



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

โครงการนำร่องระบบผลิตพลังงานทดแทนแบบผสมผสาน
ตำบลคลองยาง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย 2 แห่ง

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค สารบัญ

	หน้า
1	ความต้องการขั้นพื้นฐาน
1.1	มาตรฐานที่ใช้ 1-2
1.2	คุณภาพวัสดุและฝีมือ 1-2
1.3	มาตรการความปลอดภัย 1-3
1.4	การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน 1-3
1.5	การเตรียมพื้นที่ 1-3
1.6	งานจัดหาน้ำ 1-4
1.7	งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง 1-4
1.8	งานถ่ายทำและบันทึกภาพ 1-4
1.9	การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร 1-4
1.10	กำหนดการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม 1-4
2.	ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค
2.1	งานถางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน 2-1
2.2	งานดินขุด 2-1
2.3	งานดินถมบดอัดแน่น และงานดินถมกลับอัดแน่น 2-1
2.4	งานทรายขุดน้ำถมอัดแน่น 2-2
2.5	งานคอนกรีต 2-2
2.6	เหล็กเสริมคอนกรีต 2-7
2.7	งานตอกเสาเข็ม 2-8
2.8	งานท่อ 2-9
2.9	งานเหล็ก 2-11
2.10	ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ 2-13
2.11	ระบบสถานีสูบน้ำ 2-13

1. ความต้องการขั้นพื้นฐาน

รายการข้อกำหนดทางด้านเทคนิคต้องใช้ควบคู่กับเงื่อนไขของสัญญา แบบก่อสร้าง ใบแจ้งปริมาณงาน และราคา ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่ระบุในเอกสารสัญญาและตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องทราบสภาพของบริเวณก่อสร้างและขอบเขตของงานก่อสร้างเป็นอย่างดี และจะต้องทำการก่อสร้างข้อกำหนดทางด้านเทคนิค แบบก่อสร้าง และคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง รายการข้อกำหนดทางด้านเทคนิคนี้แสดงมาตรฐานต่ำสุดที่ต้องการสำหรับงานก่อสร้างตามสัญญานี้

1.1 มาตรฐานที่ใช้

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคจะใช้มาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นหลัก และให้แปลความหมายของมาตรฐานอักษรย่อ ดังต่อไปนี้

AISC	American Institute of Steel Construction
ISI	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

หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้มาตรฐานอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้ ให้เสนอมาตรฐานนั้นต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยแสดงข้อมูลยืนยันว่ามาตรฐานที่เสนอนั้นมีมาตรฐานเทียบเท่ากับมาตรฐานที่กำหนดไว้ในกรณีนี้ ผู้รับจ้างจะต้องส่งหลักฐานการยืนยันคุณภาพที่เชื่อถือได้ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาอนุมัติ

1.2 คุณภาพวัสดุและฝีมือ

วัสดุก่อสร้างสำคัญทั้งปวง ซึ่งผู้รับจ้างนำมาใช้งานต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างก่อน โดยมีเกณฑ์กำหนดดังนี้

1) ภายในระยะเวลา 15 (สิบห้า) วัน หลังจากลงนามในสัญญา ผู้รับจ้างต้องส่งรายการวัสดุก่อสร้าง แหล่งผลิต ชื่อผู้ผลิต ให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอนุมัติ วัสดุก่อสร้างนี้ให้รวมถึง ซีเมนต์ น้ำยาผสมคอนกรีต หิน ทราย น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ฯลฯ เป็นต้น

2) การใช้แรงงานฝีมือต้องเป็นงานฝีมือขั้นหนึ่งในประเภทงานชนิดนั้น ๆ หรือกำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้างว่า

3) รายการวัสดุก่อสร้างใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคา แต่ผู้รับจ้างต้องนำมาใช้งานให้ถือว่ารวมอยู่ในราคาต่อหน่วยของงานที่ต้องใช้วัสดุก่อสร้างชนิดนั้น ๆ โดยรวมถึงค่าขนส่ง การจัดเก็บ การเคลื่อนย้าย วัสดุก่อสร้างนั้น ๆ ด้วย

1.3 มาตรการความปลอดภัย

ผู้รับจ้างต้องจัดทำมาตรการป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง ตามขอบเขตและรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน “เอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์” การดำเนินงานดังกล่าวให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในค่าดำเนินงานของสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมบุคลากรที่มีคุณสมบัติเฉพาะแต่ละประเภทของงาน โดยมีประสบการณ์พร้อมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการป้องกันภัยต่าง ๆ เพื่อดำเนินการจัดการระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมติคณะรัฐมนตรี

1.4 การเก็บรักษาวัสดุที่หน้างานและดูแลงาน

ผู้รับจ้างต้องป้องกันและรักษาคุณภาพของวัสดุที่จัดหา เครื่องจักรกลที่นำมาเตรียมติดตั้งทุกรายการให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา วิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีสิทธิที่จะท้วงติงผู้รับจ้างในการจัดเก็บรักษาดูแลวัสดุและงานที่ได้ทำไปแล้วให้ปฏิบัติถูกต้องเหมาะสม ดังนี้

1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บรักษาวัสดุให้เสื่อมคุณภาพ และคงมีขนาดกระชับพร้อมใช้งานโดยเก็บไว้ได้กำบังปกปิด เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและกำกับดูแลความพร้อมใช้งานของวัสดุ วัสดุขณะเก็บไว้หน้างานและขณะติดตั้งประกอบยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2) การดำเนินการเทคอนกรีตและงานอื่น อาจจะไม่อนุญาตให้เริ่มดำเนินการ หากเกิดภาวะอากาศแปรปรวน นอกจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสภาวะนั้นยอมให้ดำเนินการได้เป็นกรณีพิเศษ

หากการหยุดชะงักการทำงานมีสาเหตุจากภาวะอากาศหรือสาเหตุอื่น ผู้รับจ้างต้องป้องกันรักษาวัสดุก่อสร้างไม่ให้เสียหาย โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง และรักษาบริเวณหน้างานให้สะอาดเรียบร้อยตลอดระยะเวลาที่หยุดงาน

หากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าวัสดุหรืองานเกิดความเสียหาย โดยความบกพร่องของผู้รับจ้าง วัสดุหรืองานนั้นจะต้องรื้อย้ายและทำทดแทนขึ้นใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3) ผู้รับจ้างต้องเคารพต่อกฎหมาย ประเพณีนิยม กฎ และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการทำงานตลอดเวลา เพื่อป้องกันทรัพย์สินบริเวณข้างเคียง และบำรุงรักษาทางผ่านสาธารณะ รวบรวม ไฟฟ้าแสงสว่างและการป้องกันสาธารณูปโภคอื่นตลอดระยะเวลาดำเนินการ

4) ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างและบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียง มิให้เสื่อมเสียหายจากการดำเนินงานของผู้รับจ้าง ถ้าเกิดความเสียหายใด ๆ ต้องจัดทำขึ้นใหม่หรือทำให้ดีดังเดิม โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.5 การเตรียมพื้นที่

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

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาพื้นที่เก็บวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ ด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้าง และโดยได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

2) หลังจากเสร็จงานก่อสร้างตามสัญญาและก่อนที่ผู้ว่าจ้างจะออกหนังสือรับงานขั้นสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราว เก็บเศษสิ่งของและขยะมูลฝอยออกไปจนหมดสิ้น เศษสิ่งของและขยะจะต้องนำไปทิ้งในสถานที่ ซึ่งวิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนด

1.6 งานจัดหาน้ำ

เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาน้ำเพื่อใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง โดยอาจเดินระบบท่อน้ำและจุดต่อต่าง ๆ เป็นการชั่วคราวได้ แต่ระบบท่อน้ำและจุดต่อชั่วคราวเหล่านั้นต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และก่อนที่จะส่งมอบงานครั้งสุดท้ายต้องจัดการรื้อถอนและกลบเกลี่ยพื้นที่ให้เรียบร้อยเป็นที่น่าพอใจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างไว้แล้วแต่จะขอให้คงไว้ตามเดิม

1.7 งานจัดหาไฟฟ้ากำลัง

ระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับงานก่อสร้างฯ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและดำเนินการด้วยค่าใช้จ่ายของตนเอง การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าชั่วคราวใด ๆ จะต้องยื่นขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างไฟฟ้าฝีมือดีมาติดตั้ง ต่อเชื่อม และบำรุงรักษางานสายไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าชั่วคราว ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และในภายหลังก่อนส่งมอบงานตามสัญญาฯ จะต้องรื้อถอนให้เรียบร้อย เว้นแต่ต้องการให้คงไว้

1.8 งานถ่ายทำและบันทึกภาพ

ผู้รับจ้างต้องถ่ายทำและบันทึกภาพของโครงการในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ บันทึกข้อมูลในเครื่องบันทึกขนาดพกพา (Flash Drive) ตั้งแต่การเริ่มงานก่อสร้างจนกระทั่งงานแล้วเสร็จ รวมถึงการลำดับขั้นตอนการทำงาน จุดประสงค์ของการจัดทำ เพื่อแนะนำโครงการให้แก่บุคคลทั่วไปเข้าใจ และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต โดยเสนอขั้นตอนการดำเนินงานให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ

1.9 การประสานงานและการติดต่อสื่อสาร

1) การติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารด้วยวิทยุการสมัยใหม่สำหรับผู้ควบคุมงานในสนามที่มีคุณภาพและความน่าเชื่อถือที่เพียงพอสำหรับการติดต่อสื่อสารในการก่อสร้าง

2) การติดต่อสื่อสารกับหน่วยงานภายนอก

ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมแผนการดำเนินงานวัตถุประสงค์ และรายชื่อหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดทำเป็นหนังสือถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.10 แผนการทำงานของโครงการ รายงาน และการประชุม

1) แผนการทำงานของโครงการและรายงาน

(ก) ผู้รับจ้างต้องเสนอ แผนการทำงานของโครงการต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างภายใน 15 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยเสนอเอกสารต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมสำเนา 3 ชุด กำหนดการทำงานจะแสดงขั้นตอนการทำงานตามเวลา

ข) ผู้รับจ้างต้องวางแผนการทำงานตาม Microsoft Project หรือ CPM Chart หรือ การวางแผนทำงานชนิดอื่น ๆ ที่คล้ายกันและได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

ค) ผู้รับจ้างต้องระบุและเผื่อเวลาการทำงาน เวลาที่เผื่อไว้ต้องสมเหตุสมผลตามหลักการกำหนดการทำงานต้องทำรายละเอียดเป็นรายสัปดาห์และรายเดือน เพื่อให้สามารถติดตามควบคุมความก้าวหน้าของงานตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง

ง) แผนการทำงานจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่จำกัด หรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งการ โดยไม่ยอมให้มีการเบิกจ่ายเงินเพิ่มเติม ผลจากการเปลี่ยนแปลงกำหนดการทำงาน ผู้รับจ้างต้องคำนึงไว้ว่าการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกำหนดการทำงานนั้นเพียงพอให้เร่งทำงานให้แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา

จ) ทุกสัปดาห์ ผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบ ผลงานที่แท้จริงกับรายละเอียดแผนการทำงานของโครงการ ผลการปรับแก้ต้องเสนอในรายงานประจำเดือน กรณีที่งานล่าช้า ผู้รับจ้างต้องทบทวนปรับเวลางานก่อสร้างพร้อมชี้แจงรายละเอียดที่ทำให้งานล่าช้า

ฉ) ผู้รับจ้างต้องปรับแผนงานโครงการให้เป็นปัจจุบันและส่งมอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างไม่เกินวันที่ 5 ของเดือนถัดไป โดยอยู่บนพื้นฐานความก้าวหน้าของงานทุกวันที่ 25 ของเดือนก่อน การปรับตารางโครงการจะต้องส่งมอบให้พิจารณาก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการพิจารณาแก้ไขใหม่

ช) ผู้รับจ้างต้องปรับแผนงานของโครงการให้เป็นปัจจุบัน และเสนอต่อวิศวกรควบคุมการก่อสร้างภายในทุกวันที่ 25 ของเดือน รายการใดที่งานช้ากว่ากำหนดเกิน 10 วันขึ้นไป ผู้รับจ้างต้องเสนอแผนการเร่งรัดงานพร้อมแนบในรายงานประจำเดือน จำนวน 3 ชุด โดยรายละเอียดอย่างน้อย ต้องมีดังนี้

- (1) รายชื่อพนักงานที่จ้างและคนงานระหว่างการทำงาน
- (2) แผนงานกำหนดเวลาต้องแสดงไว้ที่หน่วยงาน เพื่อบ่งถึงจำนวนวันที่ทำงาน
- (3) กิจกรรมการทำงานที่มีความก้าวหน้าในเดือนที่ทำงาน ต้องเทียบกับความก้าวหน้าของกิจกรรมนั้นกับกำหนดการที่ประมาณการไว้ วันเริ่มงานที่แท้จริง วันเริ่มงานที่วางแผนไว้ หรือวันทำงานแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม

- (4) กิจกรรมใดที่เริ่มทำงานภายในอีก 2 เดือน ต้องพร้อมกำหนดวันเริ่มงานได้
- (5) กราฟแสดงความก้าวหน้าของงานแต่ละเดือน เฉพาะกิจกรรมที่สำคัญ
- (6) สภาพอากาศ เช่น ฝน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุดความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น
- (7) บันทึกการโต้ตอบหนังสือ การสั่งการของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง
- (8) อุบัติเหตุ และเหตุสุดิวสัย
- (9) เหตุการณ์ที่สำคัญ เช่น การต่อสู้ การหยุดงาน เป็นต้น

2) การประชุมโครงการ

(ก) การประชุมโครงการ ระหว่างวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ผู้แทนผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดขึ้นทุกเดือนที่แน่นอน ตามกำหนดการที่ยอมรับทั้ง 2 ฝ่าย การประชุมจะมีขึ้นได้ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างสั่งการ

(ข) การประชุมโครงการ จะเป็นการทบทวนความก้าวหน้าของงานระหว่างก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าของงาน ทบทวนกิจกรรมต่าง ๆ ของการทำงาน

(ค) วิศวกรควบคุมการก่อสร้าง อาจใช้เวลาในการประชุมสั้น ๆ โดยการร่วมกันพิจารณา พร้อมลงนามในบันทึกการประชุม โดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้างกับตัวแทนผู้รับจ้าง สำเนาที่ผ่านการร่วมพิจารณาจะส่งถึงแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใน 4 วัน

(ง) วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจเชิญประชุมเป็นกรณีพิเศษ นอกเหนือจากที่ดำเนินการประชุมโครงการ

2. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

2.1 งานถางป่า ขุดต่อ และงานขุดเปิดหน้าดิน

2.1.1 งานถากถางและขุดสิ่งไม่พึงประสงค์

ผู้รับจ้างจะต้องตัดโค่นต้นไม้ พุ่มไม้ ขุดถอนต้นไม้ รวมทั้งรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่องานก่อสร้างภายในขอบเขตพื้นที่ก่อสร้างวางแผนโซลาร์เซลล์ และท่อส่งน้ำ สิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ ต้องนำไปทิ้งหรือทำลายตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ

2.1.2 งานขุดเปิดหน้าดิน

บริเวณที่ต้องการถมปรับระดับเพื่อวางแผนโซลาร์เซลล์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดเปิดหน้าดินที่มีอินทรีย์วัตถุ และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมด เช่น รากไม้ รากหญ้า และวัชพืชต่าง ๆ ที่ทับถมกันอยู่วัสดุเหล่านี้จะต้องขนย้ายออก และนำไปทิ้งตามตำแหน่งที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดให้ พร้อมทั้งปรับเกลี่ยบริเวณที่ทิ้งดินให้เรียบร้อย ส่วนความหนาของงานขุดเปิดหน้าดินนี้ให้มีความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ กรณีไม่ได้กำหนดไว้ในแบบให้เปิดหน้าดินหนาไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร หรือวิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะเป็นผู้กำหนดในสนาม

2.2 งานดินขุด

งานดินขุด เป็นการขุดแต่งดินภายในเขตก่อสร้างเพื่อวางท่อส่งน้ำ PVC ตามแบบมาตรฐานการขุดวางท่อ

1) ผู้รับจ้างจะต้องขุดให้ได้แนวระดับและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐานการขุดวางท่อ การขุดต้องขุดด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ ต้องป้องกันให้วัสดุที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดคงอยู่ในสภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

2) ในกรณีที่ขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดจากแบบมาตรฐานการขุดวางท่อ ความเสียหายของลาดและการพังทลายของลาดดินในขณะดำเนินการขุดไม่ว่าจะเนื่องด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้เป็นของผู้รับจ้าง

2.3 งานดินถมบดอัดแน่น และงานดินถมกลับอัดแน่น

เป็นการถมดินบริเวณที่ตั้งแผงโซลาร์เซลล์ หรือดินถมกลับอัดแน่นงานวางท่อส่งน้ำ ให้ได้ระดับตามที่กำหนดในแบบ

2.3.1 แหล่งดินที่นำมาใช้ถม

ดินที่จะนำมาใช้ถมคันดินบริเวณที่ตั้งแผงโซลาร์เซลล์ จะนำมาจากดินขุดบ่อก่อสร้าง จากบ่อยืมดิน หรือจากแหล่งที่กำหนดโดยวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยดินจะต้องมีคุณภาพตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

2.3.2 การเตรียมปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ

ก่อนที่จะทำการถมคันดิน จะต้องขนย้ายเอาผิวดินและอินทรีย์วัตถุออกให้หมดแล้วตกแต่งผิวดินที่จะถมดินให้สะอาดเรียบร้อยได้ความชื้น และความแน่น ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นสมควร

2.3.3 การบดอัดดิน

หลังจากการปรับปรุงผิวดินเป็นฐานรองรับ เมื่อจะถมดินบดอัดแน่นขึ้นต่อไป จะต้องดำเนินการดังนี้

1) นำดินที่คัดเลือกแล้วมาปูเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเก็บวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมดทำให้ความชื้นโดยสม่ำเสมอ ดินที่มีก้อนขนาดใหญ่จะต้องแยกให้เล็กลงตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างแนะนำ แล้วทำการบดอัดความหนาของชั้นดินที่ปูเป็นชั้นในแนวราบ เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาดังนี้

(ก) เมื่อใช้เครื่องกระทุ้ง หรือทำการกระทุ้งด้วยแรงคน ความหนาแต่ละชั้นเมื่ออัดแน่นแล้วจะต้องไม่หนากว่า 10 เซนติเมตร

(ข) การใช้เครื่องจักรอื่น ๆ ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง แต่ความหนาของดินแต่ละชั้น เมื่อบดอัดแน่นแล้วจะต้องมีความหนาไม่เกินที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

2) การบดในชั้นหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เครื่องมือชนิดเดียวกัน มีน้ำหนักเท่ากันโดยตลอด

2.3.4 ความชื้น

ความชื้นที่มีอยู่ในดินก่อนหรือระหว่างบดอัดดินแต่ละชั้น ต้องมีความชื้นไม่มากกว่า หรือน้อยกว่า 3% จากจุด OPTIMUM MOISTURE CONTENT ถ้ามากหรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดนี้ จะไม่ยอมให้บดอัด นอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างเสียก่อน หรือจนกว่าจะทำให้ดินนั้นเปียกหรือปล่อยให้แห้งให้ได้ตามความต้องการเสียก่อน

2.3.5 ความแน่นของดิน

ความแน่นของดินถมบดอัดแน่นแต่ละชั้น เมื่อทำการทดสอบความแน่นด้วยวิธี STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST ASTM-D-698 METHOD A แล้วจะต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่า 85% ของความหนาแน่นสูงสุดตามวิธีการทดสอบ AASHTO T99 หรือที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

2.3.6 การตรวจสอบความแน่นของดิน

วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะตรวจสอบความแน่นของดินที่อัดแล้วในสนาม ตามหลักวิชาการที่เห็นสมควร จำนวนความถี่ (FREQUENCY OF DENSITY TESTING) ในการตรวจสอบให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

2.4 งานทรายชุ่มน้ำถมอัดแน่น

เป็นการถมทรายหยาบเปียกน้ำบริเวณฐานวางท่อ PVC ให้ได้ระดับตามแบบมาตรฐานขุดวางท่อส่งน้ำ ทรายหยาบที่ถมจะต้องเป็นวัสดุที่สะอาดปราศจากวัสดุที่ย่อยสลายได้เจือปน

2.5 งานคอนกรีต

งานคอนกรีตนี้จะใช้กับการก่อสร้างฐานรองรับระบบแผงโซลาร์เซลล์

2.5.1 อัตราส่วนผสมคอนกรีต

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีต (DESIGN MIXES) ขึ้นให้ตรงกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้ระบุกำลังกด (COMPRESSIVE STRENGTH) ไว้ในแบบก่อสร้างแล้ว และต้องเสนอต่อวิศวกรผู้ควบคุมการก่อสร้างอนุมัติ

2.5.2 วัสดุผสมคอนกรีต

1) ปูนซีเมนต์ ต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (PORTLAND CEMENT) ประเภทหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ครั้งล่าสุด การใช้ปูนซีเมนต์ประเภทอื่น เช่น สอง สาม หรือห้า ต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษร จากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง ปูนซีเมนต์ต้องเป็นของใหม่ ไม่หมดอายุใช้งาน ไม่เสื่อมคุณภาพ ไม่เปียกชื้น โดยนับอายุตั้งแต่ออกจากโรงงานไม่เกิน 1 เดือน ในฤดูฝน และไม่เกิน 3 เดือน ในฤดูแล้ง

2) หินย่อย ต้องเป็นหินย่อยน้ำจืด มีเม็ดแข็งแรงแรง สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน และมีสัดส่วนคละที่ 2

3) หินย่อย เป็นหินโมด้วยเครื่องจักร เบอร์ 1 หรือเบอร์ 2 มีความแข็งแรงแรง ทนทาน ปราศจากสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการ รูปร่างลักษณะเหลี่ยมค่อนข้างกลม มีส่วนเรียบแบนน้อย

4) น้ำ ต้องเป็นน้ำจืดที่ใสสะอาด ไม่มีสารต่าง ๆ เจือปน เช่น น้ำมัน เกลือ ด่าง ตะกอนสารอินทรีย์ หรือวัตถุใด ๆ ที่เป็นอันตรายต่อความแข็งแรงของคอนกรีต

5) น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURE) ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้ ต้องเสนอขออนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างล่วงหน้าก่อนในเวลาอันสมควรเพื่อพิจารณาเห็นชอบ น้ำยาผสมคอนกรีตทุกชนิดต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามเกณฑ์กำหนดของ 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

2.5.3 ความเหลวของคอนกรีต

ความเหลวของคอนกรีตวัดได้จากการยุบตัว (SLUMP) ซึ่งอยู่ระหว่าง 5 - 9 ซม. การตรวจสอบการยุบตัว (SLUMP TEST) ให้ปฏิบัติตาม ASTM C143 ในกรณีต้องการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต (ADMIXTURES) ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง และต้องส่งตัวอย่างล่วงหน้าอย่างน้อย 28 วัน ก่อนวันที่คาดว่าจะใช้น้ำยาผสมคอนกรีตนั้น ถ้าเป็นน้ำยาผสมคอนกรีตที่จะใช้เพื่อเป็นการเพิ่มฟองอากาศให้กับคอนกรีต ต้องจัดหาเครื่องมือวัดฟองอากาศ (AIR METER) ไว้ด้วย

2.5.4 แบบหล่อคอนกรีต

1) วัสดุที่ใช้ทำแบบหล่อ เช่น ไม้ ไม้อัด แผ่นเหล็ก จะต้องทนต่อการบดบังซึ่งเกิดจากการเทหรือการกระแทกทำให้คอนกรีตแน่น โดยคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ มีดังนี้

(ก) ไม้แบบ ไม้ที่จะนำมาทำแบบจะต้องหนาไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว และกว้างไม่เกิน 9 นิ้ว ยึดโยงติดกันให้แข็งแรงไม่โยกคลอน

(ข) ไม้อัด จะต้องเป็นไม้อัดที่ทำด้วยกาวยานิตพิเศษ สามารถกันน้ำได้ ไม่เสียรูปเมื่อถูกน้ำหนาไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

2) การเตรียมพื้นผิวฐานรองรับคอนกรีต ผิวแบบด้านที่ติดคอนกรีตต้องสะอาดไม่มีเศษคอนกรีตและปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่ รวมทั้งวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรกและหย่อนคุณภาพ ผิวแบบก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาด และทาด้วยน้ำมันชนิดที่ใช้ทาแบบสำหรับงานคอนกรีต ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตเกาะติดแน่น ถ้าเป็นไม้แบบหยาบสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการฉาบผิวผิวปูน ไม่ต้องการทาด้วยน้ำมัน

3) แบบหล่อเมื่อได้ประกอบแล้ว ต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและได้ตำแหน่ง แนว ระดับ ขนาดและรูปร่าง ถูกต้องตามระบุไว้ในแบบ

4) ก่อนเทคอนกรีต ต้องทำความสะอาดแบบหล่อ อุดรูรั่ว ให้เรียบร้อย ทาแบบด้วยน้ำมันทาแบบสำหรับ งานคอนกรีต เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตติดแบบและมีรอยเปื้อน

5) อนุโลมให้มีการยึดแบบด้วยโลหะ เช่น ลวด เส้นเหล็กกลม หรือท่อเหล็กขนาดเล็กได้ แต่หลังจากถอดแบบ หล่อคอนกรีตออกแล้ว ต้องตัดหรือสกัดปลายให้สั้นเข้าไปในผิวคอนกรีตอย่างน้อย 2 ซม. และอย่างน้อย 3 ซม. สำหรับผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับน้ำ รุซึ่งเกิดจากการตัดหรือสกัดนั้น ต้องซ่อมแซมทันทีโดยการอุดด้วยปูน ทราย มีส่วนผสม 1:2 หรือตามวิธีที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นชอบ

2.5.5 การผสมและการเทคอนกรีต

1) วัสดุต่าง ๆ สำหรับผสมคอนกรีต ต้องจัดเตรียมให้พร้อมและมีปริมาณเพียงพอเพื่อทำงานคอนกรีต ได้ต่อเนื่องกันโดยไม่ขาดระยะเวลา

2) เครื่องจักรเครื่องมือ สำหรับผสมคอนกรีต ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง โดยพิจารณาถึงชนิด ขนาด และสภาพให้มีความเหมาะสมพร้อมที่จะทำงานได้ดี ต้องมีเครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องตวง วัดปริมาตร ให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนด เครื่องผสมคอนกรีต (CONCRETE MIXER) จะต้องเป็นแบบ DRUM TYPE ที่มีประสิทธิภาพและขนาดเหมาะสมกับงานคอนกรีต ตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นว่าสามารถผสม หิน ทราย ซีเมนต์ และน้ำ ให้คลุกเคล้ากันได้ดี ภายในเวลาของการผสมที่กำหนดให้ และเมื่อเทคอนกรีตออกจาก เครื่องผสมแล้วส่วนผสมจะต้องไม่แยกตัวออกจากคอนกรีต (SEGREGATION)

3) อัตราส่วนผสมและการผสม

(ก) อัตราส่วนผสมของวัสดุ เช่น หิน ทราย ปูนซีเมนต์ น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีตต้องใช้วัสดุตาม อัตราส่วน ให้ตรงกับความต้องการของงานแต่ละประเภท

(ข) วัสดุที่ใช้ผสม เช่น หิน ทราย และปูนซีเมนต์ ต้องให้ได้สัดส่วนโดยการชั่งน้ำหนัก เว้นแต่ วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะยินยอมหรืออนุมัติเป็นอย่างอื่น

(ค) ปริมาณและระยะเวลาการผสมคอนกรีตแต่ละครั้งจะไม่เกินปริมาตรและระยะเวลาไม่น้อยกว่า ความสามารถของเครื่องผสมที่ผู้ผลิตได้ระบุไว้ เวลาการก่อสร้างกำหนดโดยการทดลองดูผลของการทำงานของ เครื่องผสมคอนกรีต ณ ที่นั้น

4) คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) ส่วนผสมของคอนกรีต ยอมให้เปลี่ยนแปลงได้บ้าง ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต ก่อนที่จะนำมาใช้จะต้องส่งรายการคำนวณออกแบบส่วนผสม และผลทดสอบจากการผสมจริง ให้วิศวกรผู้ควบคุมงานก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบก่อน

5) การเทคอนกรีต ทำได้หลังจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้างได้ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบหล่อ การผูกเหล็ก การวางเหล็ก และสิ่งที่ยึดในคอนกรีต โดยมีข้อปฏิบัติดังนี้

(ก) คอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วต้องเทลงในแบบหล่อให้หมดภายในเวลา 30 นาที ถ้าใช้ SET RETARDING ADMIXTURE จะต้องไม่เกิน 1 ชม.

(ข) การเทคอนกรีตจากที่สูงต้องมีรางหรือท่อส่งคอนกรีต ต้องให้ปลายท่อด้านล่างจมอยู่ใน คอนกรีตที่เทใหม่ ห้ามเทคอนกรีตในระยะสูงกว่า 1.50 เมตร จากพื้นผิว หรือจากกรณีใด ๆ ที่ทำให้มวลรวม แยกตัวออกจากกัน

(ค) การหล่อคอนกรีตที่เชื่อมเข้ากันกับคอนกรีตเดิม ให้กะเทาะผิวหน้าคอนกรีตเดิมเสียก่อน ราวด้วยน้ำปูนแล้วจึงเทของใหม่ทับลงไป

(ง) การเทแต่ละครั้งความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และต้องกระทุ้งให้คอนกรีตเนื้อแน่นด้วยเครื่องสั่น (Vibrator)

(จ) ในระหว่างที่ฝนตกต้องระงับการเท โดยก่อนหยุดให้กระทุ้งคอนกรีตส่วนเทให้แน่นและแต่งหน้าตัดให้ขรุขระไว้เป็นรอยต่อสำหรับงานก่อสร้าง

(ฉ) ขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ต้องระวังไม่ให้คอนกรีตได้รับความกระทบกระเทือน และต้องป้องกันการสูญเสียน้ำจากแสงแดดและลมด้วย

2.5.6 การถอดแบบหล่อคอนกรีตและไม้ค้ำยัน

เพื่อประสงค์จะให้มีการบ่มคอนกรีตและตกแต่งซ่อมแซมผิวโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ฉะนั้นควรมีการถอดแบบเร็วที่สุด เมื่อได้พิจารณาและมั่นใจแล้วว่าคอนกรีตจะไม่เสียหาย โดยปกติทั่วไปจะไม่มีการถอดแบบหล่อคอนกรีตที่มีอายุน้อยกว่า 48 ชม. จะไม่ยอมให้มีการถอดแบบหล่อก่อนกำหนด เว้นแต่จะมีเอกสารแสดงกำลังอัดคอนกรีตพร้อมกับการคำนวณ แสดงว่าอาคารส่วนนั้นแข็งแรงพอที่จะถอดแบบได้แล้ว โดยความเห็นชอบยินยอมจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

2.5.7 การบ่มคอนกรีต

เมื่อผิวหน้าคอนกรีตแข็งดีแล้ว จะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นทันทีอยู่ตลอดเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป จะต้องรักษาคอนกรีตไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยการหล่อน้ำขังไว้ คลุมด้วยวัสดุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

2.5.8 การซ่อมคอนกรีต

1) การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง จะใช้กับผิวคอนกรีตที่บกร่องมีรอยมีรูตามลักษณะและขนาดดังนี้

(ก) เป็นรูที่มีความลึกเกือบเท่าหรือมากกว่าความกว้างปากรูด้านที่น้อยที่สุดซึ่งรูเหล่านี้เกิดจากการสกัดตัดลวดเหล็ก หรือน็อตที่ใช้ยึดแบบออก

(ข) ร่องแคบ ๆ ที่เกิดจากการสกัดหรือตกแต่งรอยแตกร้าวของคอนกรีต การซ่อมด้วยปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้กับความบกพร่องของคอนกรีตที่มีลักษณะดังนี้

- ร่องรูตื้นมากเมื่อเทียบกับความกว้าง
- ร่องรูลึกถึงเหล็กเสริมคอนกรีต
- ร่องรูลอดผ่านทะลุตลอดหน้าตัดของคอนกรีต

2) การซ่อมด้วยคอนกรีต จะใช้วิธีนี้เมื่อคอนกรีตเป็นช่องผ่านทะลุตลอด และมีลักษณะดังนี้

(ก) ช่องในคอนกรีตที่ไม่เสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1 ตารางฟุต และลึกตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป

(ข) ช่องในคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีขนาดมากกว่า 1/2 ตารางฟุต และลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริม

3) การซ่อมด้วยปูนทราย จะใช้ได้เมื่อ

(ก) แผลที่ซ่อมกว้างมากไม่เหมาะสมที่จะใช้ปูนทรายแห้งและก็ยังตื้นเกินไปสำหรับการซ่อมด้วยคอนกรีต

(ข) ความลึกของแผลไม่ลึกกว่าระยะจากผิวคอนกรีตถึงเหล็กเสริมด้านที่ใกล้สุด

2.5.9 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการจัดหารูปแบบที่จำเป็นและแรงงานที่มีความสามารถเพื่อเก็บตัวอย่างคอนกรีต โดยการควบคุมดูแลของวิศวกรควบคุมการก่อสร้างตามวิธีการปฏิบัติและเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้

- 1) การเก็บตัวอย่างเพื่อหาการยุบตัว จะเก็บทุกครั้งเมื่อมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบหาแรงอัด
- 2) การเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบหาแรงอัดต้องทำ 1 ชุด จำนวน 6 ตัวอย่าง ทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตหรือตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะร้องขอ

3) การทดสอบแท่งคอนกรีต

(ก) แบบหล่อ (MOLD) ต้องเป็นเหล็กประกอบกันเป็นรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 6" และสูง 12" วางตั้งกับแผ่นเหล็กที่แต่งเรียบแล้วและถูกยึดด้วยสกรูน็อต ก่อนหล่อคอนกรีตต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันภายใน

(ข) ตัวอย่างคอนกรีตที่จะใช้หล่อนั้น วิศวกรควบคุมการก่อสร้างอาจจะต้องทำให้ผู้รับจ้างเก็บตัวอย่างจากที่ใดที่หนึ่งของงานที่กำลังทำอยู่นั้น เช่น คอนกรีตหลังจากผสมเสร็จแล้ว หรือหลังจากการลำเลียงไปถึงก่อนเทเข้าแบบหล่อก็ได้ เมื่อมีเหตุทำให้สงสัยว่าจะได้ตัวอย่างคอนกรีตไม่ตรงความต้องการ วิศวกรควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจร้องขอให้เก็บตัวอย่างใหม่ได้

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

(ง) การกระทุ้งครั้งแรกต้องกระทุ้งให้ถึงแผ่นเหล็กที่เป็นฐานของ MOLD ส่วนการกระทุ้งชั้นสองและชั้นสามให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นที่กระทุ้งไปแล้วเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งชั้นที่สามแล้วใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ

4) หลักการปฏิบัติเพิ่มเติม มีดังนี้

- (ก) พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ
- (ข) พื้นที่วางแบบหล่อไม่ควรมีการสั่นสะเทือนใด ๆ
- (ค) การปาดผิวหน้าให้ใช้ควรระมัดระวังอย่าให้ผิวฉุน
- (ง) แบบเมื่อหล่อคอนกรีตแล้วควรไว้ในร่ม ไม่ให้ถูกแดดหรือฝน
- (จ) เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้ จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบในวันรุ่งขึ้น
- (ฉ) การแกะแบบจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 24 ชั่วโมง หลังจากหล่อ เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบแล้วให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ความยุบตัว และหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลบเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ
- (ช) จะต้องคลุมแท่งคอนกรีตด้วยกระสอบชื้นหรือแช่น้ำไว้นานอย่างน้อย 5 วัน แล้วนำลงบรรจุในหีบ ซึ่งมีทรายเปียกล้อมรอบทุกด้าน หนาไม่น้อยกว่า 5 ซม. แล้วจัดส่งให้ห้องทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพ แท่งคอนกรีตที่ร้าวหรือแตกขณะแกะแบบ จะต้องทิ้ง ไม่ควรนำมาทดลอง

2.5.10 การทดสอบคุณภาพคอนกรีตโดยการทดสอบหาแรงอัด

ตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่เก็บได้แล้ว วิศวกรควบคุมการก่อสร้างจะต้องดำเนินการจัดส่งไปทดสอบในสถานที่ที่น่าเชื่อถือหรือทางราชการยอมรับ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด การทดสอบจะดำเนินการตามเกณฑ์ต่อไปนี้

- (ก) แท่งคอนกรีต 1 ชุด จำนวน 6 แท่ง จะแบ่งส่วนให้ห้องทดลองจำนวน 3 แท่งเพื่อทดสอบกำลังกดที่อายุ 28 วัน ที่เหลืออีก 3 แท่ง จะทดสอบที่อายุ 7 วัน เพื่อใช้ควบคุมการก่อสร้าง

(ข) กำลังกดของแท่งคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

กำลังกดของแท่งคอนกรีต ที่อายุ 28 วัน	กำลังของแท่ง คอนกรีต ที่อายุ 7 วัน	หมายเหตุ
- แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม ² - แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 175 กก./ซม ² - แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 210 กก./ซม ²	- ต้องไม่ต่ำกว่า 100 กก./ซม ² - ต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ซม ² - ต้องไม่ต่ำกว่า 170 กก./ซม ²	ถ้าผลการทดสอบกำลังกดที่อายุ 7 วัน ต่ำกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดดังกล่าวจะต้องเปลี่ยนส่วนผสมใหม่แต่การ พิจารณากำลังของคอนกรีตจะพิจารณาที่อายุ 28 วัน

2.6 เหล็กเสริมคอนกรีต

งานเหล็กเสริมคอนกรีต หมายถึง เหล็กกลม เหล็กข้ออ้อย และเหล็กโครงสร้างอื่นที่ปรากฏในแบบ
ก่อสร้างซึ่งต้องหล่อหุ้มด้วยคอนกรีต

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

เหล็กเสริมทั้งหมดต้องเป็นเหล็กใหม่ที่ไม่เคยใช้งาน ไม่เป็นสนิม รอยแตก บุบ บิด คดงอ ไม่ทาสีหรือการเสียหาย
อย่างอื่น ๆ ซึ่งเป็นอันตรายแก่คุณภาพเหล็กและการยึดเกาะกับคอนกรีต

2.6.1 ข้อกำหนด

เหล็กเสริม ต้องเป็นเหล็กใหม่ ปราศจากสนิม คราบน้ำมัน มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดังนี้

- 1) เหล็กเส้นกลม ชั้นคุณภาพ SR 24 มาตรฐาน มอก. 20-2527 มีกำลังดึงที่ขีดยัดไม่ต่ำกว่า 2,400 กก./ตร.ซม.
มีกำลังดึงประลัยไม่ต่ำกว่า 3,900 กก./ตร.ซม.
- 2) เหล็กข้ออ้อย ชั้นคุณภาพ SD 30 มาตรฐาน มอก. 24-2527 มีกำลังดึงที่ขีดยัดไม่ต่ำกว่า 3,000 กก./ตร.ซม.
มีกำลังดึงประลัยไม่ต่ำกว่า 4,900 กก./ตร.ซม.

2.6.2 การวางเหล็กเสริม

- 1) เหล็กเสริมที่ตัดได้ขนาด รูปร่างแล้ว ต้องวางตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง การวัดระยะห่างเหล็ก
ให้วัดจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลางเหล็ก
- 2) เหล็กเสริมจะต้องวางห่างจากผิวคอนกรีต ในกรณีติดกับดินให้ใช้ 6 ซม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
- 3) เหล็กเสริมต้องวางและผูกให้แน่น เพื่อมิให้เคลื่อนไหวยระหว่างเทคอนกรีต และในขณะกระทุ้งหรือ
การสั่นคอนกรีต
- 4) ในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัวห้ามมิให้กระทบกระเทือนที่ปลายเหล็ก

2.6.3 การต่อเหล็กเสริม

การต่อเหล็กเสริมจะต้องต่อโดยวิธีทาบกัน และรอยต่อของเหล็กแต่ละเส้นต้องสลับกัน ห้ามต่อเหล็กตรงจุดที่รับแรงมากที่สุด หลักเกณฑ์การต่อเหล็กมีดังนี้

- 1) เหล็กเส้นกลม ให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก เมื่อปลายต้องงอขอมาตรฐาน หรือ 50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเมื่อปลายไม่งอขอมาตรฐาน
- 2) เหล็กข้ออ้อย ให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางโดยปลายไม่งอขอมาตรฐาน

2.7 งานตอกเสาเข็ม

2.7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

เสาเข็มจะระมัดระวังป้องกันไม่ให้ความเสียหายเกิดขึ้นกับตัวเข็ม ตัวเข็มจะต้องไม่ถูกแรงดึงหรือแรงอัดหรือแรงกระทำที่ทำให้คอนกรีตถูกกระแทกและแตกแยกออกจากกัน การตอกเข็มทุกครั้งจะต้องมีวิศวกรควบคุมการก่อสร้างอยู่ด้วยตลอดเวลา

- 1) การกำหนดตำแหน่ง จะต้องตรวจสอบตำแหน่งและระยะห่างของเสาเข็มให้ถูกต้องตามแบบอย่างระมัดระวังก่อนที่จะทำการตอกเสาเข็ม

- 2) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ในกรณีที่เป็นการตอกเสาเข็มตรง แกนเสาเข็มจะเบนออกจากแนวตั้งได้ไม่เกิน 14 นิ้ว ต่อความยาวของเสาเข็ม 1 ฟุต (5 มม. ต่อความยาวของเสาเข็ม 30 ซม.) จุดศูนย์กลางของหัวเสาเข็มจะต้องไม่เบี่ยงเบนออกจากจุดที่กำหนดไว้ในแบบเกินกว่า 4 นิ้ว (10 ซม.)

- 3) การตอกเข็มต่อเนื่องกัน การตอกเข็มแต่ละต้นจะต้องให้ลูกตุ้มตอกติดต่อกันไป ตั้งแต่การตอกครั้งแรกโดยปราศจากการหยุด จนเสาเข็มจมดินได้ระดับที่ถูกต้อง นอกจากจะมีเหตุสุดวิสัยเกิดขึ้น การตอกให้ตอกจากกึ่งกลางของฐานรากออกไปทั้งสองข้าง หากมีการลอยตัวของเสาเข็ม ให้กดเสาเข็มให้จมดินจนได้ระดับที่ถูกต้อง

- 4) ความลึกของเข็มที่ตอกลงไป เสาเข็มจะต้องตอกลงไปให้ลึกจนถึงระดับที่ได้กำหนดไว้ ในกรณีที่ตอกเสาเข็มลงไปถึงระดับที่กำหนดไว้แล้ว แต่ไม่สามารถรับน้ำหนักตามที่กำหนดไว้ได้ จะต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้คือ

(ก) จะต้องต่อความยาวของเสาเข็มเพิ่มขึ้นให้ติดต่อ และต้องตอกลงไปอีก จนกระทั่งเสาเข็มนั้นรับน้ำหนักตามที่กำหนด

(ข) จะต้องเพิ่มจำนวนเสาเข็มตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างเห็นสมควร

- 5) ผู้รับจ้างจะต้องทำการคำนวณอัตราการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยน้อยที่สุดของเสาเข็มโดยให้เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปและตามที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างพิจารณาเห็นชอบ

- 6) การตัดเสาเข็ม จะต้องตัดให้ผิวหน้าของเสาเข็มตั้งฉากกับความยาวของเสาเข็ม การตัดจะใช้ Pneumatic สกัด เลื่อย หรือเครื่องมืออื่นที่ได้รับการเห็นชอบจากวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

- 7) เศษและวัสดุที่ต้องตัดออกมาจากเสาเข็ม ผู้รับจ้างจะต้องรวบรวมและเป็นผู้นำไปทิ้งยังที่ที่วิศวกรควบคุมการก่อสร้างกำหนดตำแหน่งตามไว้

- 8) หัวเข็มที่ตอกผิดตำแหน่ง ห้ามมิให้ใช้เครื่องมือเครื่องใช้ใด ๆ ดึงหรือดันให้เข้าสู่ตำแหน่งที่กำหนดไว้

- 9) ในการตอกเสาเข็มจะต้องมีเครื่องบังคับหรือเครื่องมือใด ๆ ที่เหมาะสม เพื่อมิให้เข็มเคลื่อนทางด้านข้างจากตำแหน่งที่กำหนดไว้

- 10) ในกรณีที่ตอกเข็มอยู่เป็นกลุ่มหรือมีระยะใกล้กัน จะต้องมีการตรวจสอบดูการถอนกลับหรือเคลื่อนย้ายจากตำแหน่งเดิมของเสาเข็ม ถ้าเสาเข็มมีการถอนกลับหรือมีการเคลื่อนย้ายจากตำแหน่งเดิม จะต้องทำ

การแก้ไขให้เสาเข็มเหล่านี้อยู่ในตำแหน่งและระดับเดิมหรือสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่กำหนดไว้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง

2.7.2 เสาเข็มที่ชำรุดในระหว่างการตอก หรือไม่อยู่ในตำแหน่งตามที่ระบุไว้

เสาเข็มที่ชำรุดหรือไม่อยู่ในตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบจะต้องถอนออก และตอกเสาเข็มใหม่แทน หรือจะตัดทิ้งแล้วตอกเสาเข็มใหม่ลงไปแทนจุดใกล้เคียง โดยมีขนาดของหัวเข็มใหญ่ขึ้นกว่าเดิม โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

2.7.3 ระดับของหัวเข็ม

ระดับของหัวเข็มทุก ๆ ต้นจะต้องยื่นเข้าไปใน Pile-cap ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบระดับของเสาเข็มและแสดงแบบของระดับของช่วงห่างของหัวเข็มด้วย ถ้าปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนเกินกว่า 0.10 เมตร จะต้องทำการแก้ไขตามคำแนะนำของวิศวกรควบคุมการก่อสร้าง

2.7.4 บันทึกการตอกเสาเข็ม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำบันทึกแสดงการตอกเสาเข็มทุกต้นโดยสมบูรณ์ รายงานบันทึกการตอกเสาเข็มจะต้องประกอบด้วยขนาด ตำแหน่ง และระดับของปลายเสาเข็มทั้งก่อนและหลังการตอกเสาเข็ม ในบันทึกจะต้องรวมถึงระยะการจมของเสาเข็มโดยเฉลี่ยแต่ละต้นเมื่อทำการตอกสลับครั้งสุดท้าย การเก็บบันทึกการตอกเสาเข็มของหมู่หรือกลุ่มใด ๆ ก็ตามจะต้องทำติดต่อกันตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งตอกเสาเข็มเสร็จ

2.7.5 การทดสอบกำลังรับน้ำหนัก

การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกทุกเสาเข็ม ให้ดำเนินการด้วยวิธีพลศาสตร์ (Dynamic Load Test) ตามมาตรฐาน มยพ.1252-51

2.7.6 การจัดทำผังเสาเข็มที่ได้ตอกไปแล้ว

ภายใน 2 สัปดาห์หลังจากตอกเสาเข็มแล้วเสร็จ หรือภายใน 6 สัปดาห์ หลังจากการเปิดหน้าดินจนถึงหัวเสาเข็มแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำผังแสดงตำแหน่งเสาเข็มที่ได้ตอกไปแล้วทุกต้น โดยมีความ ละเอียดยิ่ง 0.10 ม.

2.8 งานท่อ

2.8.1 คุณสมบัติทั่วไป

1. ท่อเหล็ก

1) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.427 “ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ” ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะปาสกาล เป็นท่อชนิดปลายหน้าจาน

2) การเคลือบผิวท่อให้ปฏิบัติดังนี้

(ก) การเคลือบผิวภายนอกท่อบนดินให้เคลือบด้วย Coal-Tar Enamel ตามมาตรฐาน AWWA C-203 หรือ Polyurethane (PU) ตามมาตรฐาน AWWA C-222

(ข) การเคลือบผิวภายนอกท่อใต้ดินให้เคลือบด้วย Coal-Tar Enamel ตามมาตรฐานของ AWWA C-203 หรือ Polyurethane (PU) ตามมาตรฐาน AWWA C-222

3) อุปกรณ์เชื่อมต่อท่อ

(ก) ข้อต่อเหล็กท่อชนิดปลายหน้าจานมีคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.918

(ข) หน้าจานเหล็กหล่อ มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.381 และสลักเกลียว
หมุดเกลียวและสลักหมุดมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.171

2. ท่อ PVC

1) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.17-2561 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ชั้น
คุณภาพ 13.5 ทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 13.5 เมกะปาสคาล ชนิดปลายธรรมดา

2) ข้อต่อ PVC มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1131-2535 ชนิดต่อด้วยน้ำยา

3) น้ำยาประสานท่อ PVC มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1032-2534

4) ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 55 มิลลิเมตร ให้ใช้ท่อปลายธรรมดา ชั้นคุณภาพ 13.5 ข้อ
ต่อมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1131

5) ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 - 80 มิลลิเมตร ชั้นคุณภาพ 13.5 ให้ใช้ท่อปลายบานชนิดต่อ
ด้วยแหวนยาง

6) ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร ขึ้นไป ชั้นคุณภาพ 8.5 ให้ใช้ท่อปลายบานชนิดต่อด้วยแหวนยาง
หรือหน้าแปลน

3. ท่อ HDPE

1) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.982-2556 “ท่อพอลิเอทิลีนสำหรับน้ำดื่ม”

2) ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อ HDPE มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับท่อ HDPE ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
มอก.2678-2558

3) เชื่อมต่อกันโดยวิธี Butt Fusion หรือ Electro Fusion ความหนาของผนังอุปกรณ์ต้องไม่น้อยกว่าความ
หนาของผนังท่อ HDPE

2.8.2 การวางท่อ

1) ก่อนทำการวางท่อจะต้องปรับพื้นรองดินให้แน่นและมีผิวหน้าเรียบตลอดความยาวท่อ ถ้าพื้นรองดิน
ไม่ดีต้องขุดออกให้หมดลึกอย่างน้อย 0.30 เมตรแล้วนำวัสดุอื่นที่คุณภาพดีมาใส่แทน

2) วางท่อในแนวที่กำหนดให้ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอโดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้นหรือกดท่อลงกะทันหัน
และต้องให้ระดับท่อและความลึกของดินถมหลังท่อไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

3) การยกท่อลงรองดินจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมห้ามทิ้งท่อลงในร่องดินและต้องระมัดระวังมิให้ผิวท่อ
ที่ได้รับการเคลือบเสียหายจากการเสียดสี

4) จะต้องไม่ปล่อยให้น้ำขังอยู่ในท้องร่องซึ่งจะทำให้ดินข้าง ๆ ร่วงพังหรือยุบตัวและไม่สะดวกในการวางท่อ
จะต้องกำจัดน้ำออกให้แห้งก่อนทำการวางท่อ

2.8.3 การขุดและถมกลบแนวท่อ

1) ต้องขุดรองดินวางท่อให้ลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบมาตรฐานการขุดวางท่อโดยเฉพาะจุดข้อต่อท่อ
จะต้องปรับความลึกของร่องดินให้มากขึ้นกว่าปกติเพื่อป้องกันมิให้ข้อต่อท่อเป็นจุดค้ำ (Support) ของท่อ

2) การขุดร่องดินถ้ามีการขุดผ่านถนนหรือผ่านหมู่บ้านซึ่งมีการใช้รถเข้าออกจะต้องทำสะพานชั่วคราว
หรือใช้แผ่นเหล็กขนาดหนาพอที่รถยนต์แล่นผ่านโดยไม่เป็นอันตราย

- 3) หากปรากฏว่าชั้นดินที่ขุดได้ความลึกตามที่กำหนดแล้วเป็นชั้นดินอ่อนไม่สามารถรับน้ำหนักได้ดีให้ทำการรื้อชั้นดินนั้นออกอย่างน้อยลึก 0.30 เมตรแล้วนำดินที่มีคุณภาพดีมาถมอัดแน่นแทนหรือใช้วิธีอื่นที่เหมาะสม
- 4) เมื่อได้ทดลองความดันน้ำแล้วและไม่ปรากฏรอยรั่วซึมและท่อไม่แตกหรือชำรุดให้ทำการกลบดินให้เรียบร้อยโดยอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่นและระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายแก่ตัวท่อ
- 5) การขุดดินสำหรับวางท่อบางช่วงจะต้องจัดหาอุปกรณ์และเครื่องใช้ในการกรูก้นดินพังเพื่อป้องกันการเสียหายต่อพื้นผิวถนนและสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณก่อสร้าง
- 6) ในการกลบดินจะต้องบดอัดหรือกระทุ้งให้แน่นและระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้ วิธีการบดอัดให้ใช้ตามคำแนะนำในงานดินถม

2.8.4 การทดสอบความดันน้ำและการรั่วซึม

ก่อนทำการฝังกลบท่อต้องดำเนินการทดสอบความดันน้ำและการรั่วซึมของระบบท่อส่งน้ำเพื่อการเกษตรโดยดำเนินการดังนี้

- 1) ก่อนทำการทดสอบแรงดันน้ำที่โครงการ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการ อุปกรณ์ เช่น เครื่องสูบน้ำเติมและระบายน้ำออกจากท่อ เครื่องอัดแรงดันน้ำ เครื่องมิ้ววัดแรงดัน และแบบการทดสอบให้วิศวกรควบคุมการก่อสร้างทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน
- 2) เติมน้ำเข้าระบบท่ออย่างช้า ๆ จนน้ำเต็มท่อภายในเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
- 3) ไล่อากาศออกจากระบบท่อ วาล์ว และอุปกรณ์ท่อต่าง ๆ ทั้งหมด
- 4) อัดความดันเข้าระบบท่อด้วยความดันไม่น้อยกว่า 0.6 เมกะปาสกาล หรือ 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยต้องคงความดันไม่น้อยกว่าสองชั่วโมง
- 5) ตรวจสอบการรั่วซึมของระบบท่อและข้อต่อ หากตรวจพบว่ามีรั่วซึมของท่อ ให้ดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้เรียบร้อย เพื่อที่จะทำการทดสอบความดันน้ำและการรั่วซึมอีกครั้งหนึ่ง จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2.9 งานเหล็ก

งานเหล็ก หมายถึง การจัดหา ประกอบ และติดตั้ง ประตุน้ำ เหล็กโครงสร้าง และอื่น ๆ ซึ่งได้ระบุรายละเอียดไว้ในแบบแปลน

2.9.1 ข้อกำหนด/คุณสมบัติ

1. ประตุน้ำ

ประตุน้ำ (Valve) จะต้องมามีคุณสมบัติ ดังนี้

1) ประตุน้ำแบบลิ้นเกต (Metal-Seated Gate Valves)

(ก) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.256 “ประตุน้ำเหล็กหล่อลิ้นยกแบบรอกลิ้นโลหะสำหรับงานประปา” ชนิดก้านไม่ยก

(ข) เป็นชนิดลิ้นเดี่ยว (Solid Wedge) ปลายหน้างาน ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะปาสกาล

(ค) กรณีเป็นแบบบนดิน ต้องมีพวงมาลัยปิดเปิด

(ง) กรณีเป็นแบบใต้ดิน ต้องมีหลอดกันดิน ฝาครอบพร้อมฝาปิดครบชุด

2) ประตุน้ำแบบลิ้นปีกผีเสื้อ (Metal-Seated Butterfly Valves)

(ก) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.382 “ประตุน้ำเหล็กหล่อลิ้นปีกผีเสื้อ”

- (ข) เป็นประเภทปิดสนิท ปลายหน้างาน ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะปาสคาล
- 3) ประตุน้ำก้นกลับ (Check Valves)
- (ก) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.383
- (ข) เป็นประเภทปิดสนิท ปลายหน้างาน ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะปาสคาล
- 4) ประตุน้ำระบายอากาศ (Air Valves)
- (ก) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1368 “ประตุน้ำระบายอากาศสำหรับงานประปา”
- (ข) แบบลูกกลอยคู่ ปลายหน้างาน ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะปาสคาล
- 2. เหล็กโครงสร้าง และงานอื่น ๆ**
- 1) วัสดุที่ใช้
- (ก) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.116
- (ข) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1227
- (ค) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.1228
- (ง) เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างทั่วไป มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1479
- (จ) เหล็กแผ่น มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM Designation A-246
- (ฉ) เหล็กหล่อ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM Designation A 48-83
- (ช) ทองบรอนซ์ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM Designation B 22-85
- (ซ) เหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM 276-86a, ASTM A 167-86 type 304 and 316
- (ณ) สลักเกลียว มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM Designation A 307-76A
- (ญ) ท่อเหล็กกล้า มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 276 ประเภท 2 การประกอบใช้เชื่อมทั้งหมด
- (ฎ) ท่อเหล็กอาบสังกะสี มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 277 ประเภท 5 การประกอบให้ใช้ข้อต่อ

- การเชื่อม จะต้องจัดทำโดยวิธี Electric Shied and Welding Process พื้นที่ผิวที่ต้องการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสนิม สี สิ่งสกปรกอื่น ๆ รอย เชื่อมจะต้องสม่ำเสมอเป็นตามดหรือรูโพร่ง

- การยึดด้วย Bolt การเจาะรูเพื่องานยึดด้วย Bolt จะต้องสะอาด และทาสีกันสนิม การสอดใส่ Bolt จะต้องทำด้วยความระมัดระวังห้ามใช้ค้อนเคาะ และใช้แหวนรองตามความเหมาะสม

3. การติดตั้ง

- 1) ประตุน้ำ ท่อเหล็ก และงานเหล็กอื่น ๆ จะต้องประกอบและติดตั้งให้ตรงตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและก่อนการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบจากวิศวกรควบคุมงานก่อสร้าง
- 2) การติดตั้ง การเชื่อม การกรัด และการเจาะรูเพื่อยึดงานเหล็ก จะต้องทำด้วยความประณีตขึ้นส่วนที่ต้องเคลื่อนไหวให้ทำการปรับให้เคลื่อนไหวได้สะดวกและให้การหล่อลื่นแก่ส่วนที่เคลื่อนไหว
- 3) การทำสิ่งงานเหล็กทุกประเภทต้องได้รับการทำสีกันสนิมจากโรงงานหรือจากการประกอบแล้วเสร็จและเมื่อนำมาติดตั้งแล้วจะต้องซ่อมสีรองพื้นที่ได้รับความเสียหายและทาสีทับอีกอย่างน้อย 2 ชั้น

2.10 ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบติดตั้งระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์และส่วนประกอบทั้งหมด เสนอวิศวกรควบคุมงานก่อสร้าง ก่อนดำเนินการก่อสร้าง
- 2) กำลังผลิตติดตั้งกำหนดไม่น้อยกว่าตามที่ระบุในแบบ SINGLE LINE DIAGRAM
- 3) แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.61215 เล่ม 1(1)-2561 และ มอก.2580 เล่ม 2-2562 ซึ่งต้องยื่นเอกสารการได้รับมาตรฐานดังกล่าว พร้อมหนังสือรับรองนิติบุคคลที่ออกไม่เกิน 6 เดือน แสดงโดยชัดเจน เสนอวิศวกรควบคุมงานก่อสร้าง ก่อนดำเนินการก่อสร้าง
- 4) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอ จะต้องได้รับการรับรองคุณภาพ (Product Warranty) ไม่น้อยกว่า 10 ปี และรับประกันกำลังผลิตไฟฟ้า (Linear Performance Warranty) ไม่น้อยกว่า 80 % ในช่วง เวลา 25 ปี
- 5) ชุดโครงสร้างรองรับเซลล์แสงอาทิตย์ต้องต่อสายดิน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 หรือฉบับล่าสุด หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 6) สายไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก. โดยขนาดและจำนวนสายไฟ ต้องเหมาะสมตามหลักวิชาการ และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 หรือฉบับล่าสุด
- 8) อินเวอร์เตอร์โซลาร์เซลล์ (Solar pump Inverter) เป็นชนิดใช้สำหรับ เครื่องสูบน้ำแบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) แบบ 3 เฟส ขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ โดยต้องมีระบบป้องกัน และมีระบบป้องกันกรณีน้ำไม่ไหลเข้าปั๊ม (Dry run protection) ผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดอุปกรณ์ให้วิศวกรควบคุมงานก่อสร้างพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 9) เมื่อติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์แล้วเสร็จ ดำเนินการตรวจสอบ ดังนี้
 - (1) ตรวจสอบด้วยสายตาทุกส่วนอย่างละเอียด ได้แก่ แผงโซลาร์เซลล์ โครงระบบติดตั้ง อินเวอร์เตอร์ และสายไฟ หากมีสัญญาณของความเสียหาย การเชื่อมต่อที่ไม่แน่น ต้องดำเนินการซ่อมแซมปรับปรุงให้ถูกต้อง
 - (2) ทดสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องมือวัดแรงดัน และกระแสไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
 - (3) การทดสอบอินเวอร์เตอร์ ตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่อินเวอร์เตอร์ผลิต
 - (4) ทดสอบค่า Grounding ของระบบป้องกันฟ้าผ่า ความต้านทานต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ตามมาตรฐาน วสท.

2.11 ระบบสถานีสูบน้ำ

- 1) ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบติดตั้งสถานีสูบน้ำในรูปแบบแปลอย จัดทำแบบติดตั้ง (Shop Drawing) เสนอผู้ควบคุมงานก่อสร้างก่อนดำเนินการก่อสร้างและติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำ ทั้งนี้แบบแสดงรายละเอียดติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณ ต้องได้รับการลงนามจากผู้รับจ้างโดยวิศวกรสาขาที่เกี่ยวข้อง ระดับภาค วิศวกรขึ้นไป
- 2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้ในโครงการทั้งหมดจะต้องผลิตมาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันและประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต
- 3) รายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของเครื่องสูบน้ำที่ต้องการใช้ ประกอบด้วย ยี่ห้อ ชนิด รุ่น ขนาด พิกัด มิติ สมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่เสนอใช้ (Performance curve) รายการอุปกรณ์ประกอบ วัสดุ และอื่น ๆ
- 4) เรือนเครื่องสูบน้ำ (Casing) ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ วัสดุเป็น Ductile Iron หรือ Cast Iron
- 5) ใบพัด (Impeller) ต้องเป็นโลหะขึ้นเดียวทำด้วย Stainless Steel หรือ Copper Alloy ได้รับการถ่วงทั้งทางด้าน Dynamic และ Static มาจากโรงงานผู้ผลิตใบพัดจะต้องไม่เสียหายเนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง

6) Casing Wearing Ring ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ทำด้วย Bronze, Chromed Iron หรือ Nikel Iron สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยสะดวก

7) เพลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลังที่ใบพัดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้น ๆ ได้

8) ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องสูบน้ำ ปลอกเพลลาเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดการชำรุด มีกันรั่ว (Seal) เป็นชนิด Mechanical Seal เป็นชนิดที่มีหรือไม่มีปลอกเพลลาก็ได้

9) จุดสูงสุดของเครื่องสูบน้ำ ถ้าจำเป็นจะต้องมี Air Vent Cock และจุดต่ำสุดของเครื่องรีดน้ำเครื่องสูบน้ำถ้าจำเป็นจะต้องมี Drain Cock

10) เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีท่อระบายน้ำจากที่รองรับซีลระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำไปยังรางระบายน้ำ

11) เครื่องสูบน้ำที่ใช้จะต้องจำหน่ายโดยตัวแทนจำหน่ายและมีบริการทางด้านอะไหล่

12) เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์จะต้องติดตั้งบนฐานเหล็กหล่อ หรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

13) เครื่องสูบน้ำทั้งชุด จะต้องติดตั้งบนแท่นรองรับที่เหมาะสม

14) เครื่องสูบน้ำที่ต่อกับมอเตอร์ด้วย Coupling จะต้องใช้ชนิด Flexible Coupling เครื่องสูบน้ำที่มีความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที ให้ใช้ Steel pin and bushing coupling ได้แต่เครื่องสูบน้ำที่มีความเร็วรอบสูงกว่านี้ให้ใช้เป็น Urethane Flexible Coupling มีค่า Service Factor อย่างต่ำ 1.5 และต้องมีฝาครอบป้องกัน (Coupling Guard)

15) การเลือกขนาดของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ต้องเลือกขนาดมอเตอร์ให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องสูบน้ำ

16) เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) หรือ เกจความดันและสุญญากาศ (Compound Gauge) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มม. บรรจุกลีเซอรินหรือมีระบบป้องกันการสั่นของเข็ม หน่วยวัดเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm^2)

17) เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีเกจวัดความดันทั้งทางด้านน้ำดูดและด้านน้ำส่ง

18) มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิด Squirrel Cage Induction Motor แบบหุ้มมิด TEFC CAGE INDUCTION MOTOR มีชนิดโครงครอบป้องกันแบบ IP 55 (Degree Of Protection IP55) และชนิดของฉนวนเป็น F (CLASS "F" INSULATION) เหมาะที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 Phase, 50 HZ, 380 V

19) ชุดตู้ควบคุมระบบสูบน้ำ เป็นตู้โลหะทำจากแผ่นโลหะ ความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. ทาสีและพ่นสีพ่นกันสนิมเป็นสีเทาหรือโทนอ่อน ด้านหลังตู้เป็นโครงเหล็กเจาะรูสำหรับยึดติดตั้งกับผนัง ด้านหน้าตู้เป็นฝาเปิด-ปิด ด้านเดียวมีตัวล็อกฝาปิด สามารถป้องกันน้ำและฝุ่นได้ไม่น้อยกว่า IP54 ภายในตู้ประกอบด้วย เบรกเกอร์ชนิดกระแสตรง (DC) สามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ ทนกระแสตรงไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบอนุมัติ และมีลักษณะแบบมือบิดหรือแบบยกขึ้น-ลง ผลิตตาม มาตรฐานสากล IEC หรือ CE หรือ UL หรือ มอก. มีอุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protection) ฝั่ง DC เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสตรง และป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระแสกระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสายตัวนำเนื่องจากฟ้าผ่า ที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 40 KA. และมีคุณสมบัติป้องกันหรือระบุ Mode of protection ที่ป้องกัน Phase กับ Ground (L-G), Neutral กับ Ground (N-G), Phase กับ Neutral (L-N) ผลิตตามมาตรฐาน ANSI/IEEE เบรกเกอร์ชนิดกระแสสลับ (AC) สามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ระหว่าง 380 ถึง 415 โวลต์ได้ และเบรกเกอร์สามารถรับกระแสสลับ ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบอนุมัติ ผลิตตามมาตรฐานสากล IEC หรือ CE หรือ UL หรือ มอก.