



การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

INDUSTRIAL ESTATE AUTHORITY OF THAILAND

โครงการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่

เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก จังหวัดระยอง

นิคมอุตสาหกรรม SMART PARK

เอกสารประกอบการออกแบบและวิธีการก่อสร้าง

ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของ

มาตรฐานงานก่อสร้างและติดตั้ง



สารบัญ

	หน้า
หมวดที่ 1 งานเตรียมสถานที่ก่อสร้าง	1-1
หมวดที่ 2 แนวทางปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง	2-1
หมวดที่ 3 งานจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก	3-1
หมวดที่ 4 งานจัดหาวัสดุและอุปกรณ์	4-1
หมวดที่ 5 การควบคุมคุณภาพ	5-1
หมวดที่ 6 ความปลอดภัย	6-1
หมวดที่ 7 การส่งมอบ	7-1
หมวดที่ 8 มาตรฐานอ้างอิง	8-1
หมวดที่ 9 มาตรฐานงานดิน	9-1
หมวดที่ 10 มาตรฐานงานคอนกรีต	10-1
หมวดที่ 11 มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต	11-1
หมวดที่ 12 มาตรฐานงานแบบหล่อคอนกรีต	12-1
หมวดที่ 13 มาตรฐานงานคอนกรีตสำเร็จรูป	13-1
หมวดที่ 14 มาตรฐานงานป้องกันการกัดเซาะ	14-1
หมวดที่ 15 มาตรฐานท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ	15-1
หมวดที่ 16 มาตรฐานงานวางท่อ	16-1
หมวดที่ 17 มาตรฐานงานระบบปรับอากาศ	17-1
หมวดที่ 18 มาตรฐานงานระบบป้องกันอัคคีภัย	18-1
หมวดที่ 19 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า	19-1
หมวดที่ 20 มาตรฐานงานเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง	20-1
หมวดที่ 21 มาตรฐานงานระบบจ่ายสารเคมี	21-1

หมวดที่ 1

งานเตรียมสถานที่ก่อสร้าง

1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องมีหนังสือขอรับมอบพื้นที่ก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างและผู้ปฏิบัติงานของผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามระเบียบของผู้ดูแลรักษาบริเวณอย่างเคร่งครัดในระหว่างดำเนินการก่อสร้าง ดังนี้

- วัสดุที่ไม่ใช้แล้วในส่วนที่เป็นของผู้รับจ้างจะต้องนำออกนอกเขตก่อสร้างและส่วนที่เป็นของผู้ว่าจ้างจะต้องนำไปกองเก็บไว้อย่างมีระเบียบและดูแลรักษาเป็นอย่างดี ณ จุดที่ผู้ควบคุมงานกำหนด และจัดทำเอกสารรายการส่งมอบให้เรียบร้อยตามระเบียบ

- ในการดำเนินการก่อสร้างตามสัญญา หากทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิมหรือดีกว่า โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

- ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อบุคคล ทรัพย์สิน สาธารณูปโภค หรือสาธารณูปการต่างๆ ทั้งในพื้นที่ก่อสร้างและพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบ อันเป็นผลเนื่องมาจากการทำงาน โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

งานในหมวดนี้รวมถึงการทำความสะอาดสถานที่ การตัดต้นไม้ การจัดหาระบบสาธารณูปโภคสำหรับก่อสร้าง การโยกย้ายระบบสาธารณูปโภคและงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ก่อสร้างเพื่อให้งานดำเนินต่อไปโดยเรียบร้อย

2. งานจัดหาสาธารณูปโภค เพื่อใช้ในงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาน้ำประปา เพื่อใช้ในการก่อสร้าง อุปโภค บริโภค ตลอดจนไฟฟ้าขณะทำการก่อสร้างโดยการขอใช้สาธารณูปโภคของทางราชการ ผู้รับจ้างจะต้องได้รับการยินยอมจากหัวหน้าหน่วยงานเจ้าของพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างก่อน พร้อมทั้งจะต้องปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับและคำสั่งของหน่วยงานเจ้าของพื้นที่นั้นอย่างเคร่งครัด โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3. การโยกย้ายระบบสาธารณูปโภค

ผู้รับจ้าง จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการโยกย้ายระบบสาธารณูปโภคทุกชนิดที่มีอยู่เดิม และเป็นอุปสรรคในการก่อสร้าง การโยกย้ายระบบดังกล่าวจะต้องทำด้วยความประณีตเรียบร้อย และถูกต้องตามหลักวิชา และต้องได้รับอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้างและจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงจะทำการโยกย้ายได้

4. การป้องกันความเสียหาย

4.1 ผู้รับจ้างจะต้องระวังรักษาสนาม ต้นไม้ ถนน อาคารต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณก่อสร้างให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย

4.2 ในกรณีที่จำเป็นต้องทำการก่อสร้างกีดขวางการจราจร ทางระบายน้ำหรืองานอื่นๆ ที่จะก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ชุมชนนั้นๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดการป้องกันและแก้ไขให้สามารถใช้งานได้ตามเดิมทันที

4.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการป้องกัน หាประกันเพื่อป้องกันภัยอันตรายต่างๆ อันอาจเกิดขึ้นแก่บุคคลและทรัพย์สินในบริเวณก่อสร้างและบริเวณข้างเคียง ซึ่งมีผลมาจากการก่อสร้างอาคารหลังนี้

4.4 ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างอาคารดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องชดใช้ ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้เหมาะสมคงสภาพใช้งานได้ตามเดิม โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในกรณีนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. วางแนวและระดับ

ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดระดับมาตรฐานให้จุดดังกล่าวจะเป็นบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้วางแนว ถ่ายระดับ และวางผังอาคารภายใต้การควบคุมของผู้แทนผู้ว่าจ้างด้วยเครื่องมือที่ได้มาตรฐานตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างพร้อมด้วยช่างที่มีประสบการณ์ หลักหมุดต่างๆ ที่กำหนดและได้จัดทำขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรักษาให้อยู่ในสภาพดีเรียบร้อยสามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลา ห้ามมิให้ถอดถอนไปจนกว่าจะได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ความผิดพลาดทั้งหมดอันอาจเกิดจากการนี้ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและแก้ไขให้ถูกต้องโดยปราศจากข้อเรียกร้องใด ๆ ทั้งสิ้น

6. งานที่ดิน

ก่อนดำเนินการปรับที่ดินเพื่อการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องให้ความร่วมมือกับหน่วยงานในการดำเนินการตรวจสอบ สอบทวนขอบเขตที่ดินเพื่อให้ทราบว่าที่ดินที่ใช้เป็นที่ก่อสร้างอาคาร สิ่งก่อสร้างเป็นที่ดินประเภทใดรวมทั้งจะต้องปฏิบัติงานตามเงื่อนไขของหน่วยงานเจ้าของพื้นที่ ซึ่งค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้รวมไว้ในสัญญาแล้ว โดยที่ดินที่ใช้เป็นที่ก่อสร้างจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

- 1) ที่ดินของรัฐที่ให้ใช้หรือให้เช่า เช่น ที่ดินสาธารณะ ที่ดินราชพัสดุ ป่าไม้ ฯลฯ
- 2) ที่ดินองค์กรหรือเอกชนที่ให้ใช้หรือให้เช่า เช่น ที่ดินเทศบาล ที่ดินวัด ฯลฯ
- 3) ที่ดินที่หน่วยงานเป็นเจ้าของ

7. งานปรับพื้นที่บริเวณที่ก่อสร้าง

7.1 ขอบเขตของงาน

การปรับพื้นที่บริเวณที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องถางหญ้า ขุดตอ เก็บเศษหิน กากปูน ขยะและวัชพืชอื่นๆ ออกไปทิ้งให้พ้นบริเวณที่ก่อสร้าง ถ้ามีสิ่งก่อสร้าง ซึ่งไม่ต้องการให้คงไว้ ให้ทำการรื้อย้ายออกไปเช่นกันและในกรณีที่พื้นที่มีน้ำขังต้องลอกเลนออกให้หมดเสียก่อน

7.2 การดำเนินงาน

(1) การรื้อถอน

การรื้อถอน หมายถึง การรื้อออก ถอน หรือย้ายออกของทุกสิ่งเหนือระดับพื้นดิน รวมทั้งการตัดกิ่งไม้ ซึ่งกีดขวางการดำเนินการก่อสร้าง นอกจาก ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะสั่งให้ปล่อยไว้เท่านั้น การรื้อออกและถอนออกมิได้จำกัดถึงการขุดตอไม้ รากไม้ กากปูน ขยะและวัชพืชแต่รวมถึงการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเก่าบางอย่างด้วย เช่น รั้ว อาคารและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ จะต้องทำการรื้อถอนออกจนถึงระดับดิน ฐานรากของอาคารอิฐก่อ อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก และอาคารใต้ดิน จะต้องถูกรื้อถอนออกด้วยเสาเข็มที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 20 ซม. ให้ปล่อยทิ้งไว้ที่ระดับเดิม แต่ถ้าใหญ่กว่านี้ให้ถอนออกเช่นกัน เมื่อรื้อถอนสิ่งที่อยู่ใต้ดินออกแล้ว ให้ถมอัดแน่นด้วยวัสดุที่เหมาะสมหรือคัดเลือกโดยผู้แทนผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการตัดไม้ยืนต้นในพื้นที่บริเวณที่ก่อสร้าง ก่อนได้รับอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง

(2) การขุด

การขุด หมายถึง การขุดออก/ตัดออก ของดินส่วนบน ขุดตอไม้ รากไม้ ถึงความลึกไม่น้อยกว่า 20 ซม. จากระดับพื้นดิน ดินส่วนใดเป็นหลุมหรือเป็นรูจากการขุดออกให้ถมและอัดแน่นด้วยวัสดุที่เหมาะสมตามที่บ่งไว้ในข้อกำหนดนี้ การขุดร่องเพื่อทำทางระบายน้ำ หรือเพื่อวางท่อระบายน้ำ ให้ขุดลึกถึงระดับที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด

8. งานถมที่

8.1 ขอบเขตของงาน

ถ้าแบบหรือรายการมิได้ระบุเจาะจงไว้อย่างใดอย่างหนึ่ง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการถมที่ด้วยวัสดุจากแหล่งที่ได้รับการอนุมัติ ทำการบดอัดและเข้ารูปร่างตามขนาด ตามแนว ตามลาดและตามรูปตัดซึ่งได้แสดงไว้ในแบบ หรือตามความต้องการของผู้แทนผู้ว่าจ้าง

8.2 วัสดุถมที่

วัสดุถมที่จำเป็นต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสมจากบริเวณที่ก่อสร้าง หรือจากบริเวณอื่น ที่ได้รับการอนุมัติจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง ตามหลักเกณฑ์เปอร์เซ็นต์มากที่สุดของวัสดุ ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 200 ได้ 20 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุนั้นจะต้องปราศจากวัชพืช เศษขยะ หิน อิฐ กรวด หรือสารเคมีเจือปน

8.3 การระบายน้ำ

พื้นที่ที่ต้องการถมบางแห่งอาจจะมีน้ำขังอยู่บนดิน หรือมีน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมาก จะต้องทำการระบายน้ำออกก่อน เพราะอาจจะทำให้การดำเนินการถมที่มีปัญหาเกิดขึ้นได้ การระบายน้ำออกอาจทำได้โดยการขุดร่องระบายน้ำหรือทำเป็นบ่อพักน้ำให้น้ำไหลลงไปและสูบน้ำออกก็ได้

8.4 การดำเนินงาน

ให้ถมด้วยวัสดุถมที่เหมาะสม เช่น ดินหรือทรายถมที่อย่างใดอย่างหนึ่ง (ตามที่กล่าวในข้อกำหนด 6.2) หรือปนกันก็ได้ ถ้ามถมด้วยดินให้ทำการถมเป็นชั้น ๆ โดยถมหนาชั้นละประมาณ 30 ซม. ถึง 50 ซม. บดอัดทุกชั้นด้วยเครื่องกระทุ้ง หรือลูกกลิ้ง หรือรถบดที่มีแรงกดไม่น้อยกว่า 3 ตัน เพื่อดินยุบตัว ในกรณีที่ดินแฉะมากไม่อาจบดอัดได้ ให้กระทุ้งหรือให้ คนงานย่ำแทน ถ้ามถมด้วยทรายถมที่ให้น้ำไหลให้ทรายยุบตัวจนได้ที่ ในกรณีที่บริเวณที่จะถมติดต่อกับที่ดินข้างเคียงที่เป็นที่ต่ำหากถมด้วยทรายแล้วทรายจะไหลไปสู่ที่ดินข้างเคียงได้ ให้ขุดหรือถมดินเป็นคันกันทรายก่อน แล้วจึงถมด้วยทราย

9. งานรื้อย้ายสิ่งก่อสร้างเดิม

9.1 ขอบเขตของงาน

สิ่งก่อสร้างเดิมซึ่งอยู่ในพื้นที่บริเวณที่ก่อสร้าง เช่น อาคาร ผนังกันดิน ถนน ท่อคอนกรีต บ่อพัก และสิ่งก่อสร้าง ซึ่งเป็นคอนกรีตหรืออิฐก่ออื่นๆ ซึ่งแสดงไว้ในแบบหรือไม่แสดงไว้ก็ตามแต่เป็นความประสงค์ของผู้แทนผู้ว่าจ้าง ให้ผู้รับจ้างทำการรื้อและย้ายออกจากบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง เว้นเสียแต่ผู้แทนผู้ว่าจ้างจะสั่งการเป็นอย่างอื่น

9.2 การรื้อถอนอาคารสิ่งปลูกสร้างเดิม

ในพื้นที่ที่ผู้รับจ้างได้เข้าครอบครองสถานที่ที่จะทำการก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างดำเนินการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างเดิมที่มีอยู่ในบริเวณนั้น ซึ่งผู้รับจ้างต้องใช้ความระมัดระวังต่อท่อประปา และสายไฟฟ้าใต้ดินที่อาจมีอยู่ไม่ให้กระทบกระเทือน หรือเกิดความเสียหายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม

9.3 การรื้อย้ายและการป้องกันความเสียหายต่อสิ่งหามิทรัพย์

ถ้าหากมีสิ่งก่อสร้างใดๆ ซึ่งผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเห็นสมควรนำไปใช้ที่อื่นได้อีก ขึ้นส่วนหรือส่วนของโครงสร้างนั้นจะต้องถูกรื้อย้ายออกด้วยความระมัดระวัง พร้อมกับทำเครื่องหมายหรือหมายเลขที่จะประกอบและติดตั้งได้อีกโดยง่าย สิ่งก่อสร้างอื่นๆ ซึ่งผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่สามารถทำประโยชน์อะไรได้ ให้รื้อย้ายออกไปจากพื้นที่บริเวณที่ก่อสร้างได้

9.4 วิธีการรื้อถอนอาคารและสิ่งปลูกสร้างเดิม

ห้ามผู้รับจ้างใช้วิธีการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างเดิมโดยวิธีที่จะก่อให้เกิดอันตรายใดๆ หรือเป็นเหตุให้เกิดความตระหนกตกใจจากการกระทำดังกล่าวแก่ผู้อยู่ข้างเคียง เช่น การเผาไฟ การสุมไฟ ฯลฯ

9.5 กรรมสิทธิ์ในวัสดุสิ่งของ

วัสดุสิ่งของที่ได้จากการรื้อถอนอาคาร และสิ่งปลูกสร้างข้างต้นนี้ให้ตกเป็นของผู้รับจ้าง ยกเว้นวัสดุสิ่งของที่ได้ระบุไว้เป็นพิเศษให้ส่งมอบแก่เจ้าของโครงการ และผู้รับจ้างต้องขนย้ายวัสดุสิ่งของที่ผู้รับจ้างได้มาจากการรื้อถอนนี้ออกไปจากบริเวณก่อสร้าง ทั้งนี้ให้รวมถึงฐานราก และส่วนของอาคาร หรือสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใต้ดิน หลุมส้วม บ่อเก่า รากไม้ และสิ่งกีดขวางอื่นๆ ทั้งที่อยู่บนดินและใต้ดิน ในบริเวณก่อสร้างทั้งหมด

10. ป้ายชื่อโครงการ

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาและติดตั้งป้ายชื่อโครงการหน้าสถานที่ก่อสร้าง หรือตามที่คุณควบคุมงาน กำหนดโดยมีขนาดป้ายตามรูปแบบมาตรฐานหรือมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x2.40 เมตร ในการติดตั้งป้ายจะต้องมั่นคงและแข็งแรง และผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมป้ายให้เรียบร้อยตลอดระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญาห้ามมิให้ติดตั้งเครื่องหมายการค้าหรือแผ่นป้ายโฆษณาทุกชนิดในบริเวณงานก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวดที่ 20

มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

I. คุณสมบัติเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

1. เครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ (Turbine Pump)

1.1 คุณสมบัติ

- 1.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)
- 1.1.2 ใบพัดแบบน้ำไหลผ่านใบพัดในแนวรัศมีหรือผสม (Radial or Mixed Flow Type)
- 1.1.3 หัวจ่ายแบบติดตั้งเหนือพื้น หรือใต้พื้น (Above or Underground Discharge

Head Type)

- 1.1.4 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

1.2 โครงสร้าง

1.2.1 เรือนใบพัด (Casing Bowl)

- (1) การต่อกับท่อส่งให้ต่อแบบหน้างาน หรือแบบเกลียว
- (2) แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) แบบสวมอัดถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด
- (3) รองลิ้นชนิดบล็อก (Bush Bearing) ถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด
- (4) ทางดูดเป็นปากกระชัง (Suction Bell) หรือกรงกันขยะ (Strainer)

