธรรมชาติ โดยใช้ความร้อนขึ้นรูปเป็นหัวต่อท่อปลายบาน

ท่อต้องมีความยาวท่อนละ 4.00+0.03 เมตร มีลักษณะกลม ตรง มีความหนาสม่ำเสมอ พื้นผิวภายในและภายนอกเรียบ ไม่มีรอยตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน ปลายทั้งสองข้างมีหน้าตัดเรียบและตั้งฉากกับแนวแกนของท่อ

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

#### 11.2.2 ขนาดและมิติ

ขนาดและมิติของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยางต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 11.1 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ตารางที่ 11.1 ขนาด และมิติ ของท่อพีวีซีแข็งชนิดต่อด้วยแหวนยาง

| ขนาด<br>ท่อระบุ<br>(มม.) | เส้นผ่าน<br>ศูนย์กลาง<br>ภายนอก<br>ของท่อ<br>(มม.) | เส้นผ่าน<br>ศูนย์กลาง<br>ภายในท่อ<br>ต่ำสุด<br>(min.)<br>(มม.) | ความยาว<br>ช่วงหัวต่อ<br>(ปลายบาน)<br>(มม.) | ความหนาของผนังท่อ<br>ช่วงปลายเรียบ |                     |                      | ความหนาของผนังท่อ<br>ช่วงหัวต่อ |                     |                      |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
|                          |                                                    |                                                                |                                             | PVC<br>5<br>(มม.)                  | PVC<br>8.5<br>(มม.) | PVC<br>13.5<br>(มม.) | PVC<br>5<br>(มม.)               | PVC<br>8.5<br>(มม.) | PVC<br>13.5<br>(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 สามารถเบี่ยงเบนเป็นมุมได้  
ไม่ต่ำกว่า 3 องศา
3. มิติต่างๆ เป็นมิลลิเมตร นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

### 11.3 อุปกรณ์ท่อ

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

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

อุปกรณ์ข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับท่อพีวีซี ต้องผลิตตามมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค และงานของการประปาส่วนภูมิภาค 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 “AISI Welded Carbon Steel Pipe” หรือ
- JIS G 3101, “Hot Rolled Steels for General Structures” Class SS 400

ขนาดและมิติต่างๆ ของอุปกรณ์ท่อให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แบบมิได้กำหนดไว้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบเพื่อขอรับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

### 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 ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- ผู้รับจ้างจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับขนาดท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อท่อ
- ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ว่าไม่แตก รั่ว ชำรุดเสียหาย ก่อนนำไปวางในร่องดิน ท่อหรืออุปกรณ์ที่แตกชำรุดห้ามใช้ในการวางท่อ
- ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อพีวีซีพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ประตุน้ำ ประตูระบายอากาศ (ถ้ามี) ข้อลด และข้อโค้ง ฯลฯ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะให้ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาการ
- การตัดท่อให้ยาวพอเหมาะกับระยะทาง ผู้รับจ้างจะต้องตัดปลายท่อด้วยความระมัดระวัง และเรียบร้อย การตัดและแต่งปลายท่อให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- การวางท่อตลอดถนนตามจุดที่กำหนดในแบบ หรือจุดที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนกำหนด ให้เทคอนกรีตเสริมเหล็กหุ้มท่อ หรือใช้ท่อปลอกเหล็ก ให้มีความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หรือ ตามข้อกำหนดของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนน หรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้แล้วแต่กรณี นอกจากนั้นแล้ว ต้องปฏิบัติตามระเบียบของเจ้าของกรรมสิทธิ์ถนนอย่างเคร่งครัด

### (2) การขุดดินและการกลบดินตามแนวท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องขุดร่องดินวางท่อให้มีความลึกและกว้างไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ สำหรับการวางท่อและการติดตั้งอุปกรณ์ ให้ดำเนินการตามแบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรมและคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างอย่างเคร่งครัด
- การขุดร่องดินเพื่อวางท่อ จะต้องให้เรียบที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการใช้เครื่องจักรขุด ซึ่งอาจจะต้องใช้แรงคนและเครื่องมือขนาดเล็กในการขุดแต่งให้เรียบ
- การขุดร่องดินในบางกรณี เช่นการขุดดินลึกใกล้กับสิ่งก่อสร้างอื่นๆ หรือการขุดร่องดินบริเวณดินอ่อน อาจจะต้องติดตั้งระบบป้องกันดินพังที่มีความปลอดภัยเพียงพอ เช่น เข็มพีดกันดิน (Sheet Pile) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- ดินที่ขุดขึ้นจากร่องดิน ผู้รับจ้างต้องกองไว้ข้างร่องดิน โดยมีระยะห่างร่องดินพอสมควร ซึ่งดินจะไม่ร่วงหล่นลงในร่องดินได้ และไม่เป็นกีดขวางทางจราจร

(3) การประกอบและวางท่อ

- ก่อนทำการวางท่อ ผู้รับจ้างจะต้องกำจัดของแข็งต่างๆ เช่น หิน อิฐ และรากไม้ เป็นต้น ออกให้หมด แล้วทำการปรับพื้นรองดินให้แน่นและมีผิวหน้าเรียบตลอดความยาวของท่อ การทำฐานรองรับท่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในกรณีต่างๆ ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบ รายการรายละเอียดด้านวิศวกรรม และคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- หากจำเป็นจะต้องตัดท่อพีวีซี ให้ตัดโดยใช้ใบเลื่อยที่มีฟันละเอียด การตัดจะต้องให้แนวท่อที่ตัดทำมุมฉากกับแกนท่อ หลังจากตัดท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องตกแต่งผิวที่ตัดให้เรียบโดยใช้ตะไบแต่งปลายท่อเป็นมุมเอียงประมาณ 15 องศา นับจาก  $\frac{1}{2}$  ของความหนาท่อ
- ให้ทำความสะอาดผิวภายในด้านปากกระบังบริเวณที่จะใส่แหวนยางและผิวด้านนอกของท่อ ด้านที่จะสวมโดยใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำเช็ดแล้วปล่อยให้แห้ง เมื่อแห้งสะอาดดีแล้วให้ใส่แหวนยางเข้าไปโดยบีบแหวนยางให้เป็นรูปหัวใจและจัดแหวนยางให้เข้าร่องเรียบร้อย หลังจากนั้นให้น้ำยาหล่อลื่น (Pipe Lube) บริเวณปลายท่อด้านที่จะสวมเข้ากับแหวนยาง แล้วทำการดันต่อท่อเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องมือช่วยเช่น เครื่องดึง (Puller) หรือคานงัดปลายท่อ (Lever) แต่ถ้าเป็นท่อขนาดเล็กกว่า 200 มิลลิเมตร อาจจะต่อโดยไม่ใช้เครื่องมือช่วยก็ได้
- หลังจากเชื่อมต่อแล้ว จะต้องตรวจสอบว่าแหวนยางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ โดยการใช้แผ่นโลหะบางๆ (Check Plate) เสียบเข้าไปโดยรอบท่อ ซึ่งระยะของแผ่นโลหะที่เสียบเข้าชนขอบแหวนยางในแต่ละครั้งควรจะได้ระยะเท่ากันหรือใกล้เคียงกันทุกครั้ง
- หลังจากเสร็จสิ้นงานต่อท่อในแต่ละวัน ควรหาวัสดุมาหุ้มท่อปิดปลายท่อด้านที่เปิดไว้ เพื่อป้องกันมิให้น้ำ ดิน ฝุ่นละออง เศษขยะ หรือสัตว์ต่างๆ เล็ดลอดเข้าไปในท่อซึ่งได้วางไว้แล้ว
- ก่อนทำการกลบดินต้องทำการตรวจสอบความดันน้ำตามข้อ 11.4

(4) แนวท่อและระดับของท่อ

- ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอ โดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้นหรือกดทอลงโดยกระทันหัน
- การวางท่อต้องให้ได้แนวตรง สำหรับการเบี่ยงเบนแนวท่อสำหรับข้อต่อแบบต่างๆ อาจจะกระทำได้แต่ต้องไม่เกินข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้
- แม้ว่าท่อพีวีซีจะมีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี แต่เมื่อต้องการจะเปลี่ยนทิศทางของท่อ ควรใช้ข้อต่อแบบต่างๆ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดงอท่อเป็นอันตราย
- การวางท่อที่ขนานกัน ห้ามวางซ้อนกัน และให้วางห่างจากท่อข้างเคียงให้มากที่สุดตามสภาพพื้นที่นั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ให้ผู้รับจ้างทำความเข้าใจกับผู้ว่าจ้างในอันที่จะแก้ไขดัดแปลงหรือย้ายแนวท่อไปวางในที่ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดี

(5) การกลบดินตามแนวท่อ

- เมื่อได้ทดลองความดันน้ำแล้ว โดยไม่ปรากฏมีรอยรั่วและท่อไม่แตกหรือชำรุด จึงจะทำการกลบดินให้เรียบร้อย ดินที่เหลือให้เฉลี่ยพูนไว้บนรองดินทั้งหมด หรือนำไปกองไว้ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะกำหนดให้ ขยะหรือมูลฝอยต่างๆ ห้ามใช้ในการกลบรองดิน

- ในการกลบดิน ผู้รับจ้างจะต้องอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่น และระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้แล้ว

## 11.6 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

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

(3) งานข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับท่อพีวีซี เช่น ข้อต่อ Gibault, รั้วแยกเหล็กสำเร็จรูป และอุปกรณ์เหล็กหล่ออื่นๆ วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุดตามที่กำหนดในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งให้ 60% ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งท่อถึงสถานที่ก่อสร้างแล้ว และ 40% ของราคาต่อหน่วยเมื่อติดตั้งและทดสอบชิ้นงานแล้วเสร็จ โดยรวมค่าใช้จ่ายในการจัดหาชิ้นงาน ค่าขนส่ง ค่าประกอบติดตั้ง และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 12

งานท่อเหล็ก

## หมวดที่ 12 งานท่อเหล็ก

### 12.1 ทัวไป

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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จะใช้ในงานก่อสร้างขนาดต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อสร้างให้แล้วเสร็จสมบูรณ์โดยที่วัสดุของอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ มีคุณภาพดีและมีมาตรฐานเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในข้อ 12.2 อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ทุกชนิดก่อนเริ่มดำเนินการจัดซื้อและผลิตจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนดำเนินการ การปฏิบัติงานทุกขั้นตอนของผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสงวนสิทธิ์ที่จะเข้าทำการตรวจสอบและควบคุมการทำงานได้ตลอดเวลา ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือแก่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเข้าไปตรวจสอบ

ในกรณีที่งานท่อเหล็กไม่ได้แสดงไว้ในแบบผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรูปแบบเสนอให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ความเห็นชอบก่อนการปฏิบัติงาน

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

อุปกรณ์ท่อเหล็กจะต้องผลิตจากบริษัทซึ่งมีประสบการณ์ในการผลิตท่อเหล็กเหนียว (MILD STEEL PIPE) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และแรงดันน้ำในการออกแบบไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัม/ ตารางเซนติเมตร

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอซื้อบริษัท หรือห้างหุ้นส่วน หรือผู้รับจ้างเอง เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กให้กับผู้รับจ้างนำไปใช้งานก่อสร้างมาพร้อมกับยื่นซองประกวดราคาเพื่อให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาให้ความเห็นชอบด้วย

### 12.2 มาตรฐาน

วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก วิธีการผลิต และการทดสอบคุณภาพจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้ หรือมาตรฐานอื่นๆ เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าดีกว่า หรือเทียบเท่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

|      |   |                                                |
|------|---|------------------------------------------------|
| 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

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

### 12.4 วัสดุ

#### 12.4.1 ทัวไป

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

#### 12.4.2 วัสดุสำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็ก

วัสดุอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ ให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

| อุปกรณ์              | มาตรฐาน                 |
|----------------------|-------------------------|
| ท่อเหล็ก ท่ออ        | 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

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กผู้รับจ้างจะต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างให้ได้ทราบถึงสถานที่หรือโรงงานผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในงานก่อสร้างพร้อมทั้งจัดส่งใบรับรองผลการทดสอบทางด้านเคมีและฟิสิกส์ของวัสดุที่จะใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุภายในเวลา 30 วัน หลังจากผู้รับจ้างได้ลงนามในสัญญารับการประมูลการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาใบรับรองผลการทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตวัสดุได้ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อยืนยันว่าวัสดุที่คุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดให้โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

### 12.5.1 การม้วนท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนแผ่นคลีของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็ก แผ่นงาน และวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ม้วนท่อ (ไม่อนุญาตให้ใช้ม้วนทุบในการม้วนท่อเหล็ก) เสนอความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อนเริ่มดำเนินการ มาตรฐานความยาวของท่อเหล็กแต่ละท่อนจะต้องไม่สั้นกว่า 3.0 เมตร

### 12.5.2 การเชื่อม

การเชื่อมจะต้องเชื่อมด้วยวิธี SHIELD METLS 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 ห้ามทำการเชื่อมในเวลาที่ฝนตกหรือบรรยากาศมีความชื้นจัด นอกจากจะมีวิธีป้องกันที่เหมาะสม

ก่อนทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ที่ต้องการเชื่อมให้สะอาดเสียก่อนไม่ให้มีรอยเปื้อน ของ สีสันนิม คราบน้ำมันและสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกให้หมดก่อนทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายกับผู้เชื่อมและผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียง การประกอบชิ้นส่วนของงานเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมนั้น ชิ้นส่วนของงานนั้นๆ จะต้องทำการยึดไว้ให้แข็งแรงเพื่อป้องกันไม่ให้แนวเชื่อมเกิดการบิดเบี้ยว ถ้าหากมีการเชื่อมทับเป็นชั้นๆ จะต้องใช้แปลงลวดขัด SLAG บนผิวดินที่ได้เชื่อมไว้ก่อนทำการเชื่อมทับชั้นต่อไป

การผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กด้วยการเชื่อมควรจัดทำจากโรงงานด้วย AUTOMATIC WELDING MACHINE และพยายามลดงานเชื่อมในสนามด้วยการใช้ช่างเชื่อมให้น้อยที่สุด งานเชื่อมบางชิ้นไม่อาจใช้ AUTOMATIC WELDING MACHINE ในโรงงานได้ จะต้องขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน ดำเนินการ สำหรับงานเชื่อมต่อวางท่อที่โครงการตามแบบก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องจัดการขุดร่องดินให้ลึก และกว้างเพียงพอที่ช่างเชื่อมและเครื่องเชื่อมทำงานได้สะดวก ภายหลังจากการตรวจสอบและทดสอบงานเชื่อมเคลื่อน และทาสีท่อบริเวณเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องกลบอัดดินให้แน่นตามแบบก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพของแนวเชื่อม (WELD QUALITY CONTROL) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อไปนี้ อันเป็นวิธีจะทำให้แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

- (1) ผิวงานส่วนที่จะเชื่อมจะต้องปราศจากสนิม สี จารบี น้ำมัน และอื่นๆ
- (2) ในการบากงานสำหรับแนวต่อชนแบบร่อง จำเป็นจะต้องเว้นระยะห่างระหว่างชิ้นงานที่แนวเชื่อมส่วนล่าง (ROOT OPENING) ให้พอเหมาะกับความหนาของชิ้นงาน

- (3) ถ้าการต่อเป็นแบบที่มีระยะห่างของแนวเชื่อมต่อมากกว่า 1.5 มม. ขนาดของแนวเชื่อมแบบ FILLET จะต้องเท่ากับขนาดที่กำหนดให้ บวกระยะห่างของแนวต่อด้วย
- (4) ในกรณีที่ต้องการ การ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE จะต้องการทำให้ได้ อุณหภูมิตามที่กำหนด
- (5) ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องมีส่วนผสมที่เข้ากับโลหะชิ้นงานได้ หรือใช้ลวดเชื่อมตามที่กำหนดให้
- (6) จะต้องทำตามวิธีการเชื่อมที่ถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการใช้ชนิดของลวดเชื่อม ขนาดลวดเชื่อม ตลอดจนอุณหภูมิในการ PREHEAT หรือ INTERPASS TEMPERATURE ที่ถูกต้อง
- (7) แนวเชื่อมยึดใด ๆ 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) ความนูนของแนวเชื่อมไม่ควรเกิน 1.5 มม. สำหรับการเชื่อมด้วยมือ
- (14) การแห้ว (UNDER-CUT) ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับแนวเชื่อมที่ต้องการรับแรงสูง
- (15) แนวเชื่อมแบบร่องเปิด (ROOT OPENING) จะต้องมีการละลายตลอดแนวหน้าตัดไม่ว่าเชื่อมนั้นๆ จะใช้แผ่นประกบหลัง (BACKING) หรือไม่ก็ตาม
- (16) แนวเชื่อมที่ตรวจพบว่ามีสแลก (SLAG) หรือความไม่เรียบร้อย อยู่ภายใน จะต้องเซาะออกจนหมด และทำการเชื่อมใหม่ แต่ถ้าสแลกหรือจุดบกพร่องนี้น้อย อาจเป็นที่ยอมรับได้
- (17) การแตกร้าวใต้แนวเชื่อม ซึ่งตรวจพบด้วยการทดสอบแบบชิ้นงานไม่ถูกทำลาย (NON DESTRUCTIVE TESTING) จะต้องเซาะออก (GOUGED OUT) แล้วทำการเชื่อมใหม่
- (18) งานทุกงานควรวางให้อยู่ในตำแหน่งท่าราบ ถ้าเป็นไปได้
- (19) ช่างเชื่อมอาจจะต้องทดสอบใหม่ถ้าผู้ตรวจหรือผู้ให้คำแนะนำสงสัยในผลงานเชื่อมของเขา

### 12.5.3 การทดสอบรอยเชื่อม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะทำการทดสอบประสิทธิภาพรอยเชื่อมในระหว่างที่ทำการผลิต การทดสอบจะประกอบด้วย การทดสอบแรงดึงของรอยเชื่อม (Reduced-suction Tension Test) และการทดสอบการดัดงอของรอยเชื่อม (Guided-bend Test)

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่นแล้ว วิธีทดสอบ การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสินจะถือปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C200 Sub-section 3.3.5

## 12.6 การเคลือบและทาสี

### 12.6.1 ทัวไป

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

ก่อนการเคลือบและทาสี วัสดุที่นำมาใช้จะต้องจัดการผสมส่วนให้ถูกต้องเรียบร้อยและกวนให้เข้ากันดี การเคลือบและการทาสีแต่ละชั้นจะต้องทิ้งไว้ให้แห้งเสียก่อนจะทำการเคลือบหรือทาสีชั้นต่อไป สิ่งสกปรกต่าง ๆ และความชื้นจะต้องกำจัดออกไปเสียก่อน การใช้ทินเนอร์ผสมสีไม่ว่ากรณีใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นการล่วงหน้า

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในบรรยากาศ และอุณหภูมิขณะทำงานเคลือบและทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ อาทิเช่น โลหะ มีอุณหภูมิต่ำกว่า  $10^{\circ}\text{C}$  ความชื้นในบรรยากาศสูงหรือขณะฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องทำการเป่าโลหะด้วยอากาศร้อน หรือความร้อนให้กับชิ้นโลหะนั้นๆ หรือใช้วิธีที่เหมาะสมอื่นๆ การเคลือบและทาสีจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดตุ่มฟองอากาศ สีฟอง เป็นรูพรุน หรือรอยสีย่นบนผิวของสีที่ทา หรือเคลือบไว้

บริเวณ 3 เซนติเมตร ของปลายท่อเหล็กที่จะต้องการเชื่อมต่อในสนามจะไม่มีเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น และถัดไปอีก 12 เซนติเมตร จะต้องทาสีรองพื้นเท่านั้น ภายหลังการเชื่อมในสนามเสร็จแล้วจึงจะเริ่มทำการเคลือบและทาสีตามวิธีข้อ 12.6.3 และ 12.6.4

การเคลือบและระยะเวลาระหว่างการเคลือบสีแต่ละชั้น ต้องกระทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสี วิธีการเคลือบ อาจใช้แปรงทาสี หรือเครื่องพ่นสีแบบไร้อากาศ (AIRLESS)

## 12.6.2 การทำความสะอาดผิวโลหะ

### (1) การทำความสะอาดผิวโลหะที่โรงงาน (WORKSHOP)

การทำความสะอาดผิวโลหะที่จะทำการเคลือบ และทาสีควรใช้วิธีพ่นขัดผิวด้วยเม็ดทรายหรือเม็ดเหล็ก (SAND OR STEEL GRIT BLASTING) ผิวของโลหะหลังจากการพ่นขัดแล้ว จะต้องมีความเรียบตรงกับ 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

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

### (1) การเคลือบภายนอก

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

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องเคลือบภายนอกที่โรงงานและจะต้องเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดของมาตรฐาน AWWA C203 ดังต่อไปนี้

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

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

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

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

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

สำหรับโครงการนี้ท่อเหล็กที่ฝังดินรอยต่อของท่อแต่ละท่อนจะใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น เมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จให้ปิดรอยเชื่อมโดยวิธีการเคลือบภายนอกท่อตามวิธีการข้างต้นนี้

## (2) ท่อฝังในเนื้อคอนกรีต

ท่อส่วนที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะไม่ทำการเคลือบสีใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากการเตรียมผิวให้สะอาดตามข้อ 12.6.2 แต่จะต้องเคลือบสีท่อชนิดเดียวกับส่วนที่อยู่นอกคอนกรีตเข้ามาในเนื้อคอนกรีตอย่างน้อย 15 ซม.

## (3) ท่อที่สัมผัสอากาศ

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

## (4) สำหรับท่อบางส่วนอยู่ใต้ดินและบางส่วนอยู่เหนือนดิน การเคลือบและทาสีให้ทำตามข้อ 12.6.4 (1)

### 12.6.5 การเคลือบและทาสีบริเวณรอยเชื่อมต่อที่โครงการ

ภายหลังจากการเชื่อมต่อที่บริเวณโครงการแล้ว ให้ทำความสะอาดผิวท่อ และรอยเชื่อมต่อให้เรียบร้อยโดยการขัดแปรงลวดเหล็ก กระดาษทรายหรือหินขัดมอเตอร์ ตามข้อ 12.6.2 (2) จากนั้นจึงทำการเคลือบสีภายในตามข้อ 12.6.3 และทำการเคลือบสีภายนอก ตามข้อ 12.6.4

### 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) หนาอย่างน้อย 0.15 มม. ก่อนทำการ GALVANIZED จะต้องทำความสะอาดวัสดุผิวเสียเสียก่อน บริเวณที่ทำการเชื่อมภายหลังทำความสะอาดแนวเชื่อมแล้วให้ทาสีด้วย GALVANIZED ทับแนวเชื่อมจนมีความหนาอย่างน้อย 0.15 มม.

## 12.7 การขนส่ง

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

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

ข้อควรระมัดระวังและจัดทำ การขนส่งอุปกรณ์ท่อเหล็ก

- การยกและวางอุปกรณ์ท่อเหล็ก ควรใช้เครื่องจักรกลยกขึ้นลง ตัวจับท่อควรเป็นสายพานที่มีหน้ากว้างเป็นตัวจับยึดท่อที่ยก โดยสัมผัสกับผิวท่อโดยตรง
- ระหว่างการบรรทุกขนส่ง ควรวางบนฐานไม้หน้ากว้าง ซึ่งหากเป็นรอยท่อลึกลงไปเนื้อไม้ และจับยึดอุปกรณ์มิให้เคลื่อนตัวได้ขณะขนส่ง ซึ่งอาจใช้ทรายหรือขี้เลื่อยบรรจุลงวางรองก็ได้
- ให้ใช้ไม้ค้ำยันข้างในปลายท่อทั้งสองเพื่อป้องกันมิให้อุปกรณ์ท่อเหล็กเสียรูปทรงขณะขนส่ง
- ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการขนส่ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ทันที
- การวางพักท่อที่โครงการก่อนนำไปก่อสร้าง ห้ามวางท่อซ้อนทับกันเพื่อความสะดวกในการตรวจวัดท่อก่อนนำไปก่อสร้าง

## 12.8 การก่อสร้างอาคารคอนกรีตยึดตรึงท่อเหล็ก

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

## 12.9 การซ่อมแซม

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

ในกรณีที่มียรอยตำหนิบนผิวของอุปกรณ์งานท่อเหล็ก อาทิเช่นรอยขรุขระ รอยร้าว รอยจากการบีบรัดหรือรอยเนื่องจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งมีความลึกจากผิวโลหะน้อยกว่า 2 มม. จะต้องทำการซ่อมแซม โดยการขัดรอยตำหนิออกเสียก่อนให้ดี แล้วจึงเชื่อมพอกทับรอยตำหนินั้นๆ แล้วจึงขัดด้วยเครื่องหินขัดให้มีผิวเสมอเรียบกับแผ่นผิวโลหะนั้นๆ

การซ่อมแซมด้วยการใช้หินขัด ขัดผิวส่วนที่เป็นรอยตำหนิออกนั้น รอยขัดจะต้องมีส่วนโค้งของรัศมีไม่น้อยกว่า 62 มม. ไม่ว่าผิวของวัสดุจะโค้งเข้าหรือออก การขัดควรพึงระมัดระวัง และป้องกันมิให้เกิดความเปราะกับเนื้อโลหะตรงบริเวณที่ขัดผิวเนื่องมาจากเกิดความร้อนสูงเกินไป ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการหลอมละลายด้วยความร้อนตรงบริเวณที่มีรอยตำหนิ

การซ่อมแซมงานเคลือบและทาสีของอุปกรณ์ท่อเหล็กที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการขนส่งหรือเกิดจากการจัดทำของผู้รับจ้างในโรงงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

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

## 12.10 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็ก

### 12.10.1 ทัวไป

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

การทดสอบอุปกรณ์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถใช้งานใช้งานได้ติดตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

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

แผนการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์ที่โครงการแสดงหมายกำหนดการ และระยะเวลาของการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแผนงานนี้ให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการเริ่มงานติดตั้งที่โครงการ

แผนงานดังกล่าวข้างต้นนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะพิจารณาเห็นชอบหรือไม่ ภายใน 14 วันหลังจากที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

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

แบบแปลน (SHOP DRAWINGS) สำหรับใช้ในการผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็กต่างๆ อาทิเช่น แบบแปลนแผ่นเคลือบของแผ่นเหล็กก่อนม้วนเป็นท่อ แบบแปลนการเตรียมแนวเชื่อมของแผ่นเหล็กแบบแปลนการตัดต่อท่อเหล็ก แบบแปลนผลิต EXPANSION JOINTS, ท้องอ (MITER BENDS) ฯลฯ แผนงานและวิธีการ พร้อมด้วยชนิดของเครื่องจักรกล เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต เครื่องมือในการตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ทั้งในโรงงานและที่โครงการ ชนิดของสี และสารเคลือบ วิธีการเตรียมงานก่อนการเชื่อมและทาสี ชนิด

ของลวดเชื่อมการเก็บรักษาลวดเชื่อม ฯลฯ จะต้องผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน เริ่มดำเนินการทุกครั้ง และถึงแม้ว่ากรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจะให้ความเห็นชอบดังกล่าวแล้ว ผู้รับจ้างก็ยังคงต้องรับผิดชอบต่อการงานให้ได้ตามกำหนดของเอกสารนี้

การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ท่อเหล็กทุกชิ้นเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโดยมีผู้ตรวจสอบของผู้รับจ้างเอง ร่วมกับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเป็นพยานร่วมด้วย เอกสารรวบรวมการเก็บรายละเอียดของการตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานจะต้องส่งให้กับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจำนวน 2 ชุด ทุกๆ อาทิตย์หรือเร็วกว่านี้

## 12.10.2 การตรวจสอบและทดสอบที่โรงงาน

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็กรับแรงดันต่ำและสูง ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โรงงานดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพและคุณภาพของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตอุปกรณ์ท่อเหล็ก ผู้ตรวจสอบอาจตรวจสอบสภาพด้วยสายตา หรือขอเอกสารรับรองมาตรฐานการผลิตของวัสดุจากโรงงานผลิตวัสดุนั้นๆ ซึ่งผู้รับจ้างจัดหามาใช้งานหรือตรวจสอบชนิดของโลหะด้วยประกายไฟ (SPARK TEST) ด้วยการใช้ล้อหินขัดหมุนด้วยมอเตอร์ที่มีความเร็วอย่างน้อย 500 ฟุต/นาที ขัดผิวโลหะในที่ที่แสงสว่างไม่มากนัก ประกายไฟของเหล็กเหนียว (MILD STEEL) จะเป็นเส้นประกายสีเหลืองยาว บางครั้งมีลักษณะเหมือนส้อม ปลายสุดคล้ายลูกศร นอกจากนี้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ ถ้าสงสัยคุณภาพของวัสดุ

(ข) การทดสอบเครื่องมือเชื่อม ชนิดของเครื่องเชื่อม วิธีการเชื่อม และฝีมือช่างเชื่อม ชนิดและขนาดของลวดเชื่อมที่เหมาะสมกับงาน

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

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

(จ) การทดสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึม (LIQUID PENETRATION INSPECTION) ชนิด DYE PENETRANT อุปกรณ์ท่อเหล็กที่ได้ทำการเชื่อมแล้วทุกชิ้นจะต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีนี้ วิธีทดสอบขั้นแรกให้ทำความสะอาดผิวงานด้วยน้ำยาให้ทั่ว (CLEANER) จนสะอาดดีปราศจากวัสดุอื่นๆ แล้วจึงใส่น้ำยาแทรกซึมชนิด DYE PENETRANT ลงไปบนผิวของงานเชื่อมโดยตลอดแนว แล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ชั่วขณะหนึ่งให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปตามรอยร้าว แล้วจึงทำความสะอาดด้วยน้ำยา CLEANER อีกครั้ง ทิ้งไว้จนผิวหน้างานแห้งสนิทดีแล้ว ขั้นตอนต่อไปพ่นทับด้วยสาร DEVELOPER ก็จะพบจุดบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

(ฉ) ตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก ให้ทำการตรวจสอบวัดขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็ก เช่น ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นรอบวง ความยาวให้ได้ขนาด ตามแบบก่อสร้าง โดยมีพิภด

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 12.11 ตลอดจนตรวจสอบผิวงานที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องเสียหายในขณะผลิตอุปกรณ์ก่อนการนำไปเคลือบและทาสี

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

(ค) ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุที่จะใช้เคลือบและทาสี

(ง) ตรวจสอบการเคลือบและทาสี ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทาสี

(จ) ตรวจสอบความหนาของสีที่ทาเมื่อแห้งสนิทแล้ว ด้วยวิธี PINHOLE TEST ทั้งภายนอกและภายในแต่ละชั้นของสีที่กำหนดไว้ในข้อ 12.6

(ฉ) ตรวจสอบงานที่ได้ทำการซ่อมแซมแก้ไข

(ช) ตรวจสอบวิธีการดำเนินงานการขนส่ง

(ซ) ตรวจสอบมุมของท่อเหล็กงอ (MITER BENDS)

### 12.10.3 การตรวจสอบและทดสอบที่โครงการ

(1) อุปกรณ์ท่อเหล็ก ซึ่งจะต้องตรวจสอบและทดสอบที่โครงการดังนี้

(ก) ตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ท่อเหล็ก หลังจากการขนส่งจากโรงงานมาสู่โครงการ เป็นการตรวจสอบขนาดของท่อและตรวจสอบสภาพผิวท่อที่เคลือบ และทาสีไว้ทั้งภายในและภายนอกด้วยสายตา หากมีสิ่งใดเสียหายหรือบกพร่องผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซม หรือจัดหาใหม่

(ข) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อ จากบริเวณพักเก็บท่อที่โครงการไปยังบริเวณบ่อก่อสร้าง โดยไม่ให้ท่อได้รับความเสียหาย

(ค) ตรวจสอบระดับพื้นแนวร่องท่อ และขนาดของร่องท่อ ตลอดจนระดับของ BASE PLATE ให้ได้ขนาดและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

(ง) ตรวจสอบการนําน้ำรั่วรัวรองรับท่อให้มีเพียงพอ สำหรับการเตรียมแนววางท่อ ตลอดจนความแข็งแรงของนําน้ำรั่วรัวด้วย

(จ) ตรวจสอบวิธีการขนย้ายท่อลงในบ่อก่อสร้าง โดยมีให้ท่อเกิดความเสียหาย

(ฉ) ตรวจสอบการจับยึดตัวท่อให้มั่นคงก่อนการเชื่อม และตรวจสอบแนวระดับท่อให้ได้ตามแบบก่อสร้าง

(ช) ตรวจสอบการวางท่อให้แนวเชื่อมตามยาวของท่ออยู่ส่วนบนของท่อ และให้แนวเชื่อมตามยาวท่อแต่ละท่อนสลับกันไม่ต่อเนื่องเป็นแนวเดียวกัน

(ซ) ตรวจสอบการทำความสะอาดแนวเชื่อมก่อนการเชื่อม

(ด) ตรวจสอบช่องว่างรอยต่อท่อที่จะเชื่อมเข้าด้วยกัน ให้มีความห่างเท่ากับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

- (ญ) ตรวจสอบโลหะปะกบด้านในของตัวท่อตรงรอยต่อท่อที่จะเชื่อมต่อกัน
- (ฎ) ตรวจสอบ ขนาด ความชื้น การเก็บรักษาลวดเชื่อม และชนิดของลวดเชื่อม
- (ฏ) ตรวจสอบสภาพของอากาศก่อนการเชื่อมให้เหมาะสมกับการทำงาน
- (ฐ) ตรวจสอบวิธีเชื่อม ภายหลังจากที่เชื่อมเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดแนวเชื่อม ตรวจสอบขนาดของแนวเชื่อม และผิวของแนวเชื่อมด้วยสายตา ถ้าหากมีจุดบกพร่องให้ทำการซ่อมแซมทันที
- (ฑ) ตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยน้ำยาแทรกซึมตามวิธีการตรวจสอบที่โรงงาน
- (ฒ) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อก่อนการทาสีรองพื้น บริเวณเชื่อมต่อกท่อเข้าด้วยกัน
- (ณ) ตรวจสอบการทาสีรองพื้นบริเวณเชื่อมในสนาม
- (ด) ตรวจสอบการทำความสะอาดผิวท่อนอกท่อทั้งหมด ตลอดแนวท่อนก่อนทำการเคลือบ และทาสีภายนอกท่อในสนาม สำหรับท่อที่สัมผัสกับอากาศ
- (ต) ตรวจสอบการเคลือบและทาสีท่อเหล็ก ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 12.6 แต่ละชั้น และตรวจสอบความหนาของสีที่ทาด้วยวิธี PINHOLE TEST
- (ถ) ตรวจสอบการรองทราย การบดอัดทรายใต้ท่อ และการถมบดอัดดินฝังท่อจนถึงระดับดินเดิม
- (ท) ตรวจสอบงานคอนกรีตยึดตรึงท่อ (CONCRETE ANCHOR BLOCK) ตามท้องอ (MITER BEND) ต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดตามแบบก่อสร้าง ตรวจสอบแนว และระดับของปลายท่อทั้งสองข้างของท้องอ ก่อนทำการเชื่อมต่อกับท่อ

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

การทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำต่อเมื่อท่อเหล็ก (PENSTOCK) ได้ติดตั้งและเชื่อมต่อกันเสร็จหมดแล้ว ตลอดความยาวทั้งระบบ ตลอดจน CONCRETE ANCHOR BLOCKS, PIPE SUPPORTS ได้ก่อสร้างและติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว อาคารคอนกรีตประกอบงานท่อ PENSTOCK จะต้องมียุ่ไม่น้อยกว่า 28 วัน อนึ่งในการทดสอบแรงดันน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาและจัดทำการป้องกันความเสียหายจากการทดสอบน้ำซึ่งแรงดันทดสอบสูงกว่าแรงดันของน้ำในการคำนวณออกแบบ อาทิเช่น ทำอาคารชั่วคราวรองรับท่อเหล็กตามจุดต่างๆ ที่เห็นสมควร หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างต้องการให้จัดทำขึ้น

วิธีทดสอบแรงดันน้ำให้เพิ่มแรงดันน้ำอย่างช้าๆ จนถึงแรงดันของน้ำภายในท่อที่ปลายท่อของจุดต่ำสุดก่อนเข้า POWER HOUSE มีแรงดันไม่น้อยกว่า 1.8 เท่าของ Static Head แล้วให้คงแรงดันน้ำทดสอบไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง แล้วจึงทำการตรวจสอบรอยรั่วตามตัวท่อเหล็กตลอดแนว ถ้าหาก

ตรวจพบรอยรั่วตามแนวท่อ ผู้รับจ้างจะต้องรีบทำการซ่อมแซมทันที และทำการทดสอบใหม่จนผลการทดสอบเป็นที่พอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

เครื่องมือและเครื่องจักรกลที่ใช้ในการทดสอบแรงดันน้ำในท่อเหล็ก อาทิเช่น เครื่องสูบน้ำเดิม 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) ของการเชื่อมต่อนั้นกัน ผลการทดสอบด้านน้ำยาแทรกซึมของรอยเชื่อม ตลอดจนรายงานส่วนที่พบการบกพร่องของงานเชื่อมแต่ละจุด และการซ่อมแซมจุดบกพร่องต่าง ๆ

รายงาน 2 ชุด ของรายละเอียดการจัดทำงานเชื่อมไปแล้ว จะต้องส่งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ทุก ๆ อาทิตย์ หรืออาจเร็วกว่านี้ และเมื่อเสร็จสิ้นงานเชื่อมทั้งหมดของงานอุปกรณ์ท่อเหล็กที่จัดทำที่โครงการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมรายละเอียดของงานเชื่อมทั้งหมดเย็บจัดทำเป็นรูปเล่มส่งมอบให้วิศวกรควบคุมงานอีกครั้ง

#### 12.10.5 อำนาจการตรวจสอบงานของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

การตรวจสอบผลงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้าง วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง หรือผู้แทนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อาจจะปฏิเสธชิ้นงานต่าง ๆ หรือบางส่วน ซึ่งผลของการตรวจสอบและทดสอบไม่ผ่านการทดสอบ หรือขนาดของอุปกรณ์ท่อเหล็กไม่ได้ขนาด ผิดเกินกว่าค่าพิสัยของความผิดพลาด ในการผลิตตามที่กำหนดไว้ในข้อ 12.11 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซมแก้ไขและผ่านการทดสอบหลังจากการซ่อมแซมแล้ว หรือจัดทำใหม่

#### 12.11 พิกัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผลิตที่ยอมรับได้

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

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

(3) ความแตกต่างของความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ วัดจากขอบแนวตรงกันข้ามของท่อแต่ละท่อน จะต้องไม่มากกว่า 0.05% ของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่กำหนดให้ตามแบบ

(4) ความคลาดเคลื่อนของการเตรียมแนวเชื่อม จะต้องไม่มากกว่าที่กำหนดให้ดังต่อไปนี้

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

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

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

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

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

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

(ช) ความยาวของแนวเชื่อมแบบ FILLET WELD จะต้องไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเชื่อมที่กำหนดให้

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

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

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

(7) ความยาว EXPANSION JOINT + 5 มม.

(8) ระยะความยาวระหว่างศูนย์กลาง CONCRETE PIER ผิดได้ไม่เกิน + 10 ซม.

(9) ความหนาของการเคลือบและทาสีผิดได้ไม่เกิน 5%

## 12.12 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

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

การวัดงานท่อเหล็ก จะวัดหรือคำนวณเป็นความยาวจริงตามแนวศูนย์กลางท่อเหล็ก

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

(3) งานหน้างานเหล็กเหนียว Mechanical Coupling (ถ้ามี) และอุปกรณ์สำหรับท่อเหล็กเหนียวอื่นๆ ให้วัดปริมาณงานเป็นชิ้นงานเหมารวมในหน่วยชุด ตามที่กำหนดในแบบหรือที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร ซึ่งประกอบด้วย งานเจาะรู งานตัด เชื่อม กลึง งานเคลือบสี ตามที่ระบุในแบบ การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60 % ของราคาต่อหน่วย เมื่อส่งชิ้นงานแล้วเสร็จถึงสถานที่ก่อสร้าง และ 40 % ของราคาต่อหน่วย เมื่อติดตั้ง เคลือบสี และทดสอบชิ้นงานแล้วเสร็จ โดยรวมค่าวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าแรงประกอบติดตั้ง ค่าเคลือบสี และอื่นๆ จนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 13

งานก่อสร้างอาคารคอนกรีต

## หมวดที่ 13

### งานก่อสร้างอาคารคอนกรีต

#### 13.1 การเตรียมสถานที่

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเตรียมสถานที่โดยปรับพื้นที่ เช่น การถางป่า ขุดตอ 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 หยาบ เหล็ก น้ำ ไม้แบบ เป็นต้น ขนาด คุณภาพ วิธีการทำงาน และการตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 - งานคอนกรีต

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

การถอดแบบหล่อคอนกรีต จะถอดไม้แบบหล่อคอนกรีตและไม้ ค้ำยันได้ต่อเมื่อได้ทั้งระยะเวลาหลังจากการหล่อคอนกรีตลงแบบเรียบร้อยแล้ว ไม่น้อยกว่าเวลาที่กำหนดไว้ดังนี้

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

การบ่มคอนกรีต เมื่อคอนกรีตมีผิวหน้าแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีให้น้ำรดให้เปียกชุ่มโดยตลอด และเมื่อถอดแบบหล่อด้านข้างออกแล้ว ให้ใช้กระสอบป่านชุบน้ำปกคลุมไว้ พร้อมทั้งต้องรดน้ำ

ให้กระสอบเปียกชุ่มอยู่เสมอเป็นเวลาติดต่อกันไม่น้อยกว่า 14 วัน ส่วนพื้นที่ให้ทำคันดินแบ่งออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ ทั่วไปโดยรอบและให้หล่อน้ำขังไว้พื้นสูงไม่น้อยกว่า 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 และไม้ก้นเกรา และอื่นๆ ตามมาตรฐานของกรมป่าไม้

คุณสมบัติของไม้

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

ขนาดไม้ใส่ปรุแต่ง

(ก) ตัวไม้ต่าง 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 | ใส่กบแล้วเหลืออย่างน้อย | $1\frac{3}{4}$   | นิ้ว |
| ขนาดหนา | $2\frac{1}{2}$ | นิ้ว | ใส่กบแล้วเหลืออย่างน้อย | $2\frac{1}{4}$   | นิ้ว |
| ขนาดหนา | 3              | นิ้ว | ใส่กบแล้วเหลืออย่างน้อย | $2\frac{11}{16}$ | นิ้ว |
| ขนาดหนา | 4              | นิ้ว | ใส่กบแล้วเหลืออย่างน้อย | $3\frac{5}{8}$   | นิ้ว |

### 13.3.3 การมุงหลังคา

#### (1) ทั่วไป

โครงหลังคาของอาคารโรงไฟฟ้า และอาคารต่างๆ ที่แบบเป็นโครงหลังคาเหล็ก ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

| รายการ                                                    | มาตรฐาน             |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|
| (ก) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น                      | มอก.1228            |
| (ข) เหล็กกล้าอะลูมิเนียมชนิดแผ่นหนา<br>แผ่นบาง และแผ่นแถบ | มอก. 528            |
| (ค) สลักเกลียว                                            |                     |
| (1) Mild Steel                                            | ASTM A 36, A 307    |
| (2) High Strength                                         | ASTM A 325          |
| (ง) ท่อเหล็กกล้า (Black Steel Pipe)                       | มอก. 276            |
| (จ) 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) มาตรฐานงานเชื่อมคุณภาพงานเชื่อม<br>คุณภาพลวดเชื่อม (Welding Rod) | AWS D 1.1<br>AWS D 5.1 หรือ AWA A 5.5              |
| (ข) มาตรฐานการกลึงเกลียว                                             | ISO Metric System,<br>Normal Series, Coarse Pitch. |

#### (3) วัสดุ

(ก) ให้ใช้กระเบื้องลอนคู่สี ชนิดไม่มีใยหิน มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก.1407-2540 ขนาด 0.50x1.20 ม.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 ได้ขันยึดด้วยสลักยึดแป้นเกลียว (Sag Rod) อย่างดีแล้ว และอยู่ในลาดและระนาบเดียวกัน

(ข) ตรวจทิศด้านทางลม ฝน ว่ามีมากทางใด เมื่อประเมินผลได้แล้วก็ตั้งต้นมุงสวนกับทิศทางลม เพื่อช่วยป้องกันฝนสาดเข้าทางลอนหางยได้พอดี

(ค) กระเบื้องที่ใช้มุงหลังคา ให้มุงทับกันไม่ต่ำกว่า 20 ซม. ยึดด้วยขอสลักเกลียวอาบสังกะสี มีแหวนอาบสังกะสีรองรับ

(ง) การตัดมุงกระเบื้อง จะต้องตัดด้วยเลื่อย และต้องรู้ว่าการมุงเริ่มจากซ้ายไปขวา หรือขวาไปซ้าย เพราะจะตัดมุงไม่เหมือนกัน

### 13.3.4 งานก่ออิฐ

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

(2) ปูนซีเมนต์ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ตามมาตรฐาน มอก. 80

(3) ทราย จะต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด คม และแข็ง จะต้องมีความดังนี้

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

(4) น้ำ น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากน้ำมัน ทราย ต่าง เกลือ และน้ำที่ขุ่น จะต้องทำให้ใสเสียก่อนจึงนำมาใช้ได้

(5) ส่วนผสมของปูนก่อ ปูนก่อผนังโดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

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

(6) การผสม ต้องผสมในกะบะซึ่งน้ำรั่วไม่ได้ นำทรายและปูนขาวซึ่งผ่านการร่อนแล้วมาผสมคลุกเคล้ากันตามส่วนที่กำหนด จนกลมกลืนเป็นสีเดียวกัน แล้วใช้น้ำหมักไว้ เมื่อนำไปใช้จึงนำปูนซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนด แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด

(7) วิธีการก่ออิฐ

(ก) จะต้องเตรียมสถานที่การก่ออิฐให้เรียบร้อย เช่น แนว ระดับ รอยต่อ จะต้องสะอาดและทำให้ขรุขระ

(ข) อิฐที่ใช้ก่อทุกก้อนจะต้องแช่น้ำให้อุ่น

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

(ง) การก่ออิฐในผนังเดียวกัน จะต้องก่ออิฐให้เต็มความกว้างของผนัง โดยมีความสูงในการก่อใกล้เคียงกัน ห้ามก่อผนังอิฐส่วนหนึ่งส่วนใดสูงกว่าส่วนที่เหลือเกิน 1 เมตร

(จ) เมื่อก่ออิฐเสร็จแล้ว จะต้องไม่ถูกกระทบกระเทือนด้วยแรงใดๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

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

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

### 13.3.5 งานปูนฉาบ

(1) งานปูนฉาบจะทำได้ต่อเมื่อทำการก่ออิฐเรียบร้อยแล้วไม่น้อยกว่า 3 วัน หรือยืนนานยิ่งดี

(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 จะต้องทำให้ใสเสียก่อน จึงจะนำมาใช้ได้

(6) ส่วนผสมของปูนฉาบ โดยทั่วไปให้ใช้ส่วนผสมดังนี้

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

(7) การผสมในงานปูนฉาบทั่วไป ที่ต้องการความรวดเร็วและคุณภาพดี ให้นำทรายปูนขาว ตามส่วนที่กำหนดคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วร่อนแยกไว้ ในกรณีที่มิเวลาพอให้หมักทรายปูนขาวไว้ก่อน 4 - 5 ชั่วโมง

เพื่อให้งานฉาบง่ายขึ้น และทรายอิมน้ำไม่ก่อให้เกิดการแตกร้าวในภายหลัง เมื่อนำไปใช้จึงนำซีเมนต์ผสมลงตามส่วนที่กำหนดแล้วคลุกเคล้าให้ทั่วโดยตลอด การฉาบกระทำภายใน 45 นาที หลังการผสม และไม่ควรนำปูนที่ผสมนานเกินกว่า 2 ชั่วโมง มาใช้งาน

(8) วิธีการฉาบปูน ผนังที่ทำด้วยอิฐต่าง ๆ กัน จะฉาบยากง่ายไม่เหมือนกัน การยึดปูนฉาบกับผนังก็ต่างกัน

งานฉาบเสาหรือคานคอนกรีตการจับเหล็กมเสาหรือคาน จำเป็นต้องใช้ปูนเต็มหรือปูนรองพื้นไว้ชั้นหนึ่งก่อน เพื่อให้เป็นตัวยึดเกาะเมื่อลงปูนรองพื้นไว้ และแข็งตัวเรียบร้อยแล้ว ประมาณ 48 ชั่วโมง จึงฉาบด้วยปูนฉาบที่ได้เตรียมไว้ การฉาบให้ปาดเกรียงไปมาให้ผิวเรียบ และอาจจะต้องพรมน้ำหลายครั้งในการแต่งผิวปูน แล้วท้ายที่สุด ควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำ กวาดผิวฉาบที่หมาดสนิทแล้ว เพื่อให้ผิวฉาบนั้นดูเรียบร้อยสวยงาม

#### (9) น้ำยาผสมปูนฉาบ

ในการผสมปูนฉาบ ผู้รับจ้างสามารถใช้น้ำยาผสมปูนฉาบแทนปูนขาว ผู้รับจ้างจะต้องเสนอการใช้น้ำยาพร้อมทำข้อกำหนดต่าง ๆ ของน้ำยาผสมต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หรือวิศวกรควบคุมงานเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

### 13.3.6 งานผนังไม้ฝาสังเคราะห์ตีทับเกล็ด

(1) ไม้ฝาสังเคราะห์ที่นำมาใช้งาน จะต้องอยู่ในสภาพแห้ง ไม่บิดงอ หรือชำรุด คุณสมบัติของวัสดุไม้ฝาสังเคราะห์เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.1427-2540

(2) อุปกรณ์สำหรับติดตั้งไม้ฝาสังเคราะห์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกันกับผู้ผลิตไม้ฝาสังเคราะห์

(3) การติดตั้งไม้ฝาสังเคราะห์ให้ดำเนินการตามข้อกำหนดวิธีการติดตั้งของผู้ผลิต โครงคร่าวสำหรับติดตั้งไม้ฝาสังเคราะห์จะต้องได้ตั้ง ไม่มีการบิดในแนวระนาบติดตั้ง ขนาดและระยะห่างของโครงคร่าวให้เป็นไปตามแบบก่อสร้าง

(4) บริเวณที่เป็นจุดต่อของไม้ฝาสังเคราะห์ให้เสริมเป็นโครงคร่าวคู่ เพื่อเพิ่มพื้นที่ยึดแผ่นกับโครงคร่าว และป้องกันการแตกร้าวที่มุม

(5) ระยะซ้อนทับของไม้ฝาประมาณ 25 มม. หรือตามข้อแนะนำของผู้ผลิต

(6) ฝาไม้สังเคราะห์ที่เกิดความเสียหายในระหว่างการติดตั้ง เช่น แตก บิ่น หรือหัก เป็นต้น จะต้องรื้อถอนออกและใช้ไม้ฝาสังเคราะห์แผ่นใหม่ที่มีความสมบูรณ์ติดตั้งแทนที่ ห้ามมิให้ผู้รับจ้างซ่อมแซมความชำรุดเสียหายดังกล่าว โดยการอุดซ่อมด้วยวัสดุอื่น ๆ เป็นอันขาด

## 13.4 งานติดตั้งประตูหน้าต่างและอุปกรณ์

### 13.4.1 วงกบและบานประตูไม้

วงกบและประตูโรงไฟฟ้า ให้ใช้ประตูไม้เนื้อแข็ง ขนาดตามแบบ การเข้าไม้จะต้องเป็นไปตามหลักการช่างที่ดี ผิวไม้เรียบ วงกบและบานประตูต้องได้ฉาก ไม่มีดงอเสียรูปทรง

### 13.4.2 อุปกรณ์ประตู

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

(2) กุญแจ ใช้กุญแจชนิดลูกบิดสแตนเลสผิวเงาทรงกลม มีกุญแจไขด้านนอก ด้านในล็อคด้วยปุ่มบิด คุณภาพไม่ต่ำกว่ากุญแจยี่ห้อ ALPHA หรือเทียบเท่า

(3) กลอน ใช้กลอนทองเหลืองเหลี่ยม ซึ่งมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าของยี่ห้อ SANLOCK ให้ติดด้านบนและด้านล่าง ขนาดไม่เล็กกว่า 4 นิ้ว

(4) กันชนประตู ให้ใช้กันชนลูกยางกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ยึดติดกับผนังด้านที่ประตูเปิดไปชนด้วยตะปูเกลียว โดยฝังพุกพลาสติกในผนังปูนศูนย์กลางของกันชนจะต้องอยู่พอดีกับศูนย์กลางของกุญแจลูกบิดประตู

### 13.4.3 วงกบและกรอบอลูมิเนียม

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

### 13.4.4 กระฉก

กระฉกมีความหนา และขนาดตามแบบ คุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 54 ชั้นคุณภาพ B ซึ่งผลิตในประเทศไทย การติดตั้งกระฉกจะต้องใส่ฟุตติ้งกันกระฉกสั่นด้วย

## 13.5 งานปูกระเบื้องเคลือบ

(1) ให้ผู้รับจ้างใช้กระเบื้องเคลือบขนาด 8"x8" ปูพื้นและบุผนังห้องน้ำ หรือบริเวณที่ระบุในแบบ กระเบื้องเคลือบที่ใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.2508-2555 โดยกระเบื้องเคลือบปูพื้น จะต้องเป็นชนิดผิวหยาบ ส่วนกระเบื้องบุผนังห้องน้ำให้เป็นชนิดกระเบื้องสำหรับบุผนังโดยเฉพาะ

(2) การขนส่งกระเบื้องเคลือบจะต้องบรรจุภายในกล่องให้เรียบร้อย และจะต้องเก็บไว้ในที่ซึ่งไม่มี ความชื้น จนกว่าจะนำมาใช้

(3) ให้ทำการฉาบปูนผนังให้เรียบร้อย พร้อมทั้งจะบุกระเบื้องเคลือบได้ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ปูนแห้ง ก่อนจะบุกระเบื้องเคลือบให้ลาดน้ำให้เปียกแล้ว จึงทำการบุกระเบื้อง การปูอาจจะใช้ ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยึดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนซีเมนต์ขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนปูนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(4) การปูพื้น ให้ฉาบปูนพื้นให้ระดับความเอียงลาดที่ต้องการ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง ให้ ปูนแห้ง ก่อนปูกระเบื้องเคลือบให้ลาดน้ำให้เปียก แล้วจึงทำการปูกระเบื้องเคลือบ การปูอาจจะใช้ปูนซีเมนต์ หรือปูนซีเมนต์ขาวก็ได้ เมื่อกระเบื้องยึดตัวดีแล้วให้ใช้ปูนขาวยาตามรอยต่อ และทำความสะอาดให้เรียบร้อย ก่อนซีเมนต์ขาวจะแข็งตัว

(5) บริเวณที่จะต้องติดตั้งเครื่องสุขภัณฑ์ ให้เตรียมไว้ให้เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสุขภัณฑ์แต่ละ ชนิดด้วย อนึ่ง ก่อนปูกระเบื้องจะต้องวางท่อประปา และท่อระบายน้ำให้เรียบร้อย

### 13.6 เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์

เครื่องสุขภัณฑ์ ให้ใช้ชนิดเคลือบขาวยี่ห้อ COTTO หรือ AMERICAN STANDARD หรือที่มี คุณภาพเทียบเท่า เครื่องสุขภัณฑ์ ทั้งหมดให้ติดตั้งตามรายการดังต่อไปนี้

- ส้วมนั่งราบ ชนิดประหยัดน้ำ
- อ่างล้างมือชนิดแขวน
- อ่างน้ำหินขัดสำเร็จรูป

ถ้าเครื่องสุขภัณฑ์รุ่นใด โรงงานเลิกการผลิตหรือขาดตลาด ให้ผู้รับจ้างเสนอรุ่นอื่นที่มีคุณภาพ เทียบเท่าหรือดีกว่า ให้วิศวกรควบคุมงานเห็นชอบ เพื่อใช้ทดแทน

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

การติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งสุขภัณฑ์ตามรายการข้างบนนี้ให้ครบตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการ ก่อสร้างเป็นผู้กำหนด

### 13.7 การทาสี

(1) การทาสี ให้ทาสีผนัง เพดาน โครงสร้าง โครงเหล็กอื่นๆ ที่เห็นกับตา ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือ ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

(2) การเตรียมผิวที่จะทาสี ผิวที่จะทาสีทั้งหมดจะต้องเรียบ สะอาด ปราศจากฝุ่น และขี้ปูนจะต้องแห้งสนิทจึงจะทำการทาสีได้ ไม้ที่จะทาสีจะต้องอุดรูและขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบร้อย

(3) กรรมวิธีการในการทาสี

กรรมวิธีการทาสีให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การเลือกสี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะกำหนดไว้ในภายหลัง

(4) ชนิดของสี

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

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

(ค) งานเคลือบเงาไม้ ให้ทาสีด้วยสี URETHANE VANISH 3 ชั้น

(ง) งานเคลือบสีไม้ ให้ทาสีรองพื้นด้วย ALKYD WOOD PRIMER 1 ชั้น 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
- ผิวหน้าของไม้ที่ทาสีน้ำมันวานิช จะต้องเรียบเป็นเงาโดยสม่ำเสมอ
- สีที่ทาไว้ไม่เรียบร้อยแล้วจะต้องทาทับหน้าใหม่ โดยการทาทับหน้าทั้งแผ่น

(6) ภายหลังการทาสีเสร็จสิ้นลง ผู้รับจ้างจะต้องมีหนังสือรับรองและประกันผลงานของการทาสีจากบริษัทผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 2 ปี มอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

### 13.8 ระบบท่อสุขาภิบาล

(1) ขอบเขตของงาน

(ก) ระบบท่อสุขาภิบาลสำหรับอาคารโรงไฟฟ้า และห้องน้ำ ประกอบด้วยระบบท่อน้ำใช้ ท่อน้ำทิ้ง ท่อระบายอากาศ และระบบท่อน้ำเสีย ถึงบำบัดน้ำเสีย และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(ข) ระบบท่อน้ำใช้ จะต้องทดสอบแรงดันน้ำ 1.5 เท่าของแรงดันน้ำสูงสุดที่ใช้งาน และให้คงแรงดันไว้ 30 นาที เพื่อตรวจสอบการรั่วซึม

(ค) ภายในหกสิบ (60) วัน ก่อนเริ่มงานอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและคุณภาพวัสดุในระบบท่อให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ

(2) วัสดุ

การใช้วัสดุหากมิได้ระบุในแบบ หรือสั่งการโดยผู้ว่าจ้างให้เป็นอย่างอื่น ๆ ให้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งระบบท่อตามข้อกำหนดในบทนี้ ดังต่อไปนี้ คือ

(ก) ระบบท่อน้ำใช้

- 1) ท่อเหล็กอบสังกะสีและข้อต่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1" ให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 277 Class 2
- 2) ท่อพีวีซีแข็งสำหรับท่อน้ำดื่มและข้อต่อ ขนาด 3/4" 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 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2" ถึง 4"
- 2) Floor Drain ที่พื้นห้องน้ำ ต้องมีตะแกรงถอดออกได้ กันสิ่งสกปรกก่อนแข็งเข้าไปอุดในเส้นท่อระบายน้ำโสโครก
- 3) ท่อระบายอากาศจากเส้นท่อน้ำทิ้งและท่ออากาศที่บ่อเกราะต้องมีกำบังกันน้ำฝนและตะแกรงป้องกันแมลงเข้าไปอาศัยอยู่ และป้องกันการอุดตันด้วย

(3) การติดตั้งระบบท่อ

(ก) ท่อน้ำใช้ซึ่งต่อจาก Inlet Valve การต่อบรรจบท่อให้ใช้หน้างานเหล็กกล้าอบสังกะสีพร้อมสลักแป้นเกลียว

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

(ค) ในกรณีเป็นท่อเหล็กอบสังกะสีฝังในดิน จะต้องเคลือบด้วยยางมะตอย A.C. ร้อน เพื่อป้องกันการกัดกร่อนผิวท่อ

(ง) ท่อที่เปลี่ยนทิศทาง ทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ให้มีสมอยึดที่มุม เพื่อป้องกันการขยับตัวเนื่องจากแรงหรือความสั่นสะเทือนในเส้นท่อ

(จ) ท่อระบายอากาศซึ่งฝังในกำแพงก่ออิฐฉาบปูน และคอนกรีตเสริมเหล็กแนวท่อจะต้องเคลือบด้วยสาร Epoxy Resin เพื่อให้เกิดการยึดเกาะได้ดี และป้องกันการแตกร้าวด้วย

### 13.9 ป้ายชื่อโรงไฟฟ้า

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผ่นป้ายชื่อโรงไฟฟ้า ดังที่แสดงไว้ในแบบ โดยแผ่นป้ายชื่อโรงไฟฟ้าจะประกอบด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(1) แผ่นป้ายทำจากแผ่นสังกะสีเบอร์ 24 พับขึ้นรูปหนา 1 นิ้ว ฟันสักริม ยึดติดกับผนังอาคารตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ

(2) ตัวอักษรทำด้วยพลาสติกหนา 10 มม. ฟันสักริมที่กำหนดไว้ในแบบ รายละเอียด ขนาด และรูปแบบของตัวอักษร ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ

### 13.10 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

งานอาคารโรงไฟฟ้าและห้องน้ำ วัดปริมาณงานเป็นหน่วยตามที่ระบุในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามรายละเอียดงานที่ระบุในแบบ ซึ่งประกอบด้วย งานโครงสร้างอาคาร งานผนังและพื้น งานประตูหน้าต่าง งานหลังคา งานระบบท่อสุขาภิบาล งานสุขภัณฑ์ และงานป้ายชื่อโรงไฟฟ้า การจ่ายเงินจะจ่ายเงินให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าวัสดุ อุปกรณ์ ค่าแรงงานก่อสร้าง ประกอบและติดตั้ง และงานไฟฟ้า-ประปาจนแล้วเสร็จ

หมวดที่ 14

งานเบ็ดเตล็ด

## หมวดที่ 14

### งานเบ็ดเตล็ด

#### 14.1 ทัวไป

งานในหมวดนี้ หมายถึง งานที่นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาจากบทอื่นๆ เช่น งานปลูกหญ้า งานป้ายชื่อโครงการ งานวางระบายน้ำ และงานภูมิทัศน์ เป็นต้น

#### 14.2 งานปลูกหญ้า

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปลูกหญ้าตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร

##### 14.2.1 หน้าดิน

หน้าดินที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะเป็นดินเหนียว ก่อนข้างขึ้น ปราศจากรากไม้ หินและวัตถุซึ่งไม่พึงประสงค์ แล้วนำไปปูตามตำแหน่งที่กำหนดให้ได้ความหนาตามแบบ และก่อนนำไปปูจะต้องได้รับการเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน

##### 14.2.2 การปลูกหญ้า

###### (1) การปลูกหญ้าแบบปูแผ่น (BLOCK SODDING)

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

(ข) การปลูกหญ้าต้องปลูกขนานกับแนวถนน และให้ปูเหลื่อมกับแถวถัดไปประมาณครึ่งแผ่น และปูซ้อนกันประมาณ 1 ซม.

(ค) เมื่อปูแผ่นหญ้าแล้วให้รดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อระหว่างแถว หลังจากปลูกหญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

###### (2) การปลูกหญ้าแบบปักแถว (STRIP SODDING)

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

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

(ค) เมื่อปลูกหญ้าแล้วให้รดทับเบาๆ และใช้ดินโรยบริเวณรอยต่อตามขวาง หลังจากปลูกหญ้าแล้วต้องรดน้ำทุกวันจนกว่าหญ้าจะเกาะยึด

### 14.3 งานวางระบายน้ำ

#### 14.3.1 ขอบเขตของงาน

หมายถึงงานวางระบายน้ำตาดคอนกรีตรอบบริเวณโรงไฟฟ้าพลังน้ำ หรือบริเวณอาคารต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดแต่งร่องระบายน้ำ ทำการหล่อและเทคอนกรีตให้มีแนว ระดับ ขนาด และรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ

#### 14.3.2 วัสดุ

(1) คอนกรีต

งานคอนกรีตให้มีคุณภาพตามข้อกำหนดในหมวดที่ 7 คอนกรีตต้องรับแรงอัดได้อย่างต่ำ 175 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(2) วัสดุประกอบอื่นๆ

ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุประกอบงานวางระบายน้ำตาดคอนกรีต ตามที่ระบุไว้ในแบบ เช่น Sealing Compound ยางมะตอยผสมทรายละเอียดสำหรับยาแนวรอยต่อ เป็นต้น

#### 14.3.3 วิธีการก่อสร้าง

(1) ก่อนดำเนินการขุดร่องเพื่อก่อสร้างคูระบายน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับพื้นที่โดยรอบบริเวณที่จะก่อสร้างเสียก่อน พื้นดินบริเวณใดที่ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ จะต้องทำการถมบดอัดแน่นให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(2) เมื่อได้ทำการปรับพื้นที่แล้วให้ทำการขุดปรับแต่งให้ได้รูปร่างและแนวคูตามที่กำหนดไว้ในแบบ บรรดาวัชพืชและรากไม้ที่อยู่ในร่องขุด จะต้องขุดออกให้หมดและปรับดินให้เรียบแน่น

(3) ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งแบบข้างสูงไม่น้อยกว่าความหนาของตาดคอนกรีตตลอดแนวที่ก่อสร้างคูแบบข้างจะต้องแข็งแรงและได้ในแนวตามแบบ

(4) ผู้รับจ้างจะต้องเทคอนกรีตตาดให้ได้รูปร่าง ความหนา และมีระยะรอยต่อแต่ละช่วงของคอนกรีตตาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(5) ผิวรอยต่อแต่ละช่วงของคอนกรีตตาด จะต้องทาด้วย Sealing Compound ตลอดผิวหน้า รอยต่อ และอุดผิวด้านบนด้วยยางมะตอยผสมทรายละเอียดอัตราส่วน 1:3 ความลึก 0.015 ม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

## 14.4 งานท่อระบายน้ำซีเมนต์ใยหิน

### 14.4.1 ขอบเขตของงาน

หมายถึงงานวางท่อระบายน้ำซีเมนต์ใยหินลอดถนนเข้าโครงการเพื่อเชื่อมต่อรางระบายน้ำาดาดคอนกรีตบริเวณโรงไฟฟ้า หรือบริเวณที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง

### 14.4.2 วัสดุ

ท่อซีเมนต์ใยหินที่นำมาใช้เป็นท่อระบายน้ำ จะต้องได้มาตรฐาน มอก.81-2548 ชั้นคุณภาพ 25 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 0.15 ม. หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

ข้อต่อซีเมนต์ใยหินต้องได้มาตรฐาน มอก.126-2548 แหวนยางสำหรับใช้ร่วมกับข้อต่อต้องได้มาตรฐาน มอก.237-2520

### 14.4.3 วิธีการก่อสร้าง

(1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดร่องสำหรับวางท่อระบายน้ำซีเมนต์ใยหิน ณ ตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบร่องขุดเพื่อวางท่อจะต้องไม่กว้างเกินความจำเป็นสำหรับการทำงานต่อท่อหรือกระทุ้งอัดดินใต้ท่อ และข้างท่อให้แน่น พื้นร่องขุดควรต่ำกว่าท้องท่อไม่น้อยกว่า 10 ซม. สำหรับกรณีพื้นร่องขุดเป็นดิน ถ้าพื้นร่องขุดเป็นหินควรให้ต่ำกว่าท้องท่อไม่น้อยกว่า 15 ซม.

(2) ให้ห้ามมิให้ผู้รับจ้างขุดร่องดินทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานกว่า 7 วัน โดยมีได้ทำการก่อสร้างแต่อย่างใด

(2) หากความยาวรวมของท่อระบายน้ำไม่เกิน 4 เมตร ห้ามมิให้ต่อท่อ แม้ว่าจะต่อโดยข้อต่อซีเมนต์ใยหินผลิตภัณฑ์ของท่อเองก็ตาม

(3) การถมกลบท่อ ให้นำทรายหยาบหรือดินร่วนที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง เทลงข้างท่อให้ได้ความหนาประมาณ 10 ซม. แล้วอัดให้แน่นด้วยเครื่องกระทุ้ง จนถึงระดับความสูงประมาณครึ่งท่อ จึงเพิ่มความหนาชั้นดินที่บดอัดเป็น 20 ซม. จนถึงระดับที่ต้องการ

## 14.5 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(1) งานปลูกหญ้า จะวัดปริมาณงานเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางเมตรเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการปลูกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้ การจ่ายเงินจะจ่ายให้ในราคาต่อหน่วยตารางเมตรตามที่ตกลงในสัญญา โดยรวมค่าเตรียมพื้นที่ ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าขนส่ง

ค่าแรงงาน และค่าดูแลบำรุงรักษาไว้ด้วยแล้ว โดยจะแบ่งจ่ายให้ 60 %ของราคาต่อหน่วยเมื่อปลูกหญ้าแล้วเสร็จ และ 40 %ของราคาต่อหน่วยเมื่อส่งมอบงานงวดสุดท้ายและได้ดูแลรักษาหลังการปลูกหญ้า จนหญ้ามีลักษณะที่เจริญเติบโต มีอัตราการรอดตายสูงแล้ว

(2) งานวางระบายน้ำตาดคอนกรีต วัดปริมาณงานเหมาจ่ายในหน่วยเมตร การจ่ายเงินจะจ่ายให้ตามราคาต่อหน่วยที่ตกลงในสัญญา ซึ่งได้รวมการจัดหาวัสดุ แรงงาน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ก่อสร้างไว้ครบถ้วนในงานที่เกี่ยวข้องแล้ว

(3) งานท่อระบายน้ำซีเมนต์ใยหิน วัดปริมาณเหมาจ่ายในหน่วยเมตร 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. 2556 พร้อมทดสอบการใช้งาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

การประกอบ และติดตั้ง พร้อมทดสอบ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างทั้งสิ้นที่จะต้องดำเนินการให้ได้มาตรฐานทางวิศวกรรม และตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน โดยมีให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของทางราชการและเอกชน รวมทั้งสาธารณูปโภคต่าง ๆ ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบเองทั้งหมด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาพร้อมดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าให้โรงไฟฟ้าทั้งหมด ระบบจำหน่ายไฟฟ้าระบบควบคุม และวัสดุต่าง ๆ เช่น สายเมนเคเบิลแรงต่ำจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (TDB) ไปยังหม้อแปลง (ถ้ามี) ตลอดจนอุปกรณ์และบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

เครื่องมือและการทดสอบอุปกรณ์จะต้องสัมพันธ์กับงานที่ได้อ้างถึงซึ่งทุกส่วนจะต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ แบบ และตารางปริมาณงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำความเข้าใจในโครงการและรายละเอียดของงานให้ชัดเจน และจะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและแบบโครงสร้างต่าง ๆ ที่กำหนด

แรงดันตกคร่อมของสายไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (TDB) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าปลายทางตัวรับและไฟฟ้าแสงสว่าง จะต้องไม่เกิน 5%

ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า จะต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

#### 15.1.2 กฎเกณฑ์และระเบียบต่าง ๆ

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

### 15.1.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องมีพิกัดดังนี้

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| (1) ระบบแรงดันไฟฟ้าแรงสูง (ถ้ามี) | 3.5 kV, 3 เฟส 3 สาย 50 เอิร์ท    |
| (2) ระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ            | 400/230 V, 3 เฟส 4 สาย 50 เอิร์ท |

### 15.1.4 ระบบต่อลงดิน

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

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

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

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

การวางแผนการฝึกอบรมโดยละเอียด จะต้องนำเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเพื่อพิจารณาและการฝึกอบรมที่จัดขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างด้วย

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ให้รวมอยู่ในสัญญาว่าจ้าง

### 15.1.8 มาตรฐาน

ในการออกแบบวัสดุ การผลิตอุปกรณ์ การตรวจสอบ การทดสอบ และคุณสมบัติในการใช้งานของอุปกรณ์ นอกจากจะมีการกำหนดคุณสมบัติ หรือมาตรฐานอื่น ๆ ไว้ให้ยึดตามมาตรฐานดังนี้

- (1) Provincial Electricity Authority's (PEA)
- (2) Engineering Institute of Thailand (EIT) ฉบับล่าสุด
- (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 ฉบับล่าสุด

### 15.1.9 การจัดเรียงและรหัสสี

- (1) การจัดเฟส

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

- (2) เฟสและแถบสีในการเดินสายและตัวนำทางไฟฟ้า

แถบสีของแต่ละเฟสและการเดินสายจะต้องเป็นไปตาม IEC Standard 60227 และ มาตรฐาน มอก.11-2553 โดยสีของฉนวนสายไฟและตัวนำทางไฟฟ้า แสดงไว้ดังนี้

| เฟส        | แถบสี  |
|------------|--------|
| เฟส A      | น้ำตาล |
| เฟส B      | ดำ     |
| เฟส C      | เทา    |
| นิวทรัล    | ฟ้า    |
| ระบบสายดิน | เขียว  |

#### 15.1.10 คุณภาพของงาน

วัสดุอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ และจะต้องมีความเหมาะสมกับชนิดของงานนั้นๆ คุณภาพของงานทั้งหมดจะต้องมีคุณภาพที่ดีที่สุด เพื่อให้มีความพร้อมในทุกสภาวะของการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้

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

#### 15.1.11 การป้องกัน การทำความสะอาด และการทาสี

อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องทำความสะอาด และเคลือบผิวในชั้นต้น 1 ชั้น และอีก 2 ชั้น ก่อนออกจากสถานที่ผลิตและสถานที่ติดตั้ง ด้วยวัสดุเคลือบที่มีคุณภาพดีที่สุด ยกเว้น ตัวควบคุมและเครื่องมือที่ได้ดำเนินการมาเรียบร้อยแล้ว

การทาสีในชั้นสุดท้ายของอุปกรณ์จะต้องได้รับคำยืนยัน และความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอสีที่จะมาใช้งานในรูปของตัวอย่างสี โดยตัวอย่างสีจะต้องประกอบด้วยตารางสีแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำมาใช้ในสถานที่ทำงาน

#### 15.1.12 งานฝังภายนอกและอื่น ๆ

นอกเหนือจากการระบุในโครงสร้างต่างๆ ผนังและหลังคาเปิดโล่ง การเทพื้น Sleeves ในโครงสร้าง ร่องเดินสายกับฝาปิด 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 วิธีการทดสอบและช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติจะต้องให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบ 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 และติดตั้ง พร้อมทดสอบ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างทั้งสิ้นที่จะต้องดำเนินการให้ได้มาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

#### 15.2.1 ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง (ถ้ามี)

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ จัดหา พร้อมติดตั้ง และทดสอบการใช้งานระบบไฟฟ้าแรงสูง 3.3 เควี 3 เฟส ด้วยชนิดสาย SAC ขนาดเป็นไปตามแบบประกอบ บนเสาไฟฟ้า 9 เมตร ที่ได้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จากโรงไฟฟ้ายังตำแหน่งพื้นที่ที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดเป็นไปตามแบบประกอบ และมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

#### 15.2.2 ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงต่ำ

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ จัดหา พร้อมติดตั้ง และทดสอบการใช้งานระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ 400 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย ด้วยชนิดสายอลูมิเนียม THW ขนาดเป็นไปตามแบบประกอบ บนเสาไฟฟ้า 8 เมตร ที่ได้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พร้อมอุปกรณ์ประกอบ โดยมีรายละเอียดเป็นไปตามแบบประกอบ และมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

### 15.3 หม้อแปลง

#### 15.3.1 ทั่วใบ

งานภายใต้สัญญานี้ประกอบด้วย การจัดเตรียมและติดตั้งหม้อแปลง รวมถึงการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ภายใต้มาตรฐานและข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

### 15.3.2 มาตรฐานและอุปกรณ์ต่าง ๆ

หม้อแปลงจะต้องมีโครงสร้างที่ได้มาตรฐาน และประกอบด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็นดังนี้

(1) มาตรฐาน

หม้อแปลงจะต้องมีการผลิตและทดสอบให้สอดคล้องกับข้อกำหนดมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือมาตรฐานของ ANSI C 57.12 หรือใกล้เคียง

(2) ชนิด ขนาด และคุณสมบัติ

หม้อแปลงจะต้องมีพิกัดต่างๆ ดังนี้ เมื่อทำการปฏิบัติงานในระดับความสูง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล

- |                               |   |                           |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| (ก) ชนิด                      | : | จุ่มน้ำมัน, ติดตั้งภายนอก |
| (ข) ชนิดระบายความร้อน (ONAN)  | : | อากาศ                     |
| (ค) จำนวนเฟส                  | : | 3 เฟส                     |
| (ง) พิกัดกำลัง                | : | ดูจากขนาดที่ระบุไว้ในแบบ  |
| (จ) พิกัดแรงดันและการต่อขดลวด |   |                           |
| - แรงดันสูง                   | : | 3.3 kV เดลต้า             |
| - แรงดันต่ำ                   | : | 400/230 V Ground WYE      |

หมายเหตุ

Step Up Transformer : 400 V / 3.3 kV (Primary Voltage / Secondary Voltage)

Step Down Transformer : 3.3 kV / 400 V (Primary Voltage / Secondary Voltage)

- |                                                |   |                                                                                     |
|------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| (ฉ) Basic Impulse Insulation Level (BIL)       | : | 150 kV                                                                              |
| (ช) กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group)               | : | Dyn 11                                                                              |
| (ซ) Manually Operated Off-Load                 | : | $\pm 2 \times 2.5 \%$ ของพิกัดขณะมีภาระเต็มที่ โดยมีตัวปรับแรงดันปฐมภูมิเป็น 5 ขั้น |
| (ณ) ค่าสูญเสียขณะไม่มีภาระ                     | : | เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ANSI                                                       |
| (ญ) ค่าสูญเสียขณะมีภาระ                        | : | เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ANSI                                                       |
| (ฎ) ความต้านทานแรงดัน (Impedance Voltage)      | : | เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ANSI                                                       |
| (ฏ) อุณหภูมิเฉลี่ยของขดลวดขณะทำงานที่พิกัด kVA | : | ไม่เกิน 65 °C                                                                       |
| (ฐ) อุณหภูมิส่วนบนสุดของน้ำมัน                 | : | ไม่เกิน 60 °C                                                                       |
| (ฑ) อุณหภูมิสูงสุดของขดลวดขณะทำงานที่พิกัด kVA | : | ไม่เกิน 80 °C                                                                       |

- (ฅ) ชนิดของขดลวด : ทองแดง  
(ณ) ระดับเสียง : ไม่เกิน 56 เดซิเบล ที่ระยะ 1 เมตร

(3) โครงสร้างหม้อแปลง

(ก) ตัวถัง (Tank)

โครงสร้างของแต่ละหม้อแปลงจะต้องเป็นเหล็ก ซึ่งป้องกันการรั่วซึมของน้ำมันและแก๊สได้ และจะต้องไม่มีรอยร้าวฉีกขาด ทนต่อความดัน +10 psi. ได้ และสูญญากาศทนได้ -10 psi. ตัวถังที่แล้วเสร็จสมบูรณ์จะต้องทำความสะอาดพื้นผิวทั้งหมดก่อนการลงสี โดยพื้นผิวภายในจะต้องทาสีที่กันน้ำมัน และพื้นผิวภายนอกจะต้องทาสีรองพื้นชั้นแรกก่อนจะลงสีกันน้ำ

(ข) แกนเหล็ก

แกนเหล็กจะต้องมีคุณภาพสูง (Non-Aging High Permeability Silicon Steel) เหล็กจะต้องเป็นชิ้นบางๆ และเรียบ ทั้ง 2 ด้านของแต่ละแผ่นจะต้องมีฉนวนที่มีความทนทาน กันความร้อน และเคลือบผิว แกนเหล็กจะต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรงต่อการรองรับการพันขดลวดทองแดงและการเลื่อนของแผ่นเหล็กออกจากกันระหว่างการทำงาน และจะต้องลดแรงสั่นสะเทือนให้เหลือน้อยที่สุดในระหว่างการใช้งานด้วย

(ค) ขดลวด

ในการพันขดลวดจะต้องเป็นแบบที่ทันสมัยที่สุด ขดลวดจะต้องจัดเตรียมไว้อย่างเหมาะสมกับท่อน้ำมัน (Oil Duct) จุดสิ้นสุดของขดลวดจะต้องใช้ฉนวนแบบพิเศษ ขดลวดที่นำมาใช้งานจะต้องทนต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไป และฉนวนจะต้องทนต่อการทำลายในกรณีที่เกิดภาวะไม่ปกติ จะต้องมียุทธวิธีกันระหว่างขดลวดและแกนเหล็กที่พอเหมาะ และที่สุดของขดลวด จะต้องมีการป้องกันพิเศษในการรบกวนของสายในขณะภาวะไม่ปกติ การประกอบแกนเหล็กและขดลวดจะทำในสูญญากาศ

(ง) บุชชิ่ง (Bushings)

จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วัสดุที่เคลือบทั้งหมดจะต้องเป็นแบบชั้นเดียว หมุดยึดจะต้องมีอยู่ทุกๆ บุชชิ่ง และจะต้องมีการปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีการเปลี่ยนขนาดแรงดัน

(จ) น้ำมันหม้อแปลง (Transformer Oil)

หม้อแปลงจะต้องถูกเตรียมพร้อมกับระบบควบคุมน้ำมัน ซึ่งจะป้องกันไม่ให้น้ำมันมาสัมผัสกับอากาศภายนอก ระบบนี้อาจมีอยู่ในหม้อแปลงชนิด ถังผนึก (Sealed Tank) หรือตัวถังชนิด Expansion Tank

(ฉ) จุดต่อ (Terminal Arrangement)

บุชชิ่ง แรงดันสูงจะประกอบด้วยตัวยึดชนิด Solderless Clamp สำหรับสายอลูมิเนียมและสายทองแดง บุชชิ่ง แรงดันต่ำจะประกอบด้วยตัวยึดชนิด Solderless Clamp สำหรับสายทองแดงและสายอลูมิเนียมชุบร้อน ตัวยึดจะต้องจัดเตรียมไว้พร้อมกับ Mounting Bolts, Nuts, Washers และ Lock Washers หรือ สเตนเลส หรือดีกว่า

(ข) ระบบหล่อเย็น

หม้อแปลงจะต้องออกแบบระบบหล่อเย็น ไม่ว่าจะเป็นชนิด Corrugated Fin หรือ Radiator Fin เพื่อช่วยในการระบายความร้อนด้วยอากาศ

(4) อุปกรณ์อื่นๆ

ในหม้อแปลงแต่ละเครื่องจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- (ก) Arcing Horns, Corrosion Proofed
- (ข) Tap Changer
- (ค) Thermometer Pocket, Dial Type with Alarm and Trip Contact
- (ง) Over Pressure Relay
- (จ) Buchholz
- (ฉ) Nameplate with Connection Diagram
- (ช) Drain Valve, Sampling
- (ซ) Dehydrating Breather with Silicagel
- (ณ) Lifting Lugs
- (ญ) Earthing Terminal
- (ด) Oil Level Gauge (3- $\phi$  Transformer Only)
- (ต) Lifting Eyes (3- $\phi$  Transformer Only)
- (จ) Oil Check Valve

### 15.3.3 การประกอบและการทดสอบ

หม้อแปลงจะต้องทำการประกอบให้แล้วเสร็จจากสถานที่ผลิต และจะต้องทำการทดสอบ รวมถึงค่าใช้จ่ายโดยผู้รับจ้าง

(1) การทดสอบทั่วไป (Routine Test)

- (ก) การทดสอบทั่วไปจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของ กฟผ.
- (ข) ตรวจสอบความต้านทานของขดลวดทั้งหมด
- (ค) ตรวจสอบความต้านทานของฉนวน
- (ง) ทดสอบความสามารถในการทำงาน (Applied Potential Test)
- (จ) ทดสอบความสามารถในการเหนี่ยวนำ (Inducted Potential Test)
- (ฉ) ทดสอบอัตราส่วนของแรงดันพิกัด และชุดอุปกรณ์ปรับแรงดันทั้งหมด
- (ช) ขั้วและเฟสต่างๆ (Polarity and Phase-Relation Tests)
- (ซ) ทดสอบกำลังสูญเสียขณะไม่มีภาระ (No-Load) ที่แรงดันพิกัด
- (ณ) ทดสอบกำลังสูญเสียขณะมีภาระเต็มที่ (Full-Load) ที่แรงดันพิกัด
- (ญ) ตรวจวัดกระแสขณะทำงานหรือไม่มีภาระ (No-Load) ที่แรงดันพิกัด

(ฎ) ตรวจสอบความต้านทานแรงดันที่กระแสฟลักซ์ที่แรงดันพิกัด (Rated Voltage Connection)

(ฎ) ทดสอบฉนวนน้ำมัน (Oil Insulation Dielectric Test)

(2) การทดสอบพิเศษ (Special Tests)

การทดสอบจะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างผู้ตรวจสอบ

(ก) อุณหภูมิเพิ่มหรือความร้อนในขณะทำงาน

(ข) การทดสอบระดับเสียงจะต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

(3) เอกสารที่ต้องจัดทำ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมสำเนาใบรับรองการตรวจสอบ กราฟและข้อมูลมาตรฐานในการใช้งาน จำนวน 4 ชุด ค่าใช้จ่ายในการจัดทำ การตรวจสอบ ทดสอบ และจัดทำรายงาน ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

(4) การทดสอบภาคสนาม (Field Tests)

หลังจากการติดตั้ง และก่อนที่จะทำการจ่ายไฟให้หม้อแปลง หม้อแปลงจะต้องมีการทดสอบดังนี้

(ก) ตรวจสอบขนาดของหม้อแปลง

(ข) ตรวจสอบสัญลักษณ์ของกลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group)

(ค) ตรวจสอบฉนวนน้ำมัน

(ง) ทดสอบการทำงานของชุดปรับแรงดัน (Tap Changer)

(จ) ตรวจวัดความต้านทานของฉนวน

(ฉ) ตรวจวัดอัตราส่วนของแรงดัน

### 15.3.4 วิธีการติดตั้ง

วิธีการติดตั้งหรือการจัดเตรียมสถานที่ที่ทำการติดตั้ง จะต้องสอดคล้องกับความต้องการและข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งแบ่งเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้

(1) หม้อแปลง

หม้อแปลง 3 เฟสจะต้องติดตั้งบนคานคอนกรีต (Platform) โดยจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(2) การติดตั้งอุปกรณ์กับดักฟ้าผ่า

อุปกรณ์กับดักฟ้าผ่าทั้ง 3 ชุด จะต้องติดตั้งที่สถานที่ติดตั้งหม้อแปลง และจะต้องสามารถป้องกันคลื่นฟ้าผ่า (Lightning Surge) ได้ โดยมาตรฐาน พิกัด และวิธีการติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(3) ฟิวส์จำกัดกระแสแรงดันสูง (Current Limiting Power Fuse)

ฟิวส์กำลังจะแยกออกได้เป็น ฟิวส์จำกัดกระแสแรงดันสูง (High-Tension Current Limiting Power Fuse) หรือ ตรอปปะเก๊าท์ฟิวส์ (Drop-Out Fuse) พร้อมอุปกรณ์ตัดวงจร (Cutout)

ฟิวส์กำลัง จำนวน 3 ชุด จะต้องติดตั้งบริเวณสถานที่ติดตั้งหม้อแปลง อุปกรณ์ตัดวงจร และตรอปปะเก๊าท์ฟิวส์จะต้องมีมาตรฐาน พิกัด และวิธีการติดตั้งตามที่กำหนดไว้

(4) การติดตั้งตัวเก็บประจุ (Capacitor Installation)

ตัวเก็บประจุแรงดันต่ำ จะต้องติดตั้งที่ตำแหน่งใกล้หม้อแปลง และจะต้องช่วยปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ทางด้านระบบแรงดันต่ำของหม้อแปลงให้มีค่าได้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(5) การติดตั้งระบบต่อลงดินของหม้อแปลง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม และติดตั้งระบบต่อลงดินของหม้อแปลงให้สมบูรณ์ ทั้งในระบบแรงดันสูง และระบบแรงดันต่ำตามที่กำหนดไว้

(ก) สายดินและแท่งลงดิน

สายดินจะเป็นสายทองแดงขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ แท่งลงดินเป็นเหล็กกล้าในชั้นเคลือบด้วยทองแดง มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 3 เมตร

(ข) การติดตั้งระบบต่อลงดิน

สายดินและแท่งลงดินของด้านแรงดันสูง และแรงดันต่ำ จะต้องทำตามข้อกำหนดดังนี้

1) ด้านแรงดันสูง

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

2) ด้านแรงดันต่ำ

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

3) สายดิน (Overhead Grounded Wire)

สายดินจะต้องติดตั้งและรองรับด้วยเหล็กยึดในส่วนบนสุดของเสาคอนกรีต สายดินจะต้องสามารถป้องกันฟ้าผ่าได้

4) สายดินในส่วนที่อยู่เหนือดินจะต้องร้อยในท่อพีวีซี ยาว 2.5 เมตร จากระดับดินขึ้นมา เพื่อป้องกันการสัมผัสกับสายดินโดยตรง

5) แท่งลงดิน (Ground Rod) ของหม้อแปลง 3 เฟส จะต้องฝังดินที่ความลึก 0.5 เมตร

(ค) ความต้านทานของระบบต่อลงดิน

ความต้านทานของแท่งลงดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้ามากกว่าที่กำหนดจะต้องเพิ่มแท่งลงดินอีก ความต้านทานรวมของระบบต่อลงดินจะต้องไม่เกิน 2 โอห์ม ถ้าเกินจะต้องเพิ่มแท่งลงดินอีก

## 15.4 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักภายในโรงไฟฟ้า ตู้ควบคุมปลายทาง ตู้ปรับค่าตัวประกอบกำลัง และตู้สับเปลี่ยนอัตโนมัติ (ATS) จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) โครงสร้าง

ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก จะต้องมีรายละเอียดโครงสร้าง ส่วนประกอบ และเครื่องมือตรวจวัดดังต่อไปนี้

(ก) ตู้ควบคุมจะต้องมีโครงสร้างตามมาตรฐาน IEC-61439 FROM 3B IP31 สำหรับตู้ควบคุมหลัก และ FROM 2B IP56 สำหรับตู้ควบคุมปลายทาง ในกระบวนการผลิตจะต้องได้ ISO 9002 และสอดคล้องกับแผนภูมิเส้นเดี่ยว (Single line diagram) ที่แสดงไว้ในแบบ ในการประกอบจะประกอบตู้แยกเป็นส่วนๆ ตามแนวดิ่งซึ่งแต่ละส่วนเป็นชนิดตั้งพื้น และต้องออกแบบไว้เพื่อการต่อเติมในอนาคต อุปกรณ์ในการจับยึดตู้แต่ละส่วนเข้าด้วยกัน จะยึดด้วยสลักเกลียวโดยจะไม่มี การเชื่อม ส่วนบนและหน้าของตู้จะต้องเปิดออกได้ และจะมีการเตรียมพื้นที่ระบายอากาศไว้อย่างเหมาะสม แผ่นเหล็กทั้งหมดจะต้องทำกันสนิม ก่อนทำการทาสี เมื่อประกอบเสร็จจะพ่นด้วยสีเทาอ่อนที่ผิวภายในและภายนอกทั้งหมด

(ข) สลักหรือรอยเชื่อม และฉนวนต่าง ๆ จะต้องเตรียมไว้รองรับ และยึดับสับบาร์แนวนอนจากแรงบิดสูงสุดที่เกิดจากการลัดวงจรได้ (Short Circuit) จากระบบไฟฟ้า แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 25,000 แอมป์

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

(ง) บัสบาร์นิวตรอลสำหรับตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าจะต้องมีฉนวนป้องกัน และทำการติดตั้งในที่ที่เหมาะสม พร้อมกันนี้ต้องเตรียมบัสบาร์สำหรับต่อสายดินของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดความยาวตู้ด้วย

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

(ฉ) แต่ละวงจรย่อยจะต้องมีแผ่นป้ายชื่อ

(ช) การประกอบตู้ควบคุมจะต้องยึดอยู่บนรางเหล็กและยกระดับขึ้นบนฐานตู้ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ในการปรับระดับไว้ด้วย เพื่อช่วยในการติดตั้ง

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

(ฉ) หม้อแปลงกระแส จะต้องมียึดตราส่วนตามแบบที่แรงดัน 600 โวลท์ เป็นชนิดติดตั้งภายในความถี่ 50 เฮิรตซ์ สามารถนำไปใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดต่าง ๆ ได้ และได้ตามมาตรฐานของ NEMA

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

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

## (2) การติดตั้งตู้ควบคุม

(ก) ในกรณีที่มีตู้ควบคุมได้แยกย่อยจัดส่งมากกว่า 1 ตู้ ในแต่ละตู้จะต้องนำมาต่อกันให้เป็นตู้สมบูรณ์รวมตู้เดียว

(ข) ในการติดตั้งตู้ควบคุมนั้นๆ ในขณะที่พื้นที่การติดตั้งยังไม่พอดี หรือระดับยังไม่ได้ ฐานของตู้ควบคุมจะต้องปรับปรุงจนได้ระดับที่แน่นอนก่อนทำการเทปูนในตำแหน่งนั้นๆ

(ค) ก่อนทำการที่จะจ่ายไฟจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ถ้ายังไม่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่

(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 ก็ให้ทำการมัดสายไว้รวมกันที่ใกล้กับจุดนั้นๆ

## (3) การทดสอบสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติแรงดันต่ำ

(ก) ตรวจสอบการต่อลงดินของอุปกรณ์เพื่อให้มั่นใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า

(ข) ตรวจสอบฉนวนในแต่ละขั้วของสวิตช์ตัดตอนด้วยแรงดัน 1,000 โวลท์ เทียบกับดิน

(ค) ตรวจสอบแรงดันของสวิตช์ตัดตอนขณะปิดและขณะปลด (Trip) ที่แรงดัน ค่าที่เหมาะสม

(ง) ทดสอบการทำงานปกติและ ตรวจสอบทั่ว ๆ ไป ของสวิตช์ตัดตอน

(จ) ปรับแต่งและทำความสะอาดหน้าสัมผัส (Primary Contacts) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

(ฉ) ตรวจสอบที่ว่างที่เหมาะสมของทุกรายการ

(ช) ตรวจสอบความหล่อลื่น (Lubrication) ให้เหมาะสม

(ข) ตรวจสอบผลทางด้านขาออกของหม้อแปลงกำลังควบคุม (Control Power Transformer) และฟิวส์ควบคุม (Control Fuse)

(ฉ) 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

## 15.5 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าย่อย

### 15.5.1 ทัวไป

ตู้ไฟฟ้าย่อยจะมีชื่อวงจรตามส่วนที่เป็นวงจรย่อย เช่น วงจร LP1 หรือ LP2 ซึ่งมีคุณสมบัติมีรายละเอียดของโครงสร้าง ลักษณะการทำงาน และอุปกรณ์ช่วยดังนี้

(1) ตู้จะต้องมีแรงดันพิกัดที่ 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย หรือแรงดัน 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย ดังแสดงไว้ในแบบ

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

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

(4) ตู้จะต้องติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิด Molded Case Circuit Breaker ขนาดแรงดันจำนวนขั้วจะต้องเป็นไปตามแบบ และจะต้องจัดเตรียมบัสบาร์สำหรับนิวตรอลไว้ด้วย

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

(6) จะต้องจัดทำป้ายชื่อของแต่ละรายวงจร โดยจะต้องติดตั้งไว้ในบริเวณฝาตู้ของแต่ละตู้ไฟฟ้าย่อย

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

(8) ตู้จะต้องผลิตกันชนของ Square "D", General Electric, Westing House หรือเทียบเท่า

(9) อุปกรณ์ป้องกันฟ้ากระแสน้ำจะต้องจัดไว้สำหรับลดแรงดันเกินจากระลอกกระแสฟ้าผ่า และการสับปลดเปิดปิดสวิตช์ของอุปกรณ์ ขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสฟ้าผ่าจะต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการป้องกันอุปกรณ์ทั้งหมดได้

### 15.5.2 การติดตั้ง

- (1) จะต้องมียึดช่องว่างระหว่างตู้กับผนังอย่างน้อย 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

### 15.6 ระบบแสงสว่าง

#### 15.6.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบ จัดเตรียมการติดตั้ง และทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด และอุปกรณ์ต่างๆ ที่แสดงไว้ในแบบ หรือที่กำหนดไว้

#### 15.6.2 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

#### 15.6.3 หลักการออกแบบ

- (1) ทั่วไป

ระบบแสงสว่างจะต้องจัดเตรียมไว้โดยจะต้องให้แสงสว่างที่พอเหมาะ สำหรับอาคารโรงไฟฟ้า และบริเวณโดยรอบ เพื่ออำนวยความสะดวกและปลอดภัยในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่

- (2) เกณฑ์การออกแบบ

(ก) แสงสว่าง

ระบบแสงสว่างจะต้องสามารถเปิดและปิดที่สวิตช์ ณ ตำแหน่งซึ่งจะต้องอยู่ใกล้ประตูเข้าออกที่กำหนดไว้ในแบบ ไฟฉุกเฉิน (ถ้ามี) จะต้องทำงานได้ทั้ง Normally และ Automatically Transfer โดยเป็นแบบไฟฉุกเฉินกระแสดตรง (DC Emergency) ในกรณีที่เกิดแหล่งจ่ายจากไฟกระแสสลับ (AC Source) ชุดไฟฉุกเฉินพร้อมแบตเตอรี่จะต้องเป็นแบบปกติปิด (Normally Off) และจะต้องทำงานในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับไม่สามารถจ่ายไฟได้

ระดับความส่องสว่างและชนิดของหลอดไฟสำหรับพื้นที่ในอาคารโรงไฟฟ้าจะต้องสอดคล้องกับแบบ ค่าความสว่างเกิดขึ้นนั้น จะต้องคิดค่าความสว่าง (Lux) ที่อายุของหลอด โดยได้กำหนดค่า Maintenance Factor ไว้ที่ 0.7 ซึ่งระดับความส่องสว่างจะต้องมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ โดยระดับความสว่างจะวัดจากพื้นขึ้นมา 0.80 เมตร โดยใช้เป็นฐานในการออกแบบ การติดตั้งความส่องสว่างจะต้องสอดคล้องกับข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่า

(ข) เต้ารับ (Convenience Receptacle)

เต้ารับจะต้องจัดเตรียมไว้ตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบประกอบ ถ้าแบบไม่แสดงไว้ให้จัดเตรียมไว้อย่างน้อย 2 ชุด

#### 15.6.4 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) บัลลัสต์จะต้องเป็นแบบกำลังสูญเสียต่ำ 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) สวิตช์ (Switch)

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

(3) ตัวรับ (Receptacle)

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

ตัวรับกำลัง (Power Receptacle) จะเป็นแบบ Duplex Outlet พร้อมสายดิน 380/220 โวลท์ 30 แอมแปร์

ตัวรับกันน้ำ (ถ้ามี) จะต้องมีการกันยาวโดยรอบ กล่องเหล็กพร้อมฝาปิดแบบสปริง การติดตั้งตัวรับจะต้องติดตั้งสูงจากพื้น 0.3 เมตร

(4) แผ่นติดตั้ง (Device Plates)

แผ่นสำหรับ Flush Mounted Devices จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง และเป็นแบบ High Nickel Stainless Steel

(5) ชุดการติดตั้งภายนอก (Outlet Fitting)

อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบจะต้องมีการเตรียมการติดตั้งที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นกล่อง หรืออุปกรณ์ที่ออกมาโดยเฉพาะ

ในงานฝังท่อภายนอก จะต้องเตรียม Galvanized Pressed Steel Bar ไว้ โดยกล่องจะออกมาโดยเฉพาะสำหรับความต้องการของอุปกรณ์นั้น ๆ และในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาตามท้องตลาดได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำกล่องขนาดพิเศษขึ้นมาโดยจะต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

กล่องลอยที่จะใช้สำหรับใส่สวิตช์และปลั๊กจะต้องเป็นชนิด Cast Type หรือเป็นไปตามความต้องการของอุปกรณ์นั้นๆ

กล่องและการติดตั้งในพื้นที่เปียกจะต้องเป็นแบบกันน้ำ

## 15.7 สายไฟและเคเบิล

### 15.7.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟ เคเบิล และส่วนเพิ่มเติมต่างๆ ตามที่กำหนดไว้

(2) ตัวอย่างของสายไฟและสายเคเบิล จะต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่วๆ ไปในแต่ละตัวอย่าง จะต้องมีความแข็งแรงและชนิดของฉนวนเขียนไว้บนเปลือกของสายด้วย

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

### 15.7.2 วัสดุ

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

- (1) สายเคเบิล 750 V.

สายเคเบิลที่ใช้ในแสงสว่าง มอเตอร์ และระบบดินจะต้องมีฉนวน PVC กันความร้อน  
สายเคเบิลชนิด THW, NYY ขนาดตั้งแต่ 2.5 ตร.มม. จนถึง 500 ตร.มม. จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน TIS  
11-2533

- (2) สายไฟ

สำหรับระบบลงดินจะต้องเป็นทองแดง โดยต้องได้มาตรฐาน TIS หรือใกล้เคียง

### 15.7.3 การติดตั้ง

- (1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุในการดึงสายไฟและเคเบิลไปตามที่ต่างๆ  
และทำการต่อหรือพันห่อปิดปลายสาย

- (2) สายไฟหรือเคเบิลในท่อ

- (ก) ใช้ข้อสับที่เป็นลูกกลิ้ง เพื่อป้องกันการบิดงอของสายเคเบิลที่นำเข้าท่อร้อยสาย
- (ข) จะต้องระวังดินหรือน้ำเข้าไปในท่อ
- (ค) ทำความสะอาดท่อเดินและนำ Compound Prior ออกเพื่อทำการใส่สายเคเบิลใหม่ลงไป
- (ง) ฉนวนของตัวนำจะต้องไม่เสียหาย
- (จ) จะต้องไม่ม้วนตัวนำน้อยกว่าที่ข้อแนะนำของอุปกรณ์มีไว้
- (ฉ) ทำการหล่อลื่นสายเคเบิลถ้าต้องการดึงโดยใช้สารหล่อลื่น (Compound) อย่าใช้น้ำมันหรือ

จารบี

- (ช) การเชื่อมต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องดึงสาย และกล่องเชื่อมสายภายนอก

(ซ) ใช้จันทวนเคเบิลในการดึงสายไฟไปยังกล่อง และในท่อเพื่อป้องกันการงอของตัวนำที่  
มากเกินไป และตัวนำจะต้องไม่สัมผัสกับขอบที่มีความคม

- (ณ) สำหรับสายเคเบิลขนาดใหญ่ ควรใช้กริป (Grip) ในการดึงสาย

- (ญ) ความตึงในการดึงสายต้องไม่มากกว่าที่ข้อกำหนดของสายกำหนดไว้

(ฎ) ถ้าในขณะทำงาน ผู้รับจ้างพบว่าที่ว่างภายในท่อร้อยสายไฟน้อยกว่า 40% ให้  
ปรึกษากับวิศวกรควบคุมการก่อสร้างและหยุดการทำงานเพื่อรอผลการพิจารณา แต่โดยทั่วไป จำนวนของ  
สายเคเบิลในท่อมีการกำหนดไว้ตามตารางที่ 15.1

(ฎ) สายเคเบิลทั้งหมดจะต้องทำการตรวจสอบในส่วนของคุณภาพและความยาวก่อนทำการดึงเข้าไปในท่อ เคเบิลที่ดึงไปในท่อผิดขนาด หรือสั้นเกินไปให้นำออกมาและเปลี่ยนใหม่ โดยเคเบิลจะต้องถูกนำออกจากท่อทันที

(จ) เมื่อทำการดึงสายเสร็จจะต้องทำเครื่องหมายที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง ทั้งในส่วนของสายไฟฟ้ากำลัง และส่วนสายไฟฟ้าควบคุม โดยจะต้องแสดงขนาดของสายและอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อกับสายนั้นๆ

ตารางที่ 15.1 จำนวนสายตัวนำที่มากที่สุดในการร้อยท่อ

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

(3) สายเคเบิลในรางเดินสาย

(ก) ติดตั้งลูกรอกและลูกกลิ้ง เพื่อความสะดวกในการดึงสาย ใช้ลูกรอกรัศมีวงกว้างสำหรับการดึงในส่วนที่โค้งงอ

(ข) ใช้ Basket Pulling Grip ดึงสายเคเบิลโดยความดึงจะต้องไม่เกินข้อกำหนดของสายเคเบิล

(ค) ปรับแต่งสายเคเบิลในรางเดินสายให้สวยงาม

(ง) จัดทำทางเข้าสำหรับสายเคเบิล (Crossovers) ถ้าจำเป็น

- (จ) จะต้องมีย่อว่างระหว่างสายเคเบิล นอกจากจะมีการกำหนดไว้อย่างอื่น
- (ฉ) ป้องกันสายเคเบิลในรางเดินสายด้วย Bonding Clips
- (ช) รัศมีในการโค้งงอต้องไม่น้อยกว่า 7 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเคเบิลนั้น ๆ
- (ซ) การควบคุมคุณภาพ (Field Quality Control)
  - 1) ทดสอบความต่อเนื่องในการเดินสาย ระบบสายดิน และการลัดวงจรจากการต่อของอุปกรณ์อื่น ๆ
  - 2) ทดสอบขั้นสุดท้ายในการต่ออุปกรณ์สำหรับความต่อเนื่องของระบบสายดินและการลัดวงจร
  - 3) ความต้านทานของฉนวนสำหรับสายป้อนหลักและสายป้อนย่อย
    - ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวน
    - ตรวจข้อผิดพลาดและส่วนต่าง ๆ ด้วย Faultly Insulation
    - แสดงการติดตั้งของระบบดิน การลัดวงจร และความต้านทานของฉนวนตามค่าของ ICEA
  - 4) ทดสอบสายเคเบิลที่ฝังดินโดยตรง หลังจากติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

## 15.8 ระบบสายดิน

### 15.8.1 ขอบเขตงานและความต้องการ

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบจัดเตรียมและติดตั้งระบบสายดินให้ตรงตามที่กำหนด ถ้ามีปัญหาเกี่ยวกับงานผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบ

### 15.8.2 วัสดุ

#### (1) สายดิน

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

#### (2) แท่งลงดิน

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

ในส่วนปลายของแท่งลงดินจะต้องทำให้เป็นทรงกรวย และมีความหนาของผิวหน้าทองแดงต่อเนื่องอย่างน้อยที่สุด 0.01 นิ้ว (0.254 มม.) เหล็กหุ้มด้วยทองแดงไม่สามารถนำมาใช้ได้

#### (3) วัสดุสำหรับการเชื่อมด้วยความร้อน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุสำหรับการเชื่อมด้วยความร้อนสำหรับสายดิน-สายดิน สายดิน-แท่งลงดิน และสายดิน – โครงสร้างเหล็ก

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

(4) อุปกรณ์ระบบลงดิน

(ก) Terminal Lugs

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

(5) อุปกรณ์อื่นๆ

อุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงในข้อกำหนดนี้ แต่มีในแบบประกอบ หรือในใบแสดงปริมาณงาน และราคา ให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้งให้ครบถ้วนสมบูรณ์

### 15.8.3 การติดตั้ง

ระบบไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องติดตั้งกับระบบสายดินที่อยู่ใกล้ที่สุด อุปกรณ์ป้องกันท่อจะต้องต่อลงดินด้วย ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทาสีบนจุดต่อลงดิน (Grounding Connections) ถ้ามีการทาสีไปแล้วผู้รับจ้างจะต้องทำการขัดออกและติดตั้งใหม่อีกครั้ง

อุปกรณ์ในที่บริเวณฐาน มอเตอร์ และบริเวณตัวถังหม้อแปลง ท่อร้อยสายเคเบิล โครงสร้างโลหะภายนอก และอุปกรณ์ใกล้เคียงจะต้องทำการต่อลงดินทั้งหมด

สายดินจะต้องเดินในท่อเหล็ก รวงเคเบิล แผงวงจรไฟฟ้า และแผงควบคุม และจะต้องต่อลงดินโดยใช้สายสีเขียว ถึงแม้ว่าท่อโลหะทั้งหมดจะต้องต่อระบบดิน แต่จะถือว่าเป็นการต่อลงดินสำหรับมอเตอร์ และระบบไฟฟ้าอื่น ๆ แล้วไม่ได้ การต่อจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการต่อลงดิน

ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ระบบดินมีความต่อเนื่องระหว่างระบบ ท่อ และอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งถ้าจำเป็นการเดินสายดินแยกต่างหาก ต้องกระทำด้วย

### 15.8.4 การทดสอบ

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

## 15.9 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

### 15.9.1 ความต้องการ

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

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

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

(4) หลักล่อฟ้า (Air Terminal) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (Solid Copper) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 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

(7) อุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงในข้อกำหนดนี้ แต่มีในแบบประกอบ หรือในใบแสดงปริมาณงานและราคา ให้ผู้รับจ้างดำเนินการจัดหาและติดตั้งให้ครบถ้วนสมบูรณ์

### 15.9.2 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง ดังนี้

(1) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"

(2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

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

## 15.10 การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

### (1) สายส่งไฟฟ้าแรงสูง 3.3 kV (ถ้ามี)

ประกอบด้วย เสา คอร., คอน คอร., คานห้อยหม้อแปลง, ลูกถ้วย, Cable Spacer, Support Bracket, เหล็กประกบคอน, สาย SAC, กราวด์รอต, ลวดเหล็กตีเกลียว, ล้อฟ้าแรงสูง, สมอบกคอนกรีต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดเหมารวมเป็นงาน

### (2) ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ

ประกอบด้วย เสาคอร. ล้อฟ้าแรงต่ำ แร็ค 3 ช่อง แร็ค 2 ช่อง ถ้วยแรงต่ำ ฟิวส์สวิทช์แรงต่ำ ฟิวส์แคลมป์ ลวดเหล็กตีเกลียว กราวด์รอต งานสมอบกขนาด 12 นิ้ว อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดเหมารวมเป็นงาน

### (3) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากตู้ระบบไฟฟ้าหลัก (TDB) – หม้อแปลง (ถ้ามี)

สายไฟฟ้าแรงต่ำ ประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำขนาดสายตามที่ระบุไว้ในแบบประกอบ พร้อม Cable Tray with Cover และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

### (4) หม้อแปลงไฟฟ้า (ถ้ามี)

ประกอบด้วย หม้อแปลงไฟฟ้าตามขนาดที่ระบุ ชุดการติดตั้งหม้อแปลง ล้อฟ้าแรงสูง อุปกรณ์ป้องกัน และอุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นๆ โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

### (5) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าปลายทาง (DB)

ประกอบด้วย ตู้หลักกันน้ำ สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ ไฟแสดงสถานะ หม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน อุปกรณ์เครื่องวัด บัสบาร์ กับดักฟ้าผ่า สายเคเบิล ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

### (6) ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย (LP)

ตู้จ่ายไฟฟ้าย่อย ประกอบด้วยตู้จ่ายไฟพร้อม CB หลักและย่อยขนาด 3 วงจร และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

### (7) สายไฟฟ้าแรงต่ำจากตู้จ่ายไฟฟ้าย่อยที่โรงไฟฟ้า

สายไฟฟ้าแรงต่ำประกอบด้วยสายไฟฟ้าแรงต่ำ VCT, THW และ NYY ขนาดตามแบบพร้อมท่อชนิด IMC ขนาด 15 มม. อุปกรณ์ติดตั้ง และอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยจะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม

### (8) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย โคมไฟฟ้าขนาดและชนิดตามแบบ ท่อร้อยสาย สายไฟ และอุปกรณ์ที่จำเป็น สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้ง ประกอบด้วย สวิทช์ทางเดียวขนาด 1 ถึง 3 ช่อง และเต้ารับไฟฟ้าเดี่ยวและคู่ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า จะตรวจวัดปริมาณเป็นเหมารวม