1.2.2 ใบพัด (Impeller)

- (1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)
- (2) ใบพัดแบบ Single Stage หรือ Multi-Stage
- (3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

1.2.3 ท่อส่ง (Discharge Column Pipe)

- (1) ความยาวท่อส่งแต่ละช่วงไม่เกิน 2.0 เมตร หรือตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า

- (2) ความเสียหายในท่อส่งสูงสุดไม่เกินตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า

1.2.4 หัวจ่าย (Discharge Head) หล่อเป็นชิ้นเดียวกันหรือประกอบขึ้นรูปตามมาตรฐานผู้ผลิต และต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ แบบหน้างาน

1.2.5 กันรั่วที่เพลลา (Shaft Seal) ของหัวจ่าย

(1) กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และมี Lantern Ring เพื่อให้สามารถระบายความร้อนบริเวณกันรั่ว

(2) กันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic

โดยกันรั่วที่เพลลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั่ว (Flushing for Shaft Seal) การเลือกใช้งานกันรั่วที่เพลลา กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
- น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal)

1.2.6 เพลลาขับ (Line Shaft)

(1) ขนาดและคุณสมบัติของเพลลาไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า

(2) เพลลาขับมีความยาวแต่ละช่วงไม่เกิน 2.0 เมตร หรือตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า

(3) ข้อต่อเพลลาขับ (Shaft Coupling) เป็นแบบ Rigid Coupling

1.2.7 รอกเลื่อน (Bearing)

รอกเลื่อนส่วนปลายเพลลาขับ ด้านต้นกำลัง เป็นชนิดรองรับ Thrust Load เช่น Angular Contact Thrust Bearing โดยต้องมีความเหมาะสมกับ Load Capacity และ Maximum Down Thrust ของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

1.2.8 ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น กับ เพลลาขับของเครื่องสูบน้ำ

(1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลลา กรณีเอกสาร เครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยัน ว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ มีปลอกเพลลา

(2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลลาก็ได้

1.2.9 การหล่อลื่น

(1) การหล่อลื่นแบบใช้น้ำที่สูบเป็นตัวหล่อลื่น (Self Water Lubricated) ให้ใช้เพลลาแบบเปลือย รองลื่นเพลลาขับทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Aluminium Bronze หรือ วัสดุสังเคราะห์ หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

(2) การหล่อลื่นแบบใช้น้ำจากภายนอกเป็นตัวหล่อลื่น (Force Water Lubricated) ให้ใช้เพลลามีปลอก (Shaft-Enclosing Tube) รองลื่นเพลลาขับทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

(3) การหล่อลื่นแบบใช้น้ำมันเป็นตัวหล่อลื่น (Oil Lubricated) ให้ใช้เพลลามีปลอก (Shaft Enclosing Tube) รองลื่นเพลลาขับทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า และต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจเช็คระดับน้ำมันพร้อมชุดควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำ (สัญญาณเตือน และตัดการทำงานเครื่องสูบน้ำ) กรณีที่ระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าที่กำหนด โดยอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นอุปกรณ์ ตามมาตรฐานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำและน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้เป็นชนิด Food Grade เพลลามีปลอก (Shaft-Enclosing Tube) ทำจากวัสดุ Stainless Steel 304 หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าการเลือกใช้งานการหล่อลื่น กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้การหล่อลื่นแบบใช้น้ำมัน (Oil Lubricated)
- น้ำสะอาด ให้ใช้การหล่อลื่นแบบใช้น้ำ (Self or Force Water Lubricated)

หรือ การหล่อลื่นแบบใช้น้ำมัน (Oil Lubricated)

1.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์โบ

1.4 ชุดขับเคลื่อน

1.4.1 ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ชนิดเพลลาตั้งแบบเพลลาตรงหรือแบบเพลลาตัน (Vertical Hollow or Solid Shaft Motor)

1.4.2 ขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

(1) ผ่านชุดเกียร์ในแนวนอน ชุดเกียร์มีอุปกรณ์ป้องกันการหมุนกลับทาง การต่อส่งกำลังระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกับชุดเกียร์ แบบ Universal Coupling

(2) เครื่องยนต์ดีเซลขับชุดเกียร์ชนิดขับได้สองทาง (Combination Gear Drive) คือ แนวตั้งขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพลลาตั้ง และแนวนอนขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ชุดเกียร์มีอุปกรณ์ป้องกันการหมุนกลับทางและชุดคลัทช์ (Clutch) สำหรับตัด การส่งกำลังระหว่างชุดเกียร์กับมอเตอร์ไฟฟ้า การต่อส่งกำลังระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกับชุดเกียร์แบบ Universal Coupling

1.5 อะไหล่

อะไหล่ต่อ เครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

1.5.1 กันรั่วที่เพลลา แบบและจำนวนตามที่ใช้งาน

1.5.2 ใบพัดขนาดใหญ่สุด จำนวนตามที่ใช้งาน

1.5.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน

1.5.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด

2. เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case (Split Case Centrifugal Pump)

2.1 คุณสมบัติ

2.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

2.1.2 การส่งกำลังระหว่างเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ใช้ Mechanical Flexible Coupling

2.1.3 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

2.2 โครงสร้าง

2.2.1 ทางดูดและส่งของตัวเรือนหล่อเป็นชุดเดียวกัน สามารถถอดฝาครอบ (Upper Half Casing) ออกจากตัวเรือนส่วนล่าง (Lower Half Casing) และโครงสร้างตัวเรือนแบบ Single or Multi Stage

2.2.2 ใบพัด (Impeller)

(1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)

(2) ใบพัดแบบ Single Stage ชนิด Double Suction หรือ Multi-Stage ชนิด Single Suction

(3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุดตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

2.2.3 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัด

2.2.4 เพลลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลัง ที่ใบพัด ขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

2.2.5 ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น กับ เพลลา เครื่องสูบน้ำ ปลอกเพลลาเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด



ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
หัวจ่าย (Discharge Head)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
	Fabricated steel	A 283	1626-84	3601-74	G 3452
		A 36	1700 ST4-2		
เรือนใบพัด (Casing Bowl)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40 , 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55 , 60	GG 40		
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
		B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
	Stainless Steel	B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581		
			1.4517		
			1.4593		



ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600 B - C 90250 B - C 90500 B - C 90700 B - C 91700 B - C 93200 B - C 93700 B - C 94300 B - C 95500	2.1096.01 2.1086.01 2.1050.01 2.1052.01 2.1090.01 2.1176.01 2.0975.01	BS 1400 LG 2 BS 1400 PB3 BS 1400 G 1 BS 1400 PB4 BS 1400 PB2 BS 1400 LPB 1 BS 1400 LB 2 BS 1400 AB2	CAC 402 CAC 403 CAC 406
	Stainless Steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316L A - TYPE 316Ti A - TYPE 329 A - TYPE 410 A - TYPE 430 A - TYPE 434 A - TYPE CF8 A - TYPE CF8M	1.4401 1.4404 1.4571 1.4460 1.4006 1.4016 1.4113 1.4308 1.4408 1.4138 1.4538 1.4470 1.4028	316 S 16 316 S 12 320 S 17 410 S 21 430 S 15 434 S 17 304 C 15 316 C 16	SUS 316 SUS 316L SUS 316Ti SUS 329 J1 SUS 410 SUS 430 SUS 434 SCS 13 SCS 14
เพลาขับ (Shaft)	Stainless Steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316L A - TYPE 316Ti A - TYPE 403 A - TYPE 410 A - TYPE 416 A - TYPE 420 A - TYPE 431	1.4401 1.4404 1.4571 1.4000 1.4006 1.4005 1.4021 1.4028 1.4057 1.4462 1.4122	316 S 16 316 S 12 320 S 17 403 S 17 410 S 21 416 S 21 420 S 37 431 S 29 318 S 13	SUS 316 SUS 316L SUS 316Ti SUS 403 SUS 410 SUS 416 SUS 420 J1 SUS 420 J2 SUS 431 SUS 329 J3L

ตารางที่ 1 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless Steel	A - TYPE 304	1.4301	304 S 15	SUS 304
		A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316L	1.4404	316 S 12	SUS 316L
		A - TYPE 316Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
ท่อส่ง (Column Pipe)	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
	Fabricated steel	A 283	1626-84	3601-74	G 3452
		A 53	1629-84	3602/1-78	G 3454
		API 5 L	1700 ST4-2		

(1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลลา กรณีเอกสารเครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยัน ว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ มีปลอกเพลลา

(2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลลาก็ได้

2.2.6 ร่องลื่น (Bearing)

(1) เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case แนวตั้ง (Vertical Split Case Centrifugal Pump) ร่องลื่นส่วนปลายเพลลาขับเคลื่อนด้านกำลังเป็นชนิดรองรับ Thrust Load เช่น Angular Contact Thrust Bearing โดยต้องมีความเหมาะสมกับ Load Capacity และ Maximum Down Thrust ของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ และร่องลื่นส่วนปลายเพลลาอีกด้านเป็นชนิด Bush Bearing ทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือ Ceramic หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

(2) เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case แนวนอน (Horizontal Split Case Centrifugal Pump) ร่องลื่นเป็นชนิด Anti-Friction Bearing

2.2.7 กันรั่วที่เพลลา (Shaft Seal)

(1) กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และต้องมี Lantern Ring เพื่อให้สามารถระบายความร้อนบริเวณกันรั่ว

(2) กันรั่วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic โดยกันรั่วที่เพลลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั่ว (Flushing for Shaft Seal) การเลือกใช้กันรั่วที่เพลลา กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
- น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั่วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั่วแบบเชิงกล

(Mechanical Seal)

2.2.8 มีอุปกรณ์หรือร่องระบายกันน้ำกระเซ็นเข้าเรือนรองลื่น

2.2.9 เครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case แนวตั้ง (Vertical Split Case Centrifugal Pump) และฐาน (Stool) สำหรับรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จจาก โรงงานผู้ผลิต

2.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ หมุนเหวี่ยงแบบ Split Case

2.4 อะไหล่

อะไหล่ ต่อเครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

2.4.1 กันรั่วที่เพลลา แบบและจำนวนตามที่ใช้งาน

2.4.2 ใบพัดขนาดใหญ่สุด จำนวนตามที่ใช้งาน

2.4.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน

2.4.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด

2.4.5 ปลอกเพลลา จำนวนตามที่ใช้งาน (เฉพาะเครื่องสูบน้ำที่มีปลอกเพลลา)

ตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ หมุนเหวี่ยงแบบ Split Case

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40, 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55, 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB1	
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581	318 C 17	
			1.4517		
			1.4593		

ตารางที่ 2 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ หมุนเหวี่ยงแบบ Split Case (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4122		
			1.4138		

3. เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว (Single Suction Centrifugal Pump)

3.1 คุณลักษณะ

3.1.1 คุณสมบัติทั่วไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน มอก.1434

3.1.2 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียวชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

3.1.3 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียวแบบ Back Pull Out

3.1.4 การส่งกำลังระหว่างเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ใช้ Mechanical Flexible Coupling (Spacer Type)

3.1.5 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

3.2 โครงสร้าง

3.2.1 ใบพัด (Impeller)

(1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)

(2) ใบพัดแบบ Single Stage

(3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

3.2.2 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัดหรือใช้หมุดเกลียวขันยึด

3.2.3 เพลลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลังที่ใบพัด ขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

3.2.4 ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเพลลา เครื่องสูบน้ำ ปลอกเพลลาเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

(1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลลา กรณีเอกสารเครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยันว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ มีปลอกเพลลา

(2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลลา ก็ได้

3.2.5 ร่องลื่น (Bearing) เป็นชนิด Anti-friction Bearing

3.2.6 กันรั้วที่เพลลา (Shaft Seal)

(1) กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และต้องมี Lantern Ring เพื่อให้สามารถระบายความร้อนบริเวณกันรั้ว

(2) กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic โดยกันรั้วที่เพลลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั้ว (Flushing for Shaft Seal) การเลือกใช้งานกันรั้วที่เพลลา กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
- น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั้วแบบเชิงกล

(Mechanical Seal)

3.2.7 มีอุปกรณ์หรือร่องระบายกันน้ำกระเซ็นเข้าเรือนร่องลื่น

3.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ แบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว

3.4 อะไหล่

อะไหล่ต่อ เครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

3.4.1 กันรั้วที่เพลลา แบบและจำนวนตามที่ใช้งาน

3.4.2 ใบพัดขนาดใหญ่สุด จำนวนตามที่ใช้งาน

3.4.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน

3.4.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด

3.4.5 ปลอกเพลลา จำนวนตามที่ใช้งาน (เฉพาะเครื่องสูบน้ำที่มีปลอกเพลลา)

ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ แบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40, 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55, 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250	2.1086.01	BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1050.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700		BS 1400 PB4	
		B - C 95200	2.0975.01		
		B - C 95500		BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581	318 C 17	
			1.4517		
			1.4593		

ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ แบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600 B - C 90250 B - C 90500 B - C 90700 B - C 91700 B - C 93200 B - C 93700 B - C 95500	2.1096.01 2.1086.01 2.1050.01 2.1052.01 2.1090.01 2.1176.01 2.0975.01	BS 1400 LG 2 BS 1400 PB3 BS 1400 G 1 BS 1400 PB4 BS 1400 PB2 BS 1400 LPB 1 BS 1400 LB 2 BS 1400 AB2	CAC 402 CAC 403 CAC 406
	Stainless steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L A - TYPE 316 Ti A - TYPE 329 A - TYPE 410 A - TYPE 430 A - TYPE 434 A - TYPE CF8 A - TYPE CF8M	1.4401 1.4404 1.4571 1.4460 1.4006 1.4016 1.4113 1.4308 1.4408 1.4138 1.4538 1.4470 1.4028	316 S 16 316 S 12 320 S 17 410 S 21 430 S 15 434 S 17 304 C 15 316 C 16	SUS 316 SUS 316 L SUS 316 Ti SUS 329 J1 SUS 410 SUS 430 SUS 434 SCS 13 SCS 14
เพลาชับ (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L A - TYPE 316 Ti A - TYPE 403 A - TYPE 410 A - TYPE 416 A - TYPE 420 A - TYPE 431	1.4401 1.4404 1.4571 1.4000 1.4006 1.4005 1.4021 1.4028 1.4057 1.4462 1.4122	316 S 16 316 S 12 320 S 17 403 S 17 410 S 21 416 S 21 420 S 37 431 S 29 318 S 13	SUS 316 SUS 316 L SUS 316 Ti SUS 403 SUS 410 SUS 416 SUS 420 J1 SUS 420 J2 SUS 431 SUS 329 J3L

ตารางที่ 3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ แบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4122		
			1.4138		

4. เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น (Multi-Stage Centrifugal Pump)

4.1 คุณลักษณะ

4.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

4.1.2 การส่งกำลัง ระหว่างเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ใช้ Mechanical Flexible Coupling

4.1.3 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

4.2 โครงสร้าง

4.2.1 ใบพัด (Impeller)

(1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)

(2) ใบพัดแบบ Multi-Stage

(3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน และต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

4.2.2 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัด

4.2.3 เพลลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลัง ที่ใบพัดขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

4.2.4 ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น กับ เพลลาเครื่องสูบน้ำ ปลอกเพลลาเป็นแบบถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

(1) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ต้องมีปลอกเพลลา กรณีเอกสารเครื่องสูบน้ำที่เสนอไม่ได้ระบุปลอกเพลลา บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำจะต้องแสดงเอกสารยืนยันว่าเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ มีปลอกเพลลา

(2) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) เป็นชนิดมีหรือไม่มีปลอกเพลลาก็ได้

4.2.5 ร่องลื่น (Bearing) ส่วนปลายเพลลาทั้ง 2 ด้าน เป็นชนิด Anti-Friction Bearing และร่องลื่นระหว่างใบพัด เป็นชนิด Bush Bearing ทำจากวัสดุ Aluminium Bronze หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

4.2.6 กันรั้วที่เพลลา (Shaft Seal)

(1) กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) ทำจากวัสดุ Synthetic Graphite Impregnated (SGI) หรือ PTFE หรือ Abeston Teflon หรือ Carbon Fiber และต้องมี Lantern Ring เพื่อให้ให้น้ำมาระบายความร้อนบริเวณกันรั้ว

(2) กันรั้วแบบเชิงกล (Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic โดยกันรั้วที่เพลลา ทั้ง 2 แบบ ต้องมีน้ำมาหล่อเลี้ยงบริเวณกันรั้ว (Flushing for Shaft Seal) การเลือกใช้งานกันรั้วที่เพลลา กรณีน้ำที่สูบเป็น

- น้ำดิบ ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal)
- น้ำสะอาด ให้ใช้กันรั้วแบบวัสดุอัด (Packing Seal) หรือกันรั้วแบบเชิงกล

(Mechanical Seal)

4.2.7 มีอุปกรณ์หรือร่องระบายกันน้ำกระเซ็นเข้าเรือนร่องลื่น

4.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น

4.4 อะไหล่

อะไหล่ต่อ เครื่องสูบน้ำ 1 ชุด

4.4.1 กันรั้วที่เพลลาแบบและจำนวนตามที่ใช้งาน

4.4.2 ใบพัดขนาดใหญ่สุด จำนวนตามที่ใช้งาน

4.4.3 แหวนตัวเรือน จำนวนตามที่ใช้งาน

4.4.4 ปะเก็น (Gasket) ครบชุด

4.4.5 ปลอกเพลลาจำนวนตามที่ใช้งาน (เฉพาะเครื่องสูบน้ำที่มีปลอกเพลลา)



ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ แบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40, 45	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 50	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
		A - Gr 55, 60	GG 40		
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40	BS 2789 400/17	FCD 400
		A - Gr 65-45-12	-	BS 2789 420/12	FCD 450
		A - Gr 70-50-05	GGG 50	BS 2789 500/17	FCD 500
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006		SUS 410
		A - TYPE 431	1.4057		SUS 431
		A - TYPE CF8	1.4308	410 S 21	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	431 S 29	SCS 14
			1.4409	304 C 15	
			1.4581	316 C 16	
			1.4517		
			1.4593	318 C 17	



ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ แบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600 B - C 90250 B - C 90500 B - C 90700 B - C 91700 B - C 93200 B - C 93700 B - C 95500	2.1096.01 2.1086.01 2.1050.01 2.1052.01 2.1090.01 2.1176.01 2.0975.01	BS 1400 LG 2 BS 1400 PB3 BS 1400 G 1 BS 1400 PB4 BS 1400 PB2 BS 1400 LPB 1 BS 1400 LB 2 BS 1400 AB2	CAC 402 CAC 403 CAC 406
	Stainless steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L A - TYPE 316 Ti A - TYPE 329 A - TYPE 410 A - TYPE 430 A - TYPE 434 A - TYPE CF8 A - TYPE CF8M	1.4401 1.4404 1.4571 1.4460 1.4006 1.4016 1.4113 1.4308 1.4408	316 S 16 316 S 12 320 S 17 410 S 21 430 S 15 434 S 17 304 C 15 316 C 16	SUS 316 SUS 316 L SUS 316 Ti SUS 329 J1 SUS 410 SUS 430 SUS 434 SCS 13 SCS 14
เพลาขับ (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L A - TYPE 316 Ti A - TYPE 403 A - TYPE 410 A - TYPE 416 A – TYPE 420 A - TYPE 431	1.4401 1.4404 1.4571 1.4000 1.4006 1.4005 1.4021 1.4028 1.4057 1.4462 1.4122	316 S 16 316 S 12 320 S 17 403 S 17 410 S 21 416 S 21 420 S 37 431 S 29 318 S 13	SUS 316 SUS 316 L SUS 316 Ti SUS 403 SUS 410 SUS 416 SUS 420 J1 SUS 420 J2 SUS 431 SUS 329 J3L

ตารางที่ 4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ แบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ปลอกเพลลา (Shaft Sleeve)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		
		A - TYPE 431	1.4057	431 S 29	SUS 431
			1.4122		
			1.4138		

5. เครื่องสูบน้ำแบบแช่ (Submersible Centrifugal Pump)

5.1 คุณลักษณะ

5.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำแบบแช่ ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

5.1.2 ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

5.2 โครงสร้าง

5.2.1 ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบเป็นชุดเดียวกัน

5.2.2 เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้ามีชั้นคุณภาพการป้องกันตามมาตรฐาน IP 68 และสามารถทำงานในน้ำได้

5.2.3 การระบายความร้อนที่ตัวเรือนมอเตอร์และการเลือกใช้งานเครื่องสูบน้ำแบบแช่

5.2.3.1 การระบายความร้อนโดยใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่รอบๆตัวเรือนมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (Direct Cool Motor)

การใช้งาน

- เครื่องสูบน้ำติดตั้งแบบ Wet Pit เท่านั้น
- ระดับน้ำต่ำสุดที่เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้ ต้องอยู่สูงกว่ามอเตอร์เครื่องสูบน้ำตลอดเวลา และต้องไม่เกิด Vortex และ Cavitation ที่ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ
- สามารถใช้สูบน้ำสะอาด น้ำที่มีสารแขวนลอยและน้ำปนโคลนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของใบพัด

5.2.3.2 การระบายความร้อนโดยใช้เสื้อมอเตอร์ (Cooling Jacket) โดยแบ่งเป็น

(1) การใช้น้ำที่สูบจากเครื่องสูบน้ำไหลผ่านเสื้อมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (Pumped Cool (By-pass) Motor)

(2) การใช้น้ำสะอาดจากแหล่งน้ำภายนอก ไหลผ่านเสื้อมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (External Water Cool Motor)

(3) การใช้สารหล่อเย็นภายในเสื้อมอเตอร์ ไหลผ่านเสื้อมอเตอร์ เป็นตัวระบายความร้อนให้กับมอเตอร์ (Closed Loop Cool Motor)

การใช้งาน

- เครื่องสูบน้ำติดตั้งได้ทั้งแบบ Wet Pit และ Dry Pit
- ระดับน้ำต่ำสุดที่เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้ต้องไม่เกิด Vortex และ Cavitation ที่ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ

- การระบายความร้อนตามข้อ 5.2.3.2 (1) ใช้สูบน้ำสะอาดเท่านั้น
- การระบายความร้อนตามข้อ 5.2.3.2 (2) และข้อ 5.2.3.2 (3) สามารถใช้สูบน้ำสะอาด น้ำที่มีสารแขวนลอยและน้ำปนโคลนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของใบพัด

5.2.4 ใบพัด (Impeller)

- (1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิดหรือเปิด (Enclosed Type or Opened Type)
- (2) ใบพัดแบบ Single Stage
- (3) ใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) ทำจากวัสดุชนิดเดียวกันและต้องมีความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ระดับ 6.3 ตามมาตรฐาน ISO 1940/1 หรือ JIS B 0905

(4) ใบพัด Vortex มีหรือไม่มีแหวนตัวเรือนก็ได้

5.2.5 แหวนตัวเรือน (Casing Wear Ring) เป็นแบบสวมอัดหรือใช้หมุดเกลียวขันยึด

5.2.6 เพลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ สามารถส่งกำลัง ที่ใบพัดมีขนาดใหญ่สุดของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ

5.2.7 ร่องลื่น (Bearing) เป็นชนิด Anti-Friction Bearing

5.2.8 สารหล่อลื่นและหล่อเย็นต้องมีคุณสมบัติสำหรับใช้งานกับเครื่องสูบน้ำแบบแช่ โดยเฉพาะ

5.2.9 กันรั่วที่เพลา (Shaft Seal) เป็นแบบเชิงกลไม่น้อยกว่าสองชั้น (Double Mechanical Seal) ทำจากวัสดุ Silicon Carbide (SiC) หรือ Tungsten Carbide หรือ Ceramic

5.2.10 เครื่องสูบน้ำแบบแช่ต้องมีอุปกรณ์เพื่อป้องกันความเสียหายประกอบด้วย Thermal Sensor, Leak and Moisture Detector พร้อมอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณ (Monitoring Unit) ตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณนี้จะติดตั้งที่ตู้ควบคุมเพื่อรับสัญญาณและเตือนเมื่อเครื่องสูบน้ำเกิดความเสียหาย

5.3 วัสดุ



วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่

ตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast iron	A - Gr 35 A - Gr 40, 45 A - Gr 50 A - Gr 55, 60	GG 25 GG 30 GG 35 GG 40	BS 1452 Gr 260 BS 1452 Gr 300 BS 1452 Gr 350	FC 250 FC 300 FC 350
	Ductile iron	A - Gr 60-40-18 A - Gr 65-45-12 A - Gr 70-50-05	GGG 40 - GGG 50	BS 2789 400/17 BS 2789 420/12 BS 2789 500/17	FCD 400 FCD 450 FCD 500
ใบพัด (Impeller)	Cast iron	A - Gr 35 A - Gr 40, 45 A - Gr 50 A - Gr 55, 60	GG 25 GG 30 GG 35 GG 40	BS 1452 Gr 260 BS 1452 Gr 300 BS 1452 Gr 350	FC 250 FC 300 FC 350
	Copper Alloy	B - C 83600 B - C 83800 B - C 87600 B - C 90250 B - C 90500 B - C 90700 B - C 95200 B - C 95500	2.1096.01 2.1086.01 2.1050.01 2.0975.01	BS 1400 LG 2 BS 1400 PB3 BS 1400 G 1 BS 1400 PB4 BS 1400 AB2	CAC 403 CAC 406 CAC 702
	Stainless steel	A - TYPE 329 A - TYPE 410 A - TYPE 420 A - TYPE CF8 A - TYPE CF8M	1.4460 1.4006 1.4021 1.4028 1.4308 1.4408 1.4409 1.4581 1.4517 1.4593	410 S 21 420 S 37 304 C 15 316 C 16 318 C 17	SUS 329 J1 SUS 410 SUS 420 J1 SUS 420 J2 SCS 13 SCS 14



ตารางที่ 5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่ (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Cast iron	A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
		A - Gr 40, 45 A - Gr 50	GG 30	BS 1452 Gr 300	FC 300
		A - Gr 55, 60	GG 35	BS 1452 Gr 350	FC 350
			GG 40		
	Copper Alloy	B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 402
		B - C 90250		BS 1400 PB3	CAC 403
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	CAC 406
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 91700	2.1052.01	BS 1400 PB2	
		B - C 93200	2.1090.01	BS 1400 LPB 1	
		B - C 93700	2.1176.01	BS 1400 LB 2	
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE 430	1.4016	430 S 15	SUS 430
		A - TYPE 434	1.4113	434 S 17	SUS 434
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4138		
			1.4538		
			1.4470		
			1.4028		
เพลาชัป (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 403	1.4000	403 S 17	SUS 403
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 416	1.4005	416 S 21	SUS 416
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2

		A - TYPE 431	1.4057 1.4462 1.4122	431 S 29 318 S 13	SUS 431 SUS 329 J3L
--	--	--------------	----------------------------	----------------------	------------------------

6. เครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ (Submersible Deep Well Pump)

6.1 คุณสมบัติ

6.1.1 เป็นเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ ชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Continuous Heavy Duty)

6.1.2 ความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที

6.2 โครงสร้าง

6.2.1 ตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบเป็นชุดเดียวกัน

6.2.2 เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้ามีชั้นคุณภาพการป้องกันตามมาตรฐาน IP 68 และสามารถทำงานในน้ำได้

6.2.3 ใบพัด (Impeller)

(1) ใบพัดหล่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบปิด (Enclosed Type)

(2) ใบพัดเป็นแบบ Single Stage หรือ Multi-Stage

6.2.4 เพลา (Shaft) มีความแข็งแรง ทนการกัดกร่อนและสึกหรอ ไม่เกิดการสั่นขณะใช้งาน

6.2.5 รอกเลื่อนชนิด Anti-Friction Bearing

6.2.6 เครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ต้องมีอุปกรณ์เพื่อป้องกันความเสียหายประกอบด้วย Thermal Sensor พร้อมอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณ (Monitoring Unit) ตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณนี้จะติดตั้งที่ตู้ควบคุมเพื่อรับสัญญาณและเตือนเมื่อเครื่องสูบน้ำเกิดความเสียหาย

6.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่



ตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Stainless steel	A - TYPE 304	1.4301	304 S 15	SUS 304
		A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
ใบพัด (Impeller)	Copper Alloy		1.4517		
		B - C 83600	2.1096.01	BS 1400 LG 2	CAC 403
		B - C 83800			CAC 406
		B - C 87600			CAC 702
		B - C 90250		BS 1400 PB3	
		B - C 90500	2.1086.01	BS 1400 G 1	
		B - C 90700	2.1050.01	BS 1400 PB4	
		B - C 95200			
		B - C 95500	2.0975.01	BS 1400 AB2	
	Stainless steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S 16	SUS 316
		A - TYPE 316 L	1.4404	316 S 12	SUS 316 L
		A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
		A - TYPE 329	1.4460		SUS 329 J1
		A - TYPE 410	1.4006	410 S 21	SUS 410
		A - TYPE 420	1.4021	420 S 37	SUS 420 J1
			1.4028		SUS 420 J2
		A - TYPE CF8	1.4308	304 C 15	SCS 13
		A - TYPE CF8M	1.4408	316 C 16	SCS 14
			1.4409		
			1.4581	318 C 17	
			1.4517		
			1.4593		



ตารางที่ 6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำบำบัดแบบแช่ (ต่อ)

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
แหวนตัวเรือน (Wear Ring)	Copper Alloy	B - C 83600 B - C 90250 B - C 90500 B - C 90700 B - C 91700 B - C 93200 B - C 93700 B - C 95500	2.1096.01 2.1086.01 2.1050.01 2.1052.01 2.1090.01 2.1176.01 2.0975.01	BS 1400 LG 2 BS 1400 PB3 BS 1400 G 1 BS 1400 PB4 BS 1400 PB2 BS 1400 LPB 1 BS 1400 LB 2 BS 1400 AB2	CAC 402 CAC 403 CAC 406
	Stainless steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L A - TYPE 316 Ti A - TYPE 329 A - TYPE 410 A - TYPE 420 A - TYPE 430 A - TYPE 434 A - TYPE CF8 A - TYPE CF8M	1.4401 1.4404 1.4571 1.4460 1.4006 1.4021 1.4028 1.4016 1.4113 1.4308 1.4408 1.4138 1.4538 1.4470 1.4028	316 S 16 316 S 12 320 S 17 410 S 21 420 S 37 430 S 15 434 S 17 304 C 15 316 C 16	SUS 316 SUS 316 L SUS 316 Ti SUS 329 J1 SUS 410 SUS 420 J1 SUS 420 J2 SUS 430 SUS 434 SCS 13 SCS 14
เพลาชับ (Shaft)	Stainless steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L A - TYPE 316 Ti A - TYPE 403 A - TYPE 410 A - TYPE 416 A - TYPE 420 A - TYPE 431	1.4401 1.4404 1.4571 1.4000 1.4006 1.4005 1.4021 1.4028 1.4057 1.4462 1.4122	316 S 16 316 S 12 320 S 17 403 S 17 410 S 21 416 S 21 420 S 37 431 S 29 318 S 13	SUS 316 SUS 316 L SUS 316 Ti SUS 403 SUS 410 SUS 416 SUS 420 J1 SUS 420 J2 SUS 431 SUS 329 J3L
กรองกันขยะ (Strainer)	Stainless steel	A - TYPE 304 A - TYPE 316 A - TYPE 316 L	1.4301 1.4401 1.4404	304 S 15 316 S 16 316 S 12	SUS 304 SUS 316 SUS 316 L



	A - TYPE 316 Ti	1.4571	320 S 17	SUS 316 Ti
	A - TYPE 420	1.4021		SUS 420 J1
		1.4028	420 S 37	SUS 420 J2

7. เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำและอื่นๆ เป็นเครื่องยนต์ที่ให้กำลัง (Output Power) อย่างต่อเนื่อง (Continuous Rating) ตามมาตรฐาน DIN 6271, ISO 3046, BS 5514 หรือเทียบเท่าเครื่องยนต์มีคุณลักษณะและอุปกรณ์ประกอบดังนี้

7.1 คุณลักษณะ

- 7.1.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ ความเร็วรอบไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
- 7.1.2 เป็นเครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยน้ำผลิตภายใต้มาตรฐาน EURO IIIA หรือเทียบเท่า
- 7.1.3 สตาร์ทด้วยแบตเตอรี่

7.2 อุปกรณ์แสดงสภาพเครื่องยนต์

อุปกรณ์ที่ใช้วัดหรือแสดงสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์แบบอิเล็กทรอนิกส์หรือแบบทางกลประกอบด้วย

- 7.2.1 แสดงแรงดันน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pressure Gauge)
- 7.2.2 แสดงอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น (Oil Temperature Gauge)
- 7.2.3 แสดงความเร็วรอบ (Tachometer)
- 7.2.4 บันทึกชั่วโมงการทำงาน (Hour Counter Meter)

7.3 อุปกรณ์ประกอบ

7.3.1 ท่ออ่อนเหล็กปลอดสนิม (Flexible Stainless Steel) กันการสั่นสะเทือนชนิดหน้างานยาวประมาณ 0.30 เมตร ต่อระหว่างท่อร่วมไอเสียของเครื่องยนต์และท่อไอเสีย

7.3.2 ท่อไอเสียและเก็บเสียง (Exhaust Silencer) ต้องลดความดังของเสียงเมื่อตรวจวัดที่ระยะห่างประมาณ 1 เมตร ไม่เกิน 120 เดซิเบล ขณะเครื่องยนต์ทำงานต่อเนื่องที่ความเร็ว 1,200-1,500 รอบต่อนาที

7.3.3 ถังน้ำมันเชื้อเพลิงประจำเครื่อง มีความจุสำหรับใช้งานเต็มกำลังไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง ชองเติมน้ำมันมีตะแกรงกรองที่ถอดทำความสะอาดได้ มีฝาปิดมิดชิด มีหลอดแก้วแสดงระดับน้ำมันและมีท่อทางระบายน้ำมันล้นถึงพร้อมขาตั้งรองรับถังน้ำมันให้แนวศูนย์กลางของถังน้ำมันสูงประมาณระดับปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

7.3.4 เครื่องยนต์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำหมอน้ำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป มีขนาดและคุณสมบัติตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องยนต์ติดตั้งอยู่กับที่

7.4 ระบบป้องกันเครื่องยนต์เสียหาย

เครื่องยนต์ต้องมีระบบหยุดการทำงานอัตโนมัติ (Automatic Shut Down) ดังนี้

- 7.4.1 ความร้อนเครื่องยนต์สูงเกินปกติ
- 7.4.2 ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ
- 7.4.3 ความเร็วเครื่องสูงกว่ากำหนด
- 7.4.4 สายพานขับ พัดลมระบายความร้อนขาด
- 7.4.5 น้ำ มั่นในถังเก็บน้ำมันระดับต่ำกว่าที่กำหนด

7.5 ระบบไฟฟ้าของเครื่องยนต์ ประกอบด้วย

- 7.5.1 มอเตอร์สตาร์ท และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่
- 7.5.2 แบตเตอรี่ขนาดที่มีแอมป์ ชั่วโมงเหมาะสมกับมอเตอร์สตาร์ทพร้อมสายไฟขนาดตาม

มาตรฐาน

- 7.5.3 แผงสวิทช์ควบคุมเครื่องยนต์ ประกอบด้วย
 - (1) สวิทช์สตาร์ท (Starter Switch)
 - (2) อุปกรณ์ตามข้อ 7.2
 - (3) สัญญาณเตือนเมื่อเกิดอาการตามข้อ 7.4

7.6 เครื่องมือประจำเครื่อง

- 7.6.1 ปืนหมันสูบน้ำมันโดยมีความยาวของท่อทางดูดประมาณ 1.15 เมตร 1 ชุด
- 7.6.2 ประแจชุดสำหรับการถอดแก้ไข ตามชนิดของเครื่องยนต์ 1 ชุด

7.7 อะไหล่

- | | | | |
|-------|--|---|-----|
| 7.7.1 | ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง | 1 | ชุด |
| 7.7.2 | ไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น | 1 | ชุด |
| 7.7.3 | ไส้กรองอากาศ | 1 | ชุด |
| 7.7.4 | สายพานพัดลม | 1 | ชุด |
| 7.7.5 | สายพานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ | 1 | ชุด |
| 7.7.6 | อะไหล่อื่นๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต | 1 | ชุด |

8. มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนสูบน้ำและอื่นๆ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดใช้งานต่อเนื่อง(Continuous Rating) และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.04 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า ฉบับปีล่าสุดหรือรายการประกอบการจัดหาและติดตั้งงานไฟฟ้า

II. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักรวัสดุอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เพื่อติดตั้งปรับปรุงให้เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และมาตรฐานคุณภาพที่กำหนด เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน ทั้งนี้ ความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซม เปลี่ยน ปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดีและใช้งานได้

1. ขั้นตอนการดำเนินการก่อนติดตั้ง

1.1 เอกสารขอความเห็นชอบการใช้เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารต้นฉบับแสดงรายละเอียดเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ประกอบด้วย ยี่ห้อ ชนิด รุ่น ขนาด พิกัด มิติ สมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำรุ่นที่เสนอ (Performance Curve) รายการส่วนประกอบ วัสดุและอื่นๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบและให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการจัดหา

1.2 แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณ

หลังจากได้รับความเห็นชอบการใช้เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) แสดงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น ขนาด มิติ ตำแหน่ง ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ระยะ แนววางท่อ ระดับอุปกรณ์ประกอบ ระบบไฟฟ้า การประสานท่อและอื่นๆ รวมทั้งรายการคำนวณฐานคอนกรีต ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการ

ผู้รับจ้าง ต้องรับผิดชอบความถูกต้องของมิติ (Dimensions) และน้ำหนักของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ทั้งนี้แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณฐานคอนกรีต จะต้องลงนามรับรอง โดยผู้รับจ้างและวิศวกรสาขาที่เกี่ยวข้อง ระดับ สามัญวิศวกร หรือ วุฒิวิศวกร

การตรวจสอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเป็นเพียงการตรวจสอบความถูกต้องตรงกับ หลักการออกแบบ (Design Concept) ตามมาตรฐานคุณภาพและแบบเท่านั้น การรับรองนี้ผู้รับจ้างไม่สามารถใช้เป็นข้ออ้างในกรณีที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ อีกทั้งผู้รับจ้าง ยังคงต้องรับผิดชอบในการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นต่างๆ แม้ไม่ได้ระบุลงในแบบก็ตามเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

1.3 เอกสารใบรับรองเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

หลังจากได้รับความเห็นชอบแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการคำนวณฐานคอนกรีตแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดส่งเอกสารใบรับรองเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบและให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการขนส่ง ดังนี้

- (1) เอกสารผลทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำรุ่นที่เสนอจากโรงงานผู้ผลิตหรือโรงงานประกอบที่ได้รับการรับรองจากผู้ผลิต
- (2) เอกสารต้นฉบับแสดงแหล่งผลิต (Certification of Origin) ที่ระบุหมายเลขเครื่องตรงตามทีเสนอ
- (3) หลักฐานการนำเข้า (Invoice) ที่ระบุหมายเลขเครื่องตรงตามทีเสนอ
- (4) ใบรับรองความสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance) ของใบพัดที่ใช้งานและใบพัดอะไหล่ (ถ้ามี) จากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ(ยกเว้นเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่)
- (5) ใบรับรองผลการทดสอบวัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำตามที่กำหนดจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ(ต้นฉบับ) ที่ระบุหมายเลขเครื่องตรงตามทีเสนอ ดังนี้
 - ตัวเรือน ต้องมีผลทดสอบ Tensile Strength ของวัสดุ
 - ใบพัด ต้องมีผลทดสอบ Tensile Strength และส่วนประกอบทางเคมี ของวัสดุ
 - เฟลาขับ ต้องมีผลทดสอบ Tensile Strength และส่วนประกอบทางเคมี ของวัสดุ

1.4 การขนส่งและการจัดเก็บ

หลังจากได้รับความเห็นชอบเอกสารใบรับรองเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งวันเวลาที่ดำเนินการจัดส่งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังไปยังสถานที่ติดตั้งเพื่อป้องกันความเสียหาย และการเสื่อมสภาพ ผู้รับจ้างต้องหุ้มเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังด้วยวัสดุป้องกันความชื้น บรรจุในหีบห่อที่ทำเครื่องหมายแสดงรายละเอียด ชื่อของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ น้ำหนัก และปีที่ผลิต หีบห่อต้องแข็งแรง มีความเหมาะสมกับการยกขึ้นลงด้วยเครื่องจักรกล เช่น Forklift หรือ Crane ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ที่จัดเก็บในบริเวณสถานที่ติดตั้งผู้รับจ้างต้องจัดเก็บภายในโรงเรือนที่ปลอดภัยถ้าผู้รับจ้างจะเคลื่อนย้ายต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อน

2. อุปกรณ์ประกอบงานติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

2.1 ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง เป็นเหล็กเหล็กรูปตัวซี (Channel) หรือตัวไอ (I-Beam) มีขนาดเพียงพอรับแรงโดยไม่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเกินกำหนดเมื่อเดินเครื่องอันจะเป็น



เหตุให้ตัวเครื่อง และเครื่องควบคุมชำรุด เสียหาย สกรูฝังในฐานคอนกรีตยึดฐานหลักต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของจำนวนสกรูยึดฐานเครื่อง และหรือมีระยะห่างในแนวเดียวกันไม่เกิน 0.40 เมตร ขนาดของสกรูไม่เล็กกว่า 1.5 เท่าของสกรูยึดฐานหลัก ความยาวของสกรูไม่น้อยกว่า 40 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลาง สกรูปลายส่วนที่ยึดฝังในคอนกรีตเป็นหางปลา สกรูยึดฐานหลักต้องมีขนาดและความยาวตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การใช้สกรูทุกตัวต้องใช้แหวนสปริงรองกันคลาย

2.2 ฐานคอนกรีต

2.2.1 กรณีฐานคอนกรีตแยกกับ โครงสร้างอาคาร ให้ออกแบบฐานราก ดังนี้

(1) กรณีที่ดินสามารถรับน้ำหนักบรรทุกทุกพลอตภัยได้ไม่น้อยกว่า 6 ตันต่อตารางเมตร ($F.S = 3.0$) ให้ออกแบบเป็นฐานรากแผ่

(2) กรณีที่ดินไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกทุกพลอตภัยได้ตามที่กำหนด ให้ตอกเสาเข็มรองรับฐานคอนกรีต ทั้งนี้ให้พิจารณารูปแบบ หน้าตัด และความยาวของเสาเข็มจากรายงานผลเจาะสำรวจชั้นดิน

2.2.2 กรณีฐานคอนกรีตหล่อเป็นเนื้อเดียวกันกับโครงสร้างอาคาร เช่น ภายในพื้นบ่อแห้ง ซึ่งไม่สามารถตัดแยกรอยต่อระหว่างโครงสร้างได้ ให้ถือว่าการถ่ายน้ำหนักบรรทุกกรณีนี้ถ่ายลงบนโครงสร้างโดยสมบูรณ์ ไม่ต้องนำการรับน้ำหนักของชั้นดินมาพิจารณา

ทั้งนี้ การออกแบบฐานคอนกรีต ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

2.3 อุปกรณ์ทางดูด

2.3.1 อุปกรณ์ทางดูดมี 3 รูปแบบ แต่ละรูปแบบจะใช้ตามข้อกำหนดเฉพาะงาน ถ้าไม่กำหนดไว้จะต้องประกอบด้วย

(1) ความดันด้านทางดูดต่ำกว่าบรรยากาศและไล่อากาศด้วยน้ำใช้หัวกระโหลก (Foot Valve) และกรองกันขยะ (Strainer) ที่มีพื้นที่น้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของพื้นที่หน้าตัดต่อทางดูด

(2) ความดันด้านทางดูดต่ำกว่า บรรยากาศและไล่อากาศด้วยเครื่องดูดอากาศ (Liquid Ring Vacuum Pump) ใช้ทางดูดปากกระชัง หรือกรองกันขยะที่มีพื้นที่น้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของพื้นที่หน้าตัดต่อทางดูด

(3) ความดันด้านทางดูดสูงกว่าบรรยากาศ ใช้ทางดูดปากกระชัง หรือกรองกันขยะที่มีพื้นที่น้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของพื้นที่หน้าตัดต่อทางดูด

2.3.2 การไล่อากาศด้วยน้ำใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ต่อจากท่อจ่ายน้ำผ่านประตูน้ำ ปิด-เปิดเข้าเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่อง ในกรณีที่ไม่มีท่อจ่ายน้ำให้ใช้ถึงสำรองน้ำ Stainless Steel มีขนาดความจุเพื่อไล่อากาศเครื่องสูบน้ำเครื่องใหญ่ที่สุดของโครงการได้

ไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง จากถังสำรองน้ำใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ผ่านประตุน้ำ เข้าเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องเช่นเดียวกัน และเดินท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร จากท่อส่งร่วมผ่านประตุน้ำ ปิด-เปิด และประตุน้ำ ลูกลอย (Float Valve) เข้าถังสำรองน้ำ

2.3.3 การไล่อากาศ วิธีใช้เครื่องดูดอากาศหรือวิธีอื่นกำหนดในข้อกำหนดเฉพาะงาน

2.3.4 การประสานท่อทางดูดและทางส่งเข้าเครื่องสูบน้ำให้ดำเนินการดังนี้

(1) การต่อท่อทางส่งใช้ข้อต่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมหรือเหล็กเหนียว ชนิดมีหน้างานด้านหนึ่งต่อกับเครื่องสูบน้ำอีกด้านหนึ่งต่อกับท่อทางส่ง

(2) การต่อท่อทางดูดใช้ต่อผ่านข้อต่อคางหมูชนิดเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมหรือเหล็กเหนียว ชนิดมีหน้างาน ด้านหนึ่งต่อกับเครื่องสูบน้ำอีกด้านหนึ่งต่อกับท่อทางดูด

(3) ในกรณีที่ด้านทางเข้าหรือด้านทางออกของเครื่องสูบน้ำมีขนาดเท่ากับท่อทางส่งหรือท่อทางดูดให้ต่อท่อส่งและดูดเข้ากับเครื่องสูบน้ำโดยตรง

(4) ในกรณีที่ความดันด้านดูดสูงกว่าบรรยากาศหรือระดับน้ำด้านดูดสูงกว่าศูนย์กลางเครื่องสูบน้ำให้มีประตุน้ำ ปิด-เปิดขนาดเท่ากับท่อทางดูด

2.4 ข้อต่อส่งกำลัง

ข้อต่อส่งกำลังจากเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำให้มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ข้อต่อ Mechanical Flexible Coupling แบบ Elastomeric Coupling หรือแบบ Disflex Coupling และครอบด้วย Coupling Guard

2.4.2 สามารถรับกำลังขับเคลื่อนจากเครื่องต้นกำลัง โดยไม่เกิดการชำรุดเสียหายเมื่อรับภาระเต็มที่

2.5 เกจวัดความดัน

2.5.1 เป็นเกจใช้วัดความดัน (Pressure Gauge) หรือทั้งความดันและสุญญากาศ (Compound Gauge)

2.5.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าปัดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ตัวเรือนและอุปกรณ์ภายในผลิตจาก Stainless Steel

2.5.3 เป็นเกจชนิดที่ภายในหน้าปัดบรรจุลิเฮอร์ริน หรือมีระบบป้องกันการสั่นของเข็ม

2.5.4 หน่วยการวัดของเกจวัดความดันแสดงเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.5.5 ความละเอียดไม่น้อยกว่า + 0.1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และความผิดพลาดของเกจไม่เกิน 1.5 % (Full Scale)

2.5.6 สามารถวัดขนาดของความดันได้ประมาณ 1.5 เท่า ของความดันใช้งานสูงสุด (Shut Off Pressure)

2.5.7 เกจต่อเข้ากับ Ball Valve 3 Way-T-Port ชนิด Stainless Steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/8 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ ติดตั้งเข้ากับขาตั้งบนพื้น หรือแท่น คสล.

2.5.8 การต่อเกจที่ทางดูดและทางส่งของเครื่องสูบน้ำให้ใช้ท่ออ่อนหุ้มด้วย Stainless Steel ถัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ต่อระหว่างทางดูดและทางส่งกับ ชุดเกจ หรือ ตามที่ระบุในแบบ

2.6 หัววัดการสั่นสะเทือนและชุดแสดงผลสำหรับเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้า

ให้ติดตั้งหัววัดการสั่นสะเทือนบริเวณเสื้อแบริ่ง ด้านหน้าของเครื่องสูบน้ำและด้านหน้าของมอเตอร์ไฟฟ้า (D-End) โดยจับยึดแบบสลักเกลียวขนาด 1/4 – 28 พร้อมติดตั้งชุดแสดงผลการวัดค่าสั่นสะเทือน (Vibration Velocity) ที่รองรับมาตรฐาน ISO 10816-3 และอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ โดยให้ติดตั้ง กับเครื่องสูบน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 160 กิโลวัตต์ หรือมากกว่า (ยกเว้นเครื่องสูบน้ำแบบแช่และเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่)

2.7 ป้ายแสดงรายละเอียด (Name Plate)

ป้ายแสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ทำด้วย Stainless Steel ติดตั้งไว้ที่ฐานเหล็กรองรับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ข้อมูลทั้งหมดต้องเป็นอักษรตอกหรืออักษรนูนลงบนป้ายแสดงรายละเอียด สามารถอ่านได้ชัดเจน

2.7.1 รายละเอียดเครื่องสูบน้ำ

รายละเอียดของเครื่องสูบน้ำประกอบด้วย วันเดือนปี ที่ติดตั้งชื่อและที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ตัวแทนจำหน่าย ยี่ห้อ รุ่น หมายเลขเครื่อง ยกน้ำได้สูง อัตราการไหล ความเร็วรอบ เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด และจำนวนใบพัด กำลังที่ใช้ขับ โดยมีหน่วยเป็นระบบ Metric หรือ SI Unit

2.7.2 รายละเอียดเครื่องต้นกำลัง

(1) รายละเอียดของเครื่องต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์ประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น หมายเลขเครื่อง แรงม้า และความเร็วรอบ

(2) รายละเอียดของเครื่องต้นกำลังที่เป็นมอเตอร์ ประกอบด้วย ยี่ห้อ ชนิดหรือแบบ ขนาดแรงม้า แอมแปร์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า จำนวนเฟส ความเร็วรอบและชั้น ของฉนวน

3. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และต้องเสนอแผนการติดตั้งระยะเวลา ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้งและผู้รับจ้างต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้

ถ้าผู้รับจ้างดำเนินการก่อนได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิให้ทำการรื้อถอนหรือเปลี่ยนใหม่โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

เมื่อจำเป็นต้องมีการโยกย้ายอุปกรณ์ใดๆ ขณะดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องเร่งดำเนินการให้คืนสู่สภาพเดิมหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานหรือคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างโดยเร็วที่สุด

III. การตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักรวัสดุอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เพื่อตรวจสอบทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังที่ติดตั้งแล้วเสร็จ ให้เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบถูกต้องตามหลักวิศวกรรม และมาตรฐานคุณภาพที่กำหนด เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน ทั้งนี้ความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดีและใช้งานได้ตามปกติ

1. เงื่อนไขการตรวจสอบและทดสอบ

ผู้ว่าจ้างจะตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังก่อนตรวจรับ (การทดสอบในสภาพติดตั้งใช้งานจริง) ผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินการทดสอบ ณ สถานที่ติดตั้งผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะทำหน้าที่ร่วมทดสอบและรับรองผลทดสอบเท่านั้นหากมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้พิจารณา

ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะตรวจสอบ วัสดุการผลิตที่โรงงาน และทดสอบที่โรงงานผลิตหรือสถานที่เชื่อถือได้ กรณีเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังขนาดใหญ่ ซับซ้อน หรือเครื่องมือทดสอบมีราคาสูงมาก หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างและประกอบเสร็จจากต่างประเทศและไม่สามารถทดสอบได้สะดวกในสถานที่ติดตั้งผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ผู้แทนของผู้ว่าจ้างไปควบคุมดูแลการดำเนินการทดสอบที่โรงงานผลิตหรือที่สถานที่เชื่อถือได้ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมรายละเอียดต่างๆ ก่อนตรวจสอบ ทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังดังนี้

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ บุคลากรและอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการทดสอบ

1.2 ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารรับรองตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบที่ยังไม่หมดอายุ จากหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชนที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานของรัฐให้สามารถประกอบกิจการตรวจสอบความเที่ยงตรง

1.3 ผู้รับจ้างต้องแจ้งกำหนดเวลา และสถานที่ทดสอบต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างไม่น้อยกว่า 15 วันก่อนวันทดสอบ

1.4 แนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรคระหว่างการทดสอบให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง แต่ต้องเป็นที่ยอมรับกันทั้งสองฝ่าย

1.5 ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ทุกชุดที่ติดตั้งใหม่หรือปรับปรุงใหม่

1.6 รายละเอียดต่างๆ ประกอบการทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังให้ใช้มาตรฐานต่อไปนี้เป็นแนวทาง

- JIS B 8301, JIS B 8324
- ASME PTC - 8.2
- DIN 1944 หรือเทียบเท่า

1.7 การพิจารณาผลการตรวจสอบและทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้วิศวกรเครื่องกลหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องที่ได้รับแต่งตั้งเป็นผู้พิจารณาผลการทดสอบ

1.8 จะพิจารณาไม่รับเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ถ้าผลทดสอบไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ถึงแม้ว่าจะอนุญาตให้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังและอุปกรณ์ดังกล่าวไปแล้ว ผู้รับจ้างต้องปรับปรุงหรือเปลี่ยนให้ใหม่จนกว่าจะเป็นไปตามข้อกำหนด หากดำเนินการตามวิธีดังกล่าวแล้วไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ผู้รับจ้างจ่ายเงินค่าปรับแล้วแต่กรณีโดยที่ผู้รับจ้างจะคิด ค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นไม่ได้

2. การตรวจสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

การตรวจสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง หลังติดตั้งให้ตรวจสอบ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

2.2 ตรวจสอบแนวศูนย์ (Alignment) และการไม่สมดุล (Unbalance) ของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

2.3 ตรวจสอบสารหล่อลื่น สารหล่อเย็นของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ต้องมีปริมาณตามข้อกำหนดในการใช้งาน

2.4 ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

3. การทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

การทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จและก่อนตรวจรับ (การทดสอบในสภาพติดตั้งใช้งานจริง) ให้ทดสอบ ดังนี้

3.1 ทดสอบ Hydrostatic Pressure Test ให้ทดสอบเฉพาะเครื่องสูบน้ำโดยอัดน้ำให้ความดันสูงกว่า ความดันใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า โดยไม่มีการเสียหายใด ๆ

- 3.2 ทดสอบสมรรถนะในการทำงานต่างๆ (Performance Test) ตลอดช่วงการทำงาน
- 3.3 ทดสอบที่สภาวะทำงานแบบต่อเนื่อง (ต้องทำการทดสอบเครื่องสูบน้ำทุกชนิดทุกเครื่อง) เพื่อดูความเหมาะสมในการใช้งานแบบต่อเนื่อง
- 3.4 ทดสอบการสั่นสะเทือนของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง (Vibration Velocity) (ยกเว้นเครื่องสูบน้ำแบบแช่แต่ละเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่)
- 3.5 การทดสอบเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ (Turbine Pump)
- 3.5.1 จัดเตรียมและติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure Gauge) เกจวัดสุญญากาศ (Vacuum Gauge) เครื่องวัดความเร็วรอบ เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดอัตราการไหล
- 3.5.2 วิธีการทดสอบในขั้นตอนแรก ให้เดินเครื่องสูบน้ำในสภาพไม่มีอัตราการไหล (Shut-Off-Head) เครื่องสูบน้ำจะต้องทำงานในสภาพนี้ไม่ต่ำกว่า 5 นาที และให้บันทึกค่าต่างๆ ลงในแบบฟอร์มการทดสอบเครื่องสูบน้ำดังนี้
- (1) ระยะจากผิวน้ำด้านดูดถึงระดับ เพลาเครื่องสูบน้ำ
 - (2) อัตราการไหล
 - (3) ความดันด้านส่งจากเกจวัดความดัน (Pressure Gauge)
 - (4) ความเร็วรอบจากเครื่องมือวัดความเร็วรอบ
 - (5) พลังงานไฟฟ้า หรืออัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
 - (6) เวลาที่ทำการทดสอบ
 - (7) อุณหภูมิบรรยากาศ (บันทึกเฉพาะตอนเริ่มและสิ้นสุดการทดสอบ)
- 3.5.3 หลังจากนั้นเปิดประตูน้ำ ให้มีอัตราการไหล (ตามความเหมาะสม) จนกระทั่งเครื่องสูบน้ำทำงานในสภาวะคงที่ (Steady State) บันทึกค่าต่าง ๆ ตามข้อ 3.5.2
- 3.5.4 ทำตามข้อ 3.5.3 อีกประมาณ 3 - 5 ครั้ง จนได้อัตราสูบน้ำสูงสุดและอย่างน้อย 1 ครั้งต้องทดสอบให้อัตราสูบน้ำใกล้เคียงกับอัตราสูบน้ำที่กำหนด
- 3.5.5 นำผลการทดสอบไปคำนวณและแสดงผล
- 3.5.6 หลังจากทดสอบ Performance แล้วจะต้องทดสอบความเหมาะสมต่อการใช้งานของเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ อีก โดยให้เครื่องสูบน้ำทำงานตามสภาวะที่กำหนด หรือใกล้เคียงที่สุดอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง
- กรณีที่เครื่องสูบน้ำขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Variable Speed Drive (VSD) เมื่อจำเป็นต้องปรับขนาดใบพัดที่ปรับขนาดแล้วต้องมีใบรับรองความสมดุลทางสถิติและพลศาสตร์ ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด จากหน่วยงานที่ประกอบกิจการการสมดุลทางสถิติและพลศาสตร์ในประเทศไทย โดยเครื่องมือที่ใช้ทดสอบต้องผ่านการรับรองความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

(Calibrated) จากหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชนที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานของรัฐให้สามารถประกอบกิจการตรวจสอบความเที่ยงตรง และใบรับรองยังไม่หมดอายุ

3.6 การทดสอบเครื่องสูบน้ำหมุนเหวี่ยงแบบ Split Case (Split Case Centrifugal Pump) เครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงดูดทางเดียว (Single Suction Centrifugal Pump) และเครื่องสูบน้ำแบบหมุนเหวี่ยงใบพัดหลายชั้น (Multi-Stage Centrifugal Pump)

3.6.1 จัดเตรียมและติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure Gauge) เกจวัดสุญญากาศ (Vacuum Gauge) เครื่องวัดความเร็วรอบ เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้าและเครื่องมือวัดอัตราการไหล

3.6.2 วิธีการทดสอบในขั้นตอนแรก ให้เดินเครื่องสูบน้ำในสภาพไม่มีอัตราการไหล (Shut-Off-Head) เครื่องสูบน้ำจะต้องทำงานในสภาพนี้ไม่ต่ำกว่า 5 นาที และให้บันทึกค่าต่างๆ ลงในแบบฟอร์มการทดสอบเครื่องสูบน้ำดังนี้

- (1) ระยะจากผิวน้ำด้านดูดถึงระดับ เพลาเครื่องสูบน้ำ
- (2) อัตราการไหล
- (3) ความดันด้านดูดจากเกจวัดสุญญากาศ (Vacuum Gauge)
- (4) ความดันด้านส่งจากเกจวัดความดัน (Pressure Gauge)
- (5) ความเร็วรอบจากเครื่องมือวัดความเร็วรอบ
- (6) พลังงานไฟฟ้า หรืออัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- (7) เวลาที่ทำการทดสอบ
- (8) อุณหภูมิบรรยากาศ (บันทึกเฉพาะตอนเริ่มและสิ้นสุดการทดสอบ)

3.6.3 หลังจากนั้นเปิดประตูน้ำ ให้มีอัตราการไหล (ตามความเหมาะสม) จนกระทั่งเครื่องสูบน้ำทำงานในสภาวะคงที่ (Steady State) บันทึกค่าต่างๆ ตามข้อ 3.6.2

3.6.4 ทำตามข้อ 3.6.3 อีกประมาณ 3 - 5 ครั้ง จนได้อัตราสูบน้ำสูงสุดและอย่างน้อย 1 ครั้งต้องทดสอบให้อัตราสูบน้ำใกล้เคียงกับอัตราสูบน้ำที่กำหนด

3.6.5 การวัด Cavitation และ NPSHR ในกรณีทดสอบเครื่องสูบน้ำในห้องทดสอบจะต้องจัดหา Vacuum Tanks & Pump หรือ Submergence Throttle Valve ติดตั้งประกอบท่อ Suction Pipe ชั่วคราว ส่วนการทดสอบในสถานที่ติดตั้งจริงให้ใช้ Submergent Throttle Valve ชั่วคราว และให้ทดสอบ NPSHR ที่อัตราสูบน้ำตามข้อ 3.6.4 โดยลด NPSHR จนเกิด Cavitation ซึ่งสังเกตได้จาก

- (1) TDH ลดลงประมาณ 3%, Flow Rate และ Pressure จะเกิด Fluctuated มาก
- (2) มีเสียงดังจากการเกิด Cavitation

3.6.6 นำผลการทดสอบไปคำนวณและแสดงผล

3.6.7 หลังจากทดสอบ Performance แล้วจะต้องทดสอบความเหมาะสมต่อการใช้งานของเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ อีก โดยให้เครื่องสูบน้ำทำงานตามสภาวะที่กำหนด หรือใกล้เคียงที่สุดอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง

กรณีที่เครื่องสูบน้ำขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Variable Speed Drive (VSD) เมื่อจำเป็นต้องปรับขนาดใบพัดใบพัดที่ปรับขนาดแล้วต้องมีใบรับรองความสมดุลทางสถิติและพลศาสตร์ระดับ G 6.3 ที่ช่วง 70 - 100 % ของความเร็วรอบใช้งานสูงสุด จากหน่วยงานที่ประกอบกิจการการสมดุลทางสถิติและพลศาสตร์ในประเทศไทย โดยเครื่องมือที่ใช้ทดสอบต้องผ่านการรับรองความเที่ยงตรงของเครื่องมือ (Calibrated) จากหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชนที่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานของรัฐให้สามารถประกอบกิจการตรวจสอบความเที่ยงตรง และใบรับรองยังไม่หมดอายุ

3.7 การทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่ (Submersible Centrifugal Pump) และเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ (Submersible Deep Well Pump)

การทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบแช่และเครื่องสูบน้ำบ่อบาดาลแบบแช่ ให้จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมถึงทำการทดสอบเช่นเดียวกับ เครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ ยกเว้น การวัดความเร็วรอบ และไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า ให้ใช้ประสิทธิภาพตามผู้ผลิตระบุ

ในกรณีที่เครื่องสูบน้ำแบบแช่ติดตั้งบนข้อต่ออัตโนมัติ (Automatic Coupling) การทดสอบในช่วงที่สภาพการไหลน้อยๆหรือไม่มีการไหล (Shut-Off-Head) ถ้าพิสูจน์ได้ว่าการรั่วที่ข้อต่อแนวทางแก้ปัญหาให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างแต่ต้องเป็นที่ยอมรับกันทั้งสองฝ่าย

3.8 การทดสอบเครื่องสูบน้ำชนิดอื่นๆ

ให้เป็นการตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้าง

3.9 การทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำจะต้องได้รับการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยวิธีทดสอบขณะไม่มีภาระ (No-load Test) และทดสอบขณะรับภาระการใช้งาน (On-load Test) ดังนี้

3.9.1 ทำการวัดค่าความต้านทานกระแสตรง (DC Resistance) ของขดลวด Stator ทั้ง 3 เฟสแล้วหาค่าเฉลี่ยจะได้เป็นค่า RDC (ควรวัดขณะที่ขดลวดยังมี อุณหภูมิสูง หรือเพิ่งหยุดการใช้งานใหม่ๆ)

3.9.2 ทำการปลดมอเตอร์จากภาระเดินมอเตอร์ขณะไม่มีภาระบันทึกค่าต่างๆ ลงในแบบฟอร์มดังนี้

- (1) แรงดันไฟฟ้าระหว่าง Line (VL)
- (2) กระแสไฟฟ้าแต่ละ Line (IL) แล้วหาค่าเฉลี่ย
- (3) ค่า kW แต่ละเฟส และค่า kW รวม
- (4) ค่า kVAR แต่ละเฟส และค่า kVAR รวม
- (5) ค่า kVA แต่ละเฟส และค่า kVA รวม

(6) ค่า Power Factor แต่ละเฟส และค่า Power Factor รวม

(7) ค่าความเร็วรอบ

3.9.3 ทำการต่อมอเตอร์ให้รับภาระตามการทดสอบ Performance ของเครื่องสูบน้ำ บันทึกค่าต่างๆ ตามข้อ 3.9.2 ที่ค่าภาระต่างๆ ลงในแบบฟอร์มแล้วนำมาคำนวณหาค่า Efficiency ของมอเตอร์

3.9.4 วิธีการคำนวณประกอบการทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้า

3.9.4.1 เปลี่ยนค่าความต้านทานกระแสตรงต่อเฟสเฉลี่ย (RDC) ที่ได้จากการวัดเป็น ค่าความต้านทานกระแสสลับต่อเฟส (RAC) ตามสูตร

$$RAC = 1.25 RDC \quad (OHM) \dots(1)$$

3.9.4.2 คำนวณหาค่า Noload Stator Copper Loss จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{Noload Stator Copper Loss} &= 3 \times I_{PH, NOLOAD}^2 \times R_{AC} / 1,000 \\ &= I_{L, NOLOAD}^2 \times R_{AC} / 1,000 \quad (kW) \dots(2) \end{aligned}$$

เมื่อ $I_{L, NOLOAD}$ คือ กระแสเฉลี่ยแต่ละ Line ขณะไม่มีภาระ

$$I_{PH, NOLOAD} \text{ คือ กระแสเฉลี่ยต่อเฟสขณะไม่มีภาระ} = I_{L, NOLOAD} / 3^{1/2}$$

3.9.4.3 คำนวณหาค่า Iron + Friction + Windage Loss จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{Iron+Friction + Windage Loss} &= kW \text{ Input}_{\text{noload}} - \text{Noload Stator} \\ &\text{Copper Loss} \quad \dots(3) \end{aligned}$$

3.9.4.4 คำนวณหาค่า Slip จากสูตร

$$\text{Slip} = (\text{Synchronous Speed} - \text{Speed}) / \text{Synchronous Speed} \quad \dots(4)$$

3.9.4.5 คำนวณหาค่า Onload Stator Copper Loss จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{Stator Copper Loss} &= 3 \times I_{PH}^2 \times R_{AC} / 1,000 \\ &= I_{L}^2 \times R_{AC} / 1,000 \quad (kW) \dots(5) \end{aligned}$$

เมื่อ I_L คือ กระแสเฉลี่ยแต่ละ Line

$$I_{PH} \text{ คือ กระแสเฉลี่ยต่อเฟส} = I_L / 3^{1/2}$$

3.9.4.6 คำนวณหาค่า Total Stator Loss จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{Total Stator Loss} &= \text{Stator Copper Loss} + \\ &(\text{Iron} + \text{Friction} + \text{Windage Loss}) \quad (kW) \dots(6) \end{aligned}$$

3.9.4.7 คำนวณหาค่า Rotor Copper Loss จากสูตร

$$\text{Rotor Copper Loss} = \text{Slip} (kW \text{ Input} - \text{Total Stator Loss}) \quad (kW) \dots(7)$$

3.9.4.8 คำนวณหาค่า kW Output ของมอเตอร์จากสูตร

$$kW \text{ Output} = kW \text{ Input} - \text{Total Stator Loss} - \text{Rotor Copper Loss} \quad (kW) \dots(8)$$

3.9.4.9 คำนวณค่า Efficiency ของมอเตอร์จากสูตร

$$\text{Efficiency} = \text{kW Output} / \text{kW Input} \times 100\% \quad \dots(9)$$

3.10 การทดสอบเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่จะติดตั้งหรือปรับปรุงไม่มีผลการทดสอบ Performance เฉพาะเครื่องตามมาตรฐานใดๆ หรือจากสถาบันที่เชื่อถือได้มาแสดง ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบเครื่องยนต์ขับเครื่องสูบน้ำในสภาพของการติดตั้งใช้งานจริงดังต่อไปนี้

3.10.1 ทำการทดสอบเครื่องยนต์เมื่อไม่มีภาระโดยการปลดภาระออกจากเครื่องยนต์ทำการเดินเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบตามที่ระบุการใช้งานประมาณ 20 นาที แล้วบันทึกค่าต่างๆ ลงในแบบฟอร์มดังนี้ คือ

- (1) อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- (2) ความดัน อุณหภูมิ (ของน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์)
- (3) ความเร็วรอบ
- (4) เวลาที่ทำการทดสอบ

3.10.2 ทำการต่อเครื่องยนต์เข้ากับเครื่องสูบน้ำทำการเดินเครื่องยนต์ให้ทำงานที่จุดต่างๆ ตาม Performance ของเครื่องสูบน้ำแต่ละจุดที่ทดสอบจนกระทั่งสภาพการทำงานอยู่ในสภาวะคงที่อย่างต่ำ 5 นาที แล้วบันทึกค่าต่างๆ ตามข้อ 3.10.1

3.10.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ทั่วไป เช่น Exhaust-Manifold, Temperature, Lubrication, Vibration และอื่นๆ

4. เกณฑ์การตัดสิน

4.1 ผลการตรวจสอบตามข้อ 2 และผลการทดสอบตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมด

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า (สำหรับมอเตอร์ใหม่) ตามข้อ 3.9 จะต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้มิฉะนั้นหน่วยงานจะไม่ยอมรับมอเตอร์ชุดนั้น

4.3 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องสูบน้ำในแต่ละประเภท ตามข้อ 3.2 จะต้องได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้ จึงจะยอมรับเครื่องสูบน้ำชุดนั้นๆ คือ

- 4.3.1 อัตราสูบน้ำยอมให้ต่ำไม่เกิน 5% ของอัตราสูบน้ำที่กำหนด
- 4.3.2 ความดันรวม (Total head) ที่อัตราสูบน้ำในข้อ 3.5 – 3.8 ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนด
- 4.3.3 ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ
 - (1) กรณีประสิทธิภาพที่ทดสอบต่ำกว่าที่กำหนดไม่เกิน 3% ถือว่า ผ่านการทดสอบ
 - (2) กรณีประสิทธิภาพที่ทดสอบต่ำกว่าที่กำหนดเกิน 3% แต่ไม่เกิน 5%

จะพิจารณาปรับเครื่องสูบน้ำขึ้นไว้ก็ต่อเมื่อผู้รับจ้างได้ทำการปรับปรุงเครื่องสูบน้ำให้ได้ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด หากปรับปรุงแล้วยังไม่ได้ตามเกณฑ์ ต้องจ่ายเงินค่าปรับเพื่อทดแทนที่ต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนเงินค่าปรับ} = (E_{PWA} - E_{TEST}) \times KW_{IN} \times 2.0 \times 43,800 \text{ (บาท)}$$

กำหนดให้ E_{PWA} = ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำตามข้อกำหนด (%)

E_{TEST} = ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำตามข้อที่ทดสอบได้ (%)

KW_{IN} = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงในการทดสอบ (kW)

2.0 = อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยตลอดอายุการใช้งานของเครื่อง(บาท)

43,800 = ชั่วโมงการทำงานของเครื่องสูบน้ำตลอดอายุการใช้งาน

(3) กรณีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่กำหนดเกิน 5% ต้องเปลี่ยนใหม่ หรือปรับปรุง

4.4 ผลการทดสอบความเหมาะสมในการใช้งาน ที่สภาวะทำงานแบบต่อเนื่อง ตามข้อ 3.3 เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง จะต้องทำงานตามสภาวะที่กำหนดหรือใกล้เคียงที่สุด ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง โดยไม่อยู่ในสภาวะเกินกำลัง (Overload) หรือมีความร้อนหรืออาการที่แสดงว่าจะเกิดความเสียหายหากใช้งานต่อไป

4.5 ผลการทดสอบการสั่นสะเทือนของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังตามข้อ 3.4 ค่าการสั่นสะเทือนต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในมาตรฐาน ISO 10816-3

หมายเหตุ 1) ประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าให้ใช้ค่าจากการทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าตามข้อ 3.9

2) ถ้าเป็นเครื่องสูบน้ำเก่าที่ปรับปรุงใหม่ (Overhaul) ให้ถือประสิทธิภาพตามที่ระบุใน Catalogue เป็นเกณฑ์ และการพิจารณาผลการทดสอบยอมให้ต่ำลงได้อีก 3% จากข้อ 4.3

3) การคำนวณค่าความสูญเสียในท่อส่ง หัวจ่ายน้ำและความผิดในเพลลาของเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI / AWWA E 101 หรือเทียบเท่า

5. ความเสียหายในการดำเนินการ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายหรือการเสื่อมสภาพหรือการสูญหายของเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังที่เกิดขึ้น ก่อนการรับงานงวดสุดท้าย

6. การจัดทำคู่มือการทำงาน การบำรุงรักษา และการฝึกอบรม

6.1 เอกสารและคู่มือการทำงานและบำรุงรักษา

6.1.1 คู่มือการติดตั้งใช้งาน การบำรุงรักษาและรายละเอียดอะไหล่ ค่ามาตรฐานขณะที่ใช้งาน (เช่น อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน กระแสไฟฟ้า เป็นต้น) เป็นภาษาไทย จำนวน 3 ชุด รวมทั้งจัดเตรียมอะไหล่ เครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

6.1.2 หลักการทำงาน การปรับตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

6.1.3 จัดทำแผนและตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังที่ติดตั้งทั้งหมดตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในงานจัดหาและติดตั้งหากเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังใดไม่กำหนดไว้ให้ผู้รับจ้างจัดทำแผนและตรวจสอบ ทุกๆ 3 เดือน (90 วัน)

6.1.4 จัดทำแผนและตรวจสอบซ่อมใหญ่ (Overhaul) ตามมาตรฐานผู้ผลิตทุกๆ 1 ปี ของเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งทั้งหมด

6.1.5 แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ทุกๆ 1 วัน 30 วัน 180 วัน และ 1 ปี

6.1.6 แบบฟอร์มมาตรฐานการแจ้งซ่อมสำหรับแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบเมื่อเกิดการขัดข้อง

6.1.7 แบบฟอร์มมาตรฐานตอบรับสำหรับผู้รับจ้างตอบรับเมื่อได้รับแจ้งตามข้อ 6.1.6

6.1.8 แบบฟอร์มมาตรฐานผลการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

6.1.9 การเสนอแนะส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข เปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมเพื่อให้ระบบทำงานอย่างสมบูรณ์

6.2 หลังทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลังแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้มีความเข้าใจการใช้งาน การบำรุงรักษา ตามรายละเอียดในข้อ 6.1

ให้ผู้รับจ้างจัดส่งเอกสารและคู่มือตามข้อ 6.1 และแผ่น CD จำนวนอย่างละ 5 ชุด ที่รับรองโดยคณะทำงานที่แต่งตั้ง ผู้รับจ้างจึงจะส่งมอบงานงวดสุดท้ายได้

7. การรับประกันและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

7.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ในกรณีที่มิใช่ข้อบกพร่องเกิดขึ้น หรือไม่สามารถทำงานได้ หรือทำให้ทรัพย์สินเสียหาย เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับงานงวดสุดท้าย

7.2 เมื่อแจ้งข้อบกพร่องให้ผู้รับจ้างทราบตามแบบฟอร์มมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 15 วันนับจากวันที่ได้รับแจ้งข้อบกพร่อง โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

7.3 ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ดำเนินการแก้ไข หรือดำเนินการแก้ไขแต่ไม่แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด หรือไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากมีเหตุจำเป็น ผู้รับจ้างต้อง

แจ้งเป็นลายลักษณ์อักษร แต่พิจารณาแล้วไม่มีเหตุอันควร มีสิทธิ์จ้างให้ผู้อื่นดำเนินการแทนโดยผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ผลงานที่ผู้อื่นดำเนินการให้ถือเป็นผลงานของผู้รับจ้าง

ทั้งนี้กรณีที่ให้ผู้อื่นดำเนินการแทนผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะอ้างเป็นเหตุในการยกเลิกการรับประกันไม่ได้

7.4 สงวนสิทธิ์ที่จะขยายระยะเวลาประกันเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง ของผู้รับจ้างออกไป เท่ากับระยะเวลาที่หน่วยงานไม่สามารถใช้งานได้ นับตั้งแต่วันที่แจ้งข้อบกพร่อง จนถึงวันที่ได้แก้ไขหรือ ดำเนินการใดๆ แล้วเสร็จ

7.5 เมื่อผู้รับจ้างแก้ไขข้อบกพร่องแล้วเสร็จ ให้เสนอผลการตรวจสอบตามแบบฟอร์มมาตรฐานให้ หน่วยงานพิจารณาและรับรอง

8. แบบแสดงการติดตั้งจริง (Asbuilt Drawing)

ภายหลังการติดตั้งเครื่องสูบน้ำเครื่องต้นกำลัง และอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทดสอบได้ตามข้อกำหนดแล้ว ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแปลนรายละเอียด รุ่น ขนาด มิติ ตำแหน่งแทนเครื่อง ระยะ ระดับ ระบบไฟฟ้าการ ประสานท่อและอื่นๆ ที่ได้ปฏิบัติจริงทั้งส่วนที่เป็นของเดิม (ถ้ามี) และส่วนที่เป็นของใหม่ทุกแห่งอย่าง ชัดเจน ซึ่งลงนามในแบบแปลนโดยวิศวกรเครื่องกลระดับสามัญหรือวุฒิวิศวกร และต้องส่งมอบกระดาษไข ดัชนีแบบแปลนส่วนเท่าแบบเดิมของผู้ว่าจ้าง จำนวน 1 ชุด, แบบแปลน File Autocad เป็นแผ่น CD จำนวน 5 ชุดและแบบแปลนพิมพ์เขียวขนาด A1 จำนวน 5 ชุด และเมื่อได้รับการพิจารณาตรวจสอบจาก ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจึงจะขอส่งงานงวดสุดท้ายได้



ตารางทดสอบเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง

PUMP CODE :

การประปา

สถานที่

เครื่องสูบน้ำยี่ห้อ	มอเตอร์ยี่ห้อ
รุ่น	รุ่น
หมายเลขเครื่อง	หมายเลขเครื่อง
บริษัทที่ผลิต	บริษัทที่ผลิต
ปีที่ติดตั้ง	ปีที่ติดตั้ง
อัตราการไหล ลิตร/ชม.	OUTPUT..... KW..... HP
ยกน้ำได้สูง ม.	FULLLOAD CURRENT A
POWER REQUIREMENT..... KW	VOLTAGEV. , Ø , HZ.
เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด..... มม.	ความเร็วรอบ R.P.M.
จำนวนใบพัด..... ใบ	POWER FACTOR.....
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้างานทางดูดของบ่มี มม.	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อทางดูด มม.
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้างานทางส่งของบ่มี มม.	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อส่ง มม.
จำนวนชั่วโมงทำงานในหนึ่งวัน ชม.	จำนวนวันทำงานในหนึ่งปี วัน
หมายเหตุ X : [$H_v = Q^2 / X$].....	EFF. PUMP ≥

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

เงื่อนไขการทดสอบ

1.
2.
3.

ผลการทดสอบ ☐ ถูกต้อง ☐ ไม่ถูกต้อง

ชื่อผู้ทดสอบ

1. ตำแหน่ง
2. ตำแหน่ง
3. ตำแหน่ง

วันที่



DATA SHEET						
WATERWORKS..... LOCATION.....						
MOTOR PUMP NO. MANUFACTURER.....					$R_{DC}, U_1-U_2 =$	
MODEL, TYPE SERIAL NO.					$R_{DC}, V_1-V_2 =$	
FRAME SIZE OUTPUT.....KW.....HP.					$R_{DC}, W_1-W_2 =$	
VOLTAGE VHZ CURRENTA.					AVERAGE $R_{DC} =$	
POWER FACTOR SPEEDRPM.					REMARKS :	
INSULATION CLASS RATING.....						
TEMPERATURE RISE°C SERVICE ACTOR.....						
UPPER BEARING LOWER BEARING.....						
TEST NO.	NOLOAD	1	2	3	4	5
V_L (VOLTS)						
I_L (AMPERES)						
AVERAGE I_L						
KW. INPUT/PH						
KW. INPUT						
KVAR INPUT/PH						
KVAR INPUT						
KVAR INPUT						
KVA INPUT						
P.F./PH (%)						
P.F. (%)						
SPEED (RPM.)						



CALCULATION SHEET					
WATERWORKS.....					
MOTOR PUMP NO.					
AVERAGE R_{DC} =OHM	AVERAGE R_{AC} =				
AVERAGE $I_{LNOLOAD}$ = AMPERES	NOLOAD STATOR COPPER LOSS =.....				
KW. INPUT $_{NOLOAD}$ = KW.	IRON+FRICTION+WINDAGE LOSS				
TEST NO.	1	2	3	4	5
AVERAGE I_L :					
KW. INPUT :					
SPEED :					
SLIP :					
STATOR COPPER LOSS :					
TOTAL STATOR LOSS :					
ROTOR COPPER LOSS :					
KW. OUTPUT :					
EFFICIENCY :					
REMARKS :					
1. ปิดวาล์วหมด	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
2.	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
3.	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
4.	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.
5. เปิดวาล์วหมด	DISCHARGE	m.	SUCTION	m.	เวลา น.

หมวดที่ 21

มาตรฐานงานระบบจ่ายสารเคมี

หมวด ก. มาตรฐานคุณภาพระบบจ่ายสารเคมี

ขอบข่าย

ข้อกำหนดต่อไปนี้ให้ใช้สำหรับระบบจ่ายสารเคมีที่ใช้ในกิจการประปา เช่น ระบบกวนสารเคมีระบบจ่ายสารเคมี อุปกรณ์ประกอบของเครื่องจ่ายสารเคมี ระบบจ่ายแก๊สคลอรีน ฯลฯ รวมถึงงานติดตั้งและทดสอบระบบจ่ายสารเคมี

สำหรับมาตรฐานที่อ้างอิงทั้งหมด หากได้มีการปรับปรุงหรือแก้ไขเพิ่มเติมประการใดก่อนวันทำสัญญาให้ใช้ฉบับล่าสุดของมาตรฐานประเภทนั้นๆ

ผู้รับจ้างจะต้องใช้วัสดุที่ผลิตในประเทศไทยและกิจการของคนไทย ตามกฎเกณฑ์ที่ระบุในข้อ 16.

แห่งระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2535 และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม

ระบบจ่ายสารเคมี จะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการทดสอบ ผู้รับจ้างจะเสนอมาตรฐานคุณภาพที่สูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐานได้ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจาก

ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

นิยาม

"ระบบกวนสารเคมี" หมายถึง เครื่องจักรพร้อมอุปกรณ์ประกอบที่ใช้เพื่อการกวนผสมสารเคมีในงานประปา

"ระบบจ่ายสารเคมี" หมายถึง เครื่องจักรพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ที่ใช้เพื่อการจ่ายสารเคมีในงานประปา

"อุปกรณ์ประกอบของเครื่องจ่ายสารเคมี" หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องจ่ายสารเคมีในงานประปาเพื่อให้ระบบจ่ายสารเคมีสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน

"ระบบจ่ายแก๊สคลอรีน" หมายถึง เครื่องจักรพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ที่ใช้เพื่อการจ่ายแก๊สคลอรีนในงานประปา รวมถึงอุปกรณ์และระบบเพื่อความปลอดภัยจากแก๊สคลอรีนที่เกี่ยวข้องตามมาตรฐาน

1. ระบบกวนสารเคมี (Mixing Chemical System)

1.1 เครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัด

1.1.1 คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัด (Impeller Mixer) ขับด้วยมอเตอร์เกียร์เฟลาตั้ง (Vertical Gear Motor) ติดตั้งอยู่กับที่ ด้านบนถึงผสม (Fixed & Top Mount) โดยต้องมีแท่นสำหรับรองรับมอเตอร์ทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อนจากคลอรีนหรือเคลือบด้วยวัสดุที่ทนการกัดกร่อนจากคลอรีน

1.1.2 โครงสร้างและการติดตั้ง

(1) ตัวเรือนของเกียร์และมอเตอร์มีโครงสร้างเป็นเหล็กหล่อ (Cast Iron) หรือดีกว่า

(2) ชดลดความเร็วรอบหล่อลื่นด้วยน้ำมัน มีค่า Service Factor ไม่น้อยกว่า 1.5

(3) ข้อต่อส่งกำลังระหว่างเฟลาชุดขับเคลื่อนและเฟลาใบพัดใช้ Rigid Coupling

(4) เฟลาใบพัดเป็นชนิดเฟลาตัน (Solid Shaft) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า

25 มิลลิเมตร ที่ความยาวเฟลาไม่เกิน 1.50 เมตร และขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 32 มิลลิเมตร ที่ความยาวเฟลามากกว่า 1.50 เมตร

(5) เฟลาใบพัดมีร่องลื่นรองรับเฟลาช่วงหลังข้อต่อส่งกำลัง และถ้ามีความยาวมากกว่า 1.50 เมตร ให้มีร่องลื่นชนิดปลอก (Bush Bearing) ทำจากวัสดุ PTFE

รองรับปลายเฟลาติดตั้งอยู่กับพื้นถึงผสม

(6) ใบพัดกวนเป็นชนิดใบพัดไหลตามแนวแกนเฟลา (Axial Flow Impeller) มุมเอียงใบพัด (Pitch Angle) ขนาด 45 องศา

(7) ใบพัดกวนหล่อเป็นชิ้นเดียวกันมีจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ใบ ความหนาของใบ

ต้องไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ความกว้างของใบพัดต้องไม่น้อยกว่า 50

และสามารถถอดเปลี่ยนได้ ติดตั้งเข้ากับเฟลาแบบใช้ลิ้มและสกรู

(8) ระยะใบพัดถึงพื้นถึงผสมสารเคมี (Off Bottom, C) ต้องสัมพันธ์กับขนาด

กว้างหรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง (Tank Diameter, T) เพื่อป้องกัน

เกิดการตกตะกอนบริเวณก้นถังถึงผสมสารเคมี



(9) กรณีที่การติดตั้งแล้วเกิดการหมุนวนของน้ำ (Vortex) ให้ติดตั้งแผงปะทะ

(Baffle

Wall) ทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรงและทนการกัดกร่อนจากสารเคมี

(10) ในกรณีที่เป็นถังผสมสารเคมีสำเร็จรูป ต้องมีองค์ประกอบสำคัญหลักดังนี้

- จุดน้ำล้น (Over Flow) พร้อมท่อชนิดทนการกัดกร่อนจากสารเคมี ขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวนอย่างน้อย 1 จุด

- จุดระบายตะกอน (Drain) พร้อมประตุน้ำและท่อชนิดทนการกัดกร่อน จาก

สารเคมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวนอย่างน้อย

1 จุด

1.1.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบเครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัดให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ ก 1-

1.3

แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัด

ตารางที่ ก 1-1.3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัด

สารเคมี	ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
			ASTM	DIN	BS	JIS
สารส้ม	เพลลาและใบพัด	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S31	SUS 316
โพลีเอทิลีนไกลคอลไรต์	เพลลาและใบพัด	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S31	SUS 316
ปูนขาว	เพลลาและใบพัด	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S31	SUS 316
คลอรีน	เพลลาและใบพัด	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S31	SUS 316
ถ่านกัมมันต์	เพลลาและใบพัด	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S31	SUS 316
ต่างท๊อปทิม	เพลลาและใบพัด	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S31	SUS 316
โพลีเมอร์	เพลลาและใบพัด	Stainless Steel	A - TYPE 316	1.4401	316 S31	SUS 316

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่มีวัสดุตามตารางที่ ก 1-1.3 ข้างต้น ให้ใช้เป็นวัสดุที่เทียบเท่าหรือดีกว่าแทนได้

1.1.4 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 รอบต่อนาที

ตารางที่ ก 1-1.4 แสดงคุณสมบัติเครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัด



รายการ	สารเคมี						
	สารส้ม	โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	ปูนขาว	คลอรีน	คาร์บอน	ด่างทับทิม	โพลีเมอร์
ความเร็วรอบของชุดใบกวน (รอบต่อนาที)	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100
อัตราส่วนระหว่าง D/T	0.2 - 0.6	0.2 - 0.6	0.2 - 0.6	0.2 - 0.6	0.2 - 0.6	0.2 - 0.6	0.2 - 0.6
อัตราส่วนระหว่าง C/D	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2
อัตราส่วนระหว่าง Z/T	≤ 1.2	≤ 1.2	≤ 1.2	≤ 1.2	≤ 1.2	≤ 1.2	≤ 1.2

หมายเหตุ สัญลักษณ์ในตารางที่ ก 1-1.4 มีความหมายดังนี้

D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดกวน (Impeller Diameter)

T คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างของถังผสม (Tank Diameter or Tank Width)

C คือ ช่องว่างระหว่างใบพัดกับพื้นถังผสม (Off Bottom)

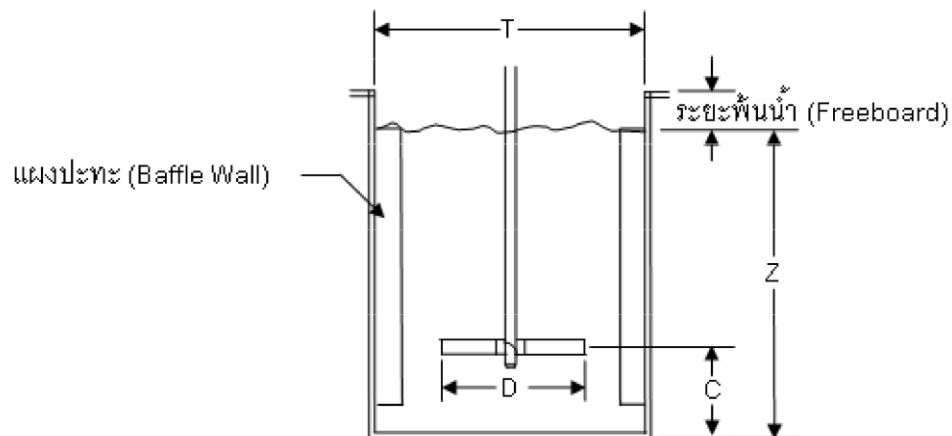
Z คือ ระดับของเหลวในถังผสมหรือความสูงของถังผสม (Liquid Level or Height in a Tank)

ระยะพ่นน้ำ (Freeboard) ให้มีความสูงจากผิวหน้าไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร
การติดตั้งใบพัดกวนให้มีลักษณะการติดตั้งตามขนาดและมิติ แสดงดังรูปที่ ก 1-

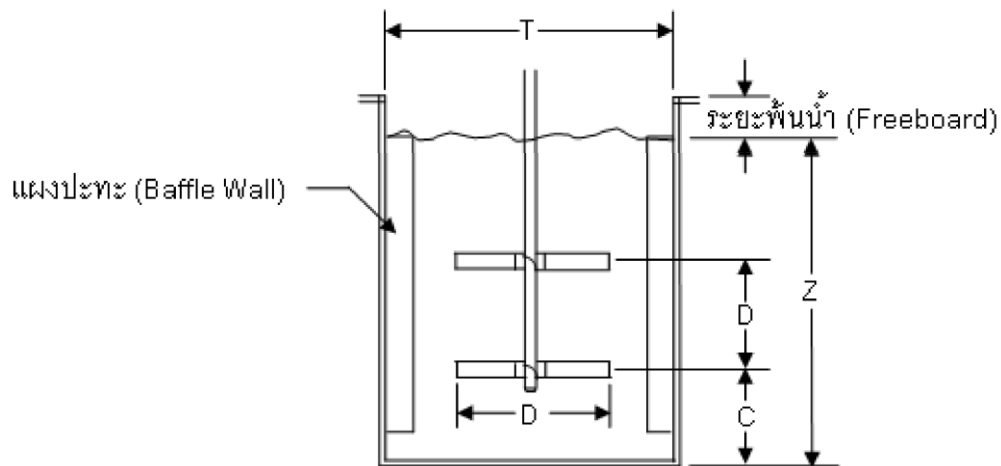
1

แนวการวางตัวของแกนเพลลาใบพัดอาจมีได้วางตัวอยู่ในตำแหน่งแนวตั้งเสมอไป ซึ่งอาจมีการติดตั้ง
แนวทำมุมกับแนวตั้ง โดยให้พิจารณาการจัดวางตำแหน่งแนวแกนเพลลาใบพัดเพื่อมิให้เกิดการหมุนวน (Vortex) เป็นสำคัญ

ในกรณีที่ค่าอัตราส่วนระหว่าง Z/T มากกว่า 1.2 ให้เพิ่มชุดใบพัดจำนวน 1 ชุด โดยมีขนาดและมิติเดียวกับใบพัดชุดแรก และให้ติดตั้งอยู่บนแนวแกนเพลลาเดียวกัน โดยมีตำแหน่ง
ใบพัดชุดแรกมีระยะเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดชุดแรกเท่ากับระยะ D แสดงดังรูปที่ ก 1-2 ทั้งนี้ลักษณะแนวการวางตัวของเพลลาใบพัดต้องไม่ก่อให้เกิดการหมุนวน (Vortex)



รูปที่ ก 1-1 แสดงลักษณะการติดตั้งใบพัดกวน



รูปที่ ก 1-2 แสดงลักษณะการติดตั้ง ใบพัดกวน
ในกรณีที่ ค่าอัตราส่วนระหว่าง T/Z มากกว่า 1.2



1.1.5 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

(1) แท่นติดตั้งเครื่อง (ต่อเครื่อง) : 1 ชุด

1.1.6 อะไหล่

(1) ร่องลื่นชนิดปลูกปลายเพลลา (ถ้ามี) : 1 ชุด

(2) สารหล่อลื่นของชุดเกียร์ตามมาตรฐานผู้ผลิต : 5 ลิตร

1.2 เครื่องกวนสารเคมีแบบใช้เครื่องเป่าลม

1.2.1 คุณลักษณะ

เครื่องกวนสารเคมีแบบใช้เครื่องเป่าลม (Air Blower) ชนิด Two or Three Lobed

Roots Blower เครื่องเป่าลมขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยสายพาน

ความเร็วไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

1.2.2 โครงสร้าง

(1) ตัวเรือนเครื่องเป่าอากาศ ผลิตจากเหล็กหล่อหรือดีกว่า มีครีบบนความ

(2) โรเตอร์ (Rotors) ผลิตจากวัสดุชิ้นเดียวกัน ต้องทำการสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balance)

(3) เพลามีความคงทนแข็งแรงต่อการใช้งาน

(4) เฟืองขับโรเตอร์ (Timing Gear) ต้องทำการสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์

(5) ร่องลื่นชนิด Anti - Friction Bearings

(6) ล้อส่งกำลัง (Pulley) ของมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องเป่าลมแบบ Taper Lock

1.2.3 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบเครื่องกวนสารเคมีแบบใช้เครื่องเป่าลมให้มีคุณสมบัติตาม

ตารางที่ ก 1-2.3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องกวนสารเคมีแบบใช้เครื่องเป่าลม

ตารางที่ ก 1-2.3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องกวนสารเคมีแบบใช้เครื่องเป่าลม

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast Iron	A - Gr 30	GG 20	BS 1452 Gr 220	FC 200
		A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250



โรเตอร์ (Rotor)	Cast Iron	A - Gr 30	GG 20	BS 1452 Gr 220	FC 200
		A - Gr 35	GG 25	BS 1452 Gr 260	FC 250
	Ductile Iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40, 50	BS 2789 400/18	FCD 400

ตารางที่ ก 1-2.3 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องกวนสารเคมีแบบใช้เครื่องเป่าลม

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
เพลลา (Shaft)	Carbon Steel	ANSI 1045	CK45	060A45	S45C
		ANSI 1046	C45	080M46	S48C
	Stainless Steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L A - TYPE 416	1.4401 1.4404 1.4005	316 S 16 316 S 12 416 S 21	SUS 316 SUS 316 L SUS 416
เฟือง (Gear)	Cast Iron	A - Gr 30 A - Gr 35	GG 20 GG 25	BS 1452 Gr 220 BS 1452 Gr 260	FC 200 FC 250
	Ductile Iron	A - Gr 60-40-18	GGG 40, 50	BS 2789 400/18	FCD 400
ล้อส่งกำลัง (Flywheel)	Cast Iron	A - Gr 30 A - Gr 35	GG 20 GG 25	BS 1452 Gr 220 BS 1452 Gr 260	FC 200 FC 250
		ANSI 1045 ANSI 1046	CK45 C45	060A45 080M46	S45C S48C
	Carbon Steel	ANSI 1045 ANSI 1046	CK45 C45	060A45 080M46	S45C S48C

1.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

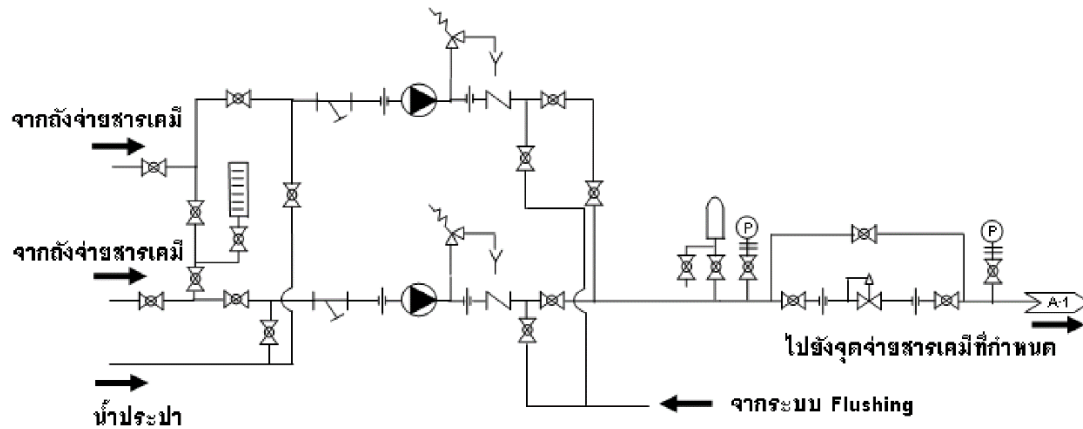
1.2.5 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ตามมาตรฐานผู้ผลิต

- (1) อุปกรณ์เก็บเสียงที่ทางดูดและส่ง (ต่อเครื่อง) : 1 ชุด
- (2) เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) : 1 ชุด
- (3) วาล์วระบายความดัน : 1 ชุด
- (4) แท่นเครื่อง (ชนิดติดตั้ง 1 หรือ 2 ชุด) : 1 ชุด
- (5) กรองอากาศ (ต่อเครื่อง) : 1 ชุด
- (6) เช็ควาล์ว (ต่อเครื่อง) : 1 ชุด
- (7) ข้อต่อ Flexible Joint ด้านส่ง (ต่อเครื่อง) : 1 ชุด

1.2.6 อะไหล่

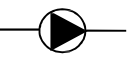
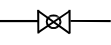
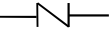
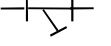
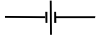
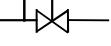
- (1) สายพานส่งกำลังครบชุด : 1 ชุด
- (2) สารหล่อลื่นตามมาตรฐานผู้ผลิต : 20 ลิตร
- (3) กรองอากาศ : 1 ชุด

2. ระบบจ่ายสารเคมี



รูปที่ ก 2 แสดงไดอะแกรมระบบจ่ายสารเคมีโดยสังเขป

ตารางที่ ก 2 แสดงสัญลักษณ์และรายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบจ่ายสารเคมีโดยสังเขป

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	เครื่องจ่ายสารเคมี (Dosing Pump)
	บอลวาล์ว (Ball Valve)
	เช็ควาล์ว (Check Valve)
	ตะแกรงกรองรูปตัววาย (Y – Strainer)
	ข้อต่อยูเนียน (Union)
	วาล์วสร้างความดันย้อนกลับ (Back Pressure Valve)
	วาล์วลดความดัน (Pressure Relief Valve)
	ชุดวัดความดันแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pressure Gauge)
	กระบอกตวง (Calibration Cylinder)

	กระบอกสะสมความดัน (Pulsation Dampener)
---	---

2.1 เครื่องจ่ายสารเคมีแบบปั๊มไดอะแฟรม (Diaphragm Pumps)

2.1.1 ประเภทเครื่องจ่ายสารเคมีแบบปั๊มไดอะแฟรม (Diaphragm Pumps)

เครื่องจ่ายสารเคมีชนิดไดอะแฟรม สามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

- (1) ชนิด Mechanical Diaphragm ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- (2) ชนิด Hydraulic Diaphragm ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- (3) ชนิด Digital Diaphragm ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และสามารถควบคุมปริมาณการจ่ายสารเคมีได้

2.1.2 ค่าความเที่ยงตรง (Accuracy)

เครื่องจ่ายสารเคมีสามารถปรับอัตราการจ่ายได้ในช่วง 10 - 100% โดยมีความเที่ยงตรง ดังนี้

- (1) Mechanical Diaphragm คลาดเคลื่อนตามความดันที่ระบุไม่เกิน $\pm 2\%$
- (2) Hydraulic Diaphragm คลาดเคลื่อนตามความดันที่ระบุไม่เกิน $\pm 1\%$
- (3) Digital Diaphragm คลาดเคลื่อนตามความดันที่ระบุไม่เกิน $\pm 0.5\%$

2.1.3 การปรับอัตราการจ่าย

สามารถปรับอัตราการจ่ายได้ตามวิธีดังต่อไปนี้

- (1) วิธีเปลี่ยนแปลงระยะชักด้วยมือหรืออัตโนมัติและความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า
- (2) วิธีให้ระยะชักคงที่และความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง
- (3) วิธีรับสัญญาณ 4 - 20 มิลลิแอมแปร์

2.1.4 ความดันใช้งาน

ความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่าความดันย้อนกลับ (Back Pressure) ของระบบ

2.1.5 โครงสร้าง

- (1) ตัวเรือน หล่อเป็นชุดเดียวกัน
- (2) หัวจ่าย (Pump Head) ผลิตโดยวิธีหล่อ (Casting) หรือฉีดขึ้นรูป (Molded) หรือกลึงขึ้นรูป (Machined)



- (3) เช็คบอล (Check Ball) ตามมาตรฐานผู้ผลิต เป็นชนิดถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด
- (4) บ่าวาล์ว (Valve Seat) เป็นชนิดถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด
- (5) ไดอะแฟรม (Diaphragm) ผลิตจากวัสดุที่ทนต่อสารเคมีและถอดเปลี่ยนได้
- เมื่อเกิดชำรุด

2.1.6 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมี ให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ ก 2-1.6 แสดง

วัสดุ

ส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมี แบบ Metering Pumps (ชนิด Mechanical, Hydraulic และ Digital)

ตารางที่ ก 2-1.6 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมีแบบ Metering Pumps
(ชนิด Mechanical, Hydraulic และ Digital)

ชิ้นส่วน	ประเภทวัสดุ	วัสดุ			
ตัวเรือน (Casing)	Metallic	Stainless Steel	Cast Iron	Copper Alloy	Aluminium
	Nonmetallic	PP	PVDF	PVC	PTFE FRP
หัวจ่าย (Pump Head)	Metallic	Hastelloy	AISI 316 AISI 316 L AISI 316 Ti	1.4401 1.4404 1.4571 1.4581	316 S 16 316 S 12 320 S 17 318 C 17
	Nonmetallic	PP	PVDF	Hypalon PVC	PTFE PP
เช็คบอล (Check Ball)	Metallic	Hastelloy	AISI 316 AISI 316 L AISI 316 Ti	1.4401 1.4404 1.4571	316 S 16 316 S 12 320 S 17
	Nonmetallic	Glass	Ceramic	Hypalon	Viton
บ่าวาล์ว (Valve Seat)	Metallic	SUS 316	AISI 316 AISI 316 L AISI 316 Ti	1.4401 1.4404 1.4571	316 S 16 316 S 12 320 S 17
	Nonmetallic	EPDM	PVDF	Viton FKM	PTFE PP



ไดอะแฟรม (Diaphragm)	Nonmetallic	EPDM	-	-	PTFE Teflon
-------------------------	-------------	------	---	---	----------------

หมายเหตุ 1) วัสดุสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเฉพาะงาน

2.1.7 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

2.1.8 อะไหล่

- | | | | |
|----------------------------------|---|---|------|
| (1) ปะเก็นครบชุด | : | 1 | ชุด |
| (2) ไดอะแฟรม | : | 2 | ชุด |
| (3) เช็คบอล | : | 2 | ชุด |
| (4) บ่าวาล์ว | : | 2 | ชุด |
| (5) สารหล่อลื่นตามมาตรฐานผู้ผลิต | : | 5 | ลิตร |

2.2 เครื่องจ่ายสารเคมีแบบปั๊มลูกสูบ (Piston or Plunger Pumps)

เครื่องจ่ายสารเคมีเป็นแบบ Mechanical Piston or Plunger ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

2.2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Accuracy)

เครื่องจ่ายสารเคมีสามารถปรับอัตราการจ่าย โดยมีความเที่ยงตรงคลาดเคลื่อน

ด ๓

ความดันที่ระบุไม่เกิน $\pm 2\%$

2.2.2 การปรับอัตราการจ่าย

สามารถปรับอัตราการจ่ายสารเคมีแบบ Variable Eccentric Motion หรือ Amplitude Moderation ในอัตราส่วนสูงสุดต่อต่ำสุด เป็น 10 : 1 หรือดีกว่า

2.2.3 ความดันใช้งาน

ความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่าความดันย้อนกลับ (Back Pressure) ของระบบ

ด ๓

ข้อกำหนดเฉพาะงาน

2.2.4 โครงสร้าง

- (1) ตัวเรือน หล่อเป็นชุดเดียวกัน
- (2) หัวจ่าย (Pump Head) ผลิตโดยวิธีหล่อ (Casting) หรือฉีดขึ้นรูป (Molded) หรือกลึงขึ้นรูป (Machined)
- (3) เช็คบอล (Check Ball) ตามมาตรฐานผู้ผลิต เป็นชนิดถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิด

ชำรุด



(4) บ่าวาล์ว (Valve Seat) เป็นชนิดถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

(5) ลูกสูบ (Piston or Plunger) ผลิตจากวัสดุที่ทนต่อสารเคมีและถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

(6) ระบบส่งกำลังจากมอเตอร์เป็นแบบเฟืองเกียร์

2.2.5 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมี ให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ ก 2-2.5 แสดง

ว

ส

ด

ส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมี แบบปั๊มลูกสูบ (Piston Pumps)

ตารางที่ ก 2-2.5 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมีแบบปั๊มลูกสูบ (Piston Pumps)

ชิ้นส่วน	ประเภทวัสดุ	วัสดุ
ตัวเรือน (Casing)	Metallic	Aluminium-Cast Stainless Steel Type 316 Alloy C
หัวจ่าย (Pump Head)	Metallic	Stainless Steel Type 316 Alloy C
ลูกสูบ (Piston or Plunger)	Metallic	Stainless Steel Type 316 Alloy C
เช็คบอล (Check Ball)	Metallic	Stainless Steel Type 316 Alloy C
บ่าวาล์ว (Valve Seat)	Metallic	Stainless Steel Type 316 Alloy C

หมายเหตุ 1) วัสดุสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างเฉพาะงาน

2) วัสดุที่กำหนดตามตารางที่ ก 2-2.5 ต้องเป็นวัสดุเนื้อเดียวกันโดยไม่มีการเคลือบผิว

2.2.6 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

2.2.7 อะไหล่

(1) ซีลกันรั่ว ตามชนิดที่ใช้งาน : 1 ชุด

(2) สารหล่อลื่นตามมาตรฐานผู้ผลิต : 5 ลิตร

2.3 เครื่องจ่ายสารเคมีแบบโรตารีลูปปั๊ม (Rotary Lobe Pumps)

เครื่องจ่ายสารเคมี เป็นแบบ Rotary Lobe Pump ใช้สำหรับสูบจ่ายสารละลายพร้อมกาก (Slurry) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมชุดลดความเร็วรอบและสามารถปรับอัตรา

การ

จ่ายได้

2.3.1 การปรับอัตราการจ่าย

มีชุดปรับรอบแบบมือหมุน (Manual) สามารถควบคุมความเร็วรอบและปรับ

อ

ต

ร

า

การจ่ายสารเคมีได้

2.3.2 ความดันใช้งาน

ความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่าความดันย้อนกลับ (Back Pressure) ของระบบ

ด

า

ม

ข้อกำหนดเฉพาะงาน

2.3.3 โครงสร้าง

(1) ตัวเรือน หล่อเป็นชุดเดียวกัน

(2) Wear Plate ผลิตจากวัสดุที่ทนต่อสารเคมี

(3) Rotary Lobe ผลิตจากวัสดุที่ทนต่อสารเคมีและถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

(4) ข้อต่อทางดูดและทางส่ง ผลิตจากวัสดุที่ทนต่อสารเคมีและถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดชำรุด

(5) หน้าแปลนตามมาตรฐานผู้ผลิต

2.3.4 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมี ให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ ก 2-3.4 แสดง

ว

ส

ดู

ส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมี แบบโรตารีลูบปั๊ม (Rotary Lobe Pumps)

ตารางที่ ก 2-3.4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมีแบบโรตารีลูบปั๊ม
(Rotary Lobe Pumps)

ชิ้นส่วน	ประเภทวัสดุ	วัสดุ
ตัวเรือน (Casing)	Metallic	Stainless Steel Type 304, 316
Rotary Lobes	Metallic	Stainless Steel Type 304, 316
	Nonmetallic	FKM
เพลลา (Shaft)	Metallic	AISI 4140
ห้องเกียร์ (Gear Box)	Metallic	ASTM A 48

หน้าแปลน (Flange)	Metallic	ASTM A 36, Stainless Steel Type 304, 316
Pressure Disc	Metallic	Stainless Steel Type 304, 316
Wear Plate	Metallic	Stainless Steel Type 304, 316
Mechanical Seals	Metallic	Silicon Carbide
Bolts	Metallic	Stainless Steel Type 304, 316

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่มีวัสดุตามตารางที่ ก 2-3.4 ให้ใช้เป็นวัสดุที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

2.3.5 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง ความเร็ว

รอบ

ของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

2.3.6 อะไหล่

(1) ซีลกันรั่วตามชนิดที่ใช้งาน : 1 ชุด

(2) สารหล่อลื่นตามมาตรฐานผู้ผลิต : 5 ลิตร

2.4 เครื่องจ่ายสารเคมีแบบสกรู (Screw Pump or Progressive Cavity Pump)

เครื่องจ่ายสารเคมีเป็นแบบสกรู ใช้สำหรับสูบจ่ายสารละลายที่มีความหนืดหรือ

ส าร ะ ล ะ ย

ที่มีตะกอน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมชุดลดความเร็วรอบและสามารถปรับอัตราการจ่ายได้

2.4.1 การปรับอัตราการจ่าย

เครื่องจ่ายสารสามารถปรับอัตราการจ่ายได้ในช่วง 25 – 100 % วิธีปรับอัตราการ

จ่าย

มีดังนี้

(1) แบบเกียร์อัตราทดคงที่และความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง

(2) แบบเกียร์อัตราทดเปลี่ยนแปลงและความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าคงที่

2.4.2 ความดันใช้งาน

ความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่าความดันย้อนกลับ (Back Pressure) ของระบบ

ตาม

ข้อกำหนดเฉพาะงาน

2.4.3 โครงสร้าง

(1) ตัวเรือนเครื่องจ่ายสารเคมี ผลิตจากเหล็กหล่อหรือประกอบขึ้นรูป
(2) โรเตอร์ (Rotors) ผลิตเป็นชิ้นเดียวกัน ต้องทำการสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์

- (3) สเตเตอร์ (Stator) มีความแข็งแรงคงทนต่อการฉีกขาด
(4) เฟลาต้องแข็งแรง มีความคงทนต่อการใช้งาน ไม่เกิดการสั่นขณะใช้งาน
(5) ร่องลื่นชนิด Anti - Friction Bearings
(6) ซีลกันรั่วที่เฟลาแบบวัสดุอัด ถ้าใช้แบบเชิงกลต้องใช้น้ำสะอาดหล่อลื่นจาก

ภายนอก

- (7) ชุดลดความเร็วรอบ (Reducing Gear) มี Service Factor ไม่น้อยกว่า 1.5

2.4.4 วัสดุ

วัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมีแบบสกรู ให้มีคุณสมบัติตามตารางที่ ก 2-

4.4

แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมีแบบสกรู (Screw Pump or Progressive Cavity Pump)

**ตารางที่ ก2-4.4 แสดงวัสดุส่วนประกอบเครื่องจ่ายสารเคมีแบบสกรู
(Screw Pump or Progressive Cavity Pump)**

ชิ้นส่วน	วัสดุ	มาตรฐาน			
		ASTM	DIN	BS	JIS
ตัวเรือน (Casing)	Cast Iron	A - Gr 30 A - Gr 30	GG 20 GG 25	BS 1452 Gr 220 BS 1452 Gr 260	FC 200 FC 250
เพลา (Shaft)	Stainless Steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L	1.4401 1.4404	316 S 16 316 S 12	SUS 316 SUS 316 L
โรเตอร์ (Rotors)	Stainless Steel	A - TYPE 316 A - TYPE 316 L	1.4401 1.4404	316 S 16 316 S 12	SUS 316 SUS 316 L
สเตเตอร์ (Stator)	Rubber	EPDM			
ก้านรั้ว (Seal)	Packing	SGI			
	Mechanical	SIC			

หมายเหตุ 1) SGI = Synthetic Graphite Impregnate

2) SIC = Silicon Carbide

2.4.5 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที

2.4.6 อะไหล่

- (1) ซีลกันรั้ว ตามชนิดที่ใช้งาน : 1 ชุด
- (2) สารหล่อลื่นตามมาตรฐานผู้ผลิต : 5 ลิตร

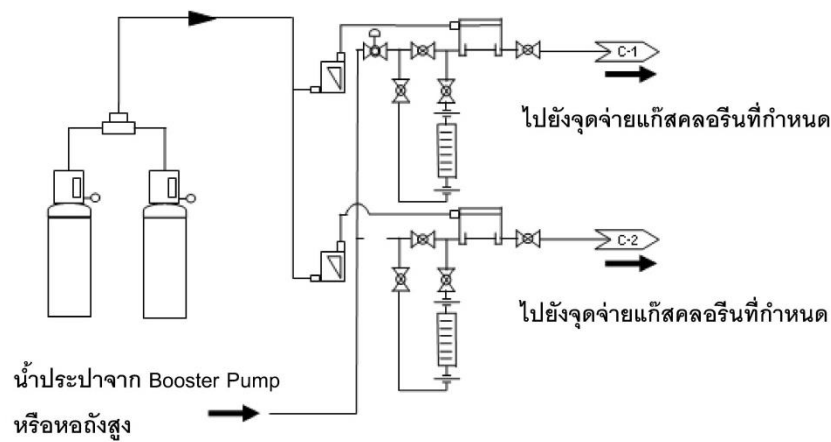
3. อุปกรณ์ประกอบของเครื่องจ่ายน้ำยาเคมี

- (1) วาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valve) ความดันใช้งานและขนาดของการระบายไม่น้อยกว่าสมรรถนะหรือความสามารถของเครื่องจ่ายสารเคมี ผลิตจาก PVC, PP, PVDF, ABS หรือเทียบเท่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับเครื่องจ่ายสารเคมี หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- (2) วาล์วสร้างความดันย้อนกลับ (Back Pressure) ความดันใช้งานและขนาดของการจ่ายไม่น้อยกว่าสมรรถนะหรือความสามารถของเครื่องจ่ายสารเคมี ผลิตจาก PVC, PP, PVDF, ABS หรือเทียบเท่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับเครื่องจ่ายสารเคมี หรือตาม

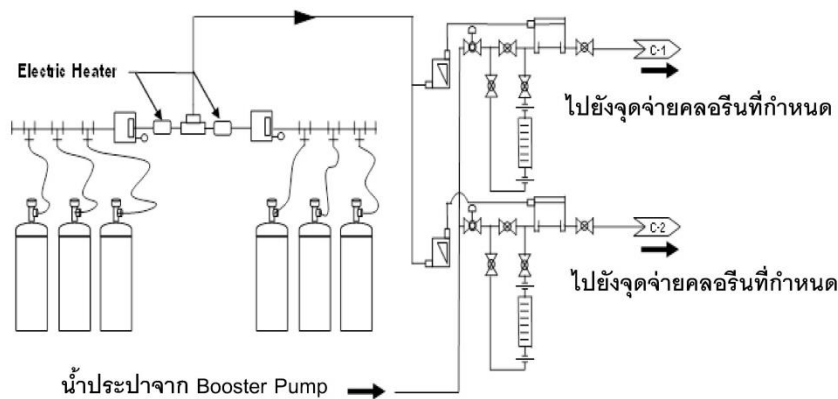
มาตรฐานผู้ผลิต โดยให้ติดตั้งเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pressure Gauge) จำนวน 2 ชุด ตำแหน่งหน้าและหลังวาล์วสร้างความดันย้อนกลับ

- (3) อุปกรณ์สะสมหรือดูดกลืนพลังงาน (Pulsation Dampers or Pressure Accumulator) ใช้เฉพาะระบบจ่ายสารเคมีที่ใช้ Metering Pump เท่านั้น เพื่อควบคุมการจ่ายสารเคมีให้สม่ำเสมอ ความดันใช้งานเท่ากับ 1.5 เท่า ของความดันใช้งานของเครื่องจ่ายสารเคมีผลิตจากเหล็กปลอดสนิม, PVC, PP, ABS หรือเทียบเท่า มีวาล์วระบายสารเคมีภายในออก
- (4) เกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pressure Gauge) ชนิดมีกลไกหรือกลีเซอรินเพื่อป้องกันการรั่วของเข็ม หน่วยวัดเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หน้าปัดขนาด 100 มิลลิเมตร ทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของคลอรีน
- (5) Diaphragm Pressure Gauge ต่อเข้ากับ Ball Valve 3 Way-T-Port ชนิด Stainless Steel เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์
- (6) อุปกรณ์ทดสอบปริมาณการจ่ายสารเคมี (Calibration Cylinder) ให้ทำด้วยพลาสติกใส เช่น อะคริลิก หรือ PVC มีความจุตามที่กำหนด มีสเกลอ่านปริมาตรได้ละเอียด ไม่น้อยกว่า 0.1 ลิตร
- (7) ระบบล้างระบบจ่ายสารเคมี โดยใช้น้ำสะอาดมีความดันมากกว่าความดันย้อนกลับเข้าทางด้านดูดและส่งของเครื่องจ่ายสารเคมี เพื่อล้างภาวสารเคมีออกจากระบบก่อนหยุดการทำงาน
- (8) ท่อและอุปกรณ์ต่อท่อของระบบจ่ายน้ำยาสารเคมีให้ใช้ท่อ PVC ชั้น 13.5 ตาม มอก.17 ฉบับล่าสุด “ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม” หรือ เอบีเอส ชั้น PN 12 หรือสูงกว่า
- (9) วาล์วระบบจ่ายสารเคมีผลิตจาก PVC, ABS หรือเทียบเท่าต่อเข้ากับระบบท่อแบบ Double Union
- (10) อุปกรณ์จับยึดท่อและยึดอุปกรณ์ประกอบ (Support) ทั้งหมดทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อนหรือเคลือบวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

4. ระบบจ่ายแก๊สคลอรีน



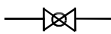
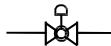
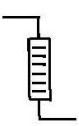
รูปที่ 4-1 แสดงไดอะแกรมระบบจ่ายแก๊สคลอรีนแบบสลับจ่ายอัตโนมัติ (Automatic Changeover) โดยสังเขป



รูปที่ 4-2 แสดงไดอะแกรมระบบจ่ายแก๊สคลอรีนแบบท่อจ่ายร่วม (Manifold) โดยสังเขป

ตารางที่ ก-4 แสดงสัญลักษณ์และรายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบจ่ายแก๊สคลอรีน โดยสังเขป

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีน (Chlorinator)
	อุปกรณ์สับเปลี่ยนการจ่ายอัตโนมัติ (Automatic Changeover)
	อุปกรณ์ควบคุมอัตราการจ่าย (Flow Rate Indicator)

	อีเจกเตอร์ (Ejector)
	บอลวาล์ว (Ball Valve)
	โกลบวาล์ว (Glove Valve)
	ข้อต่อยูเนียน (Union)
	โรตاميเตอร์ (Rotameter)
	ถังบรรจุแก๊สคลอรีน (Chlorine Tank)

4.1 เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีน (Chlorinator)

4.1.1 คุณลักษณะ

เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีน (Chlorinator) เป็นชนิดที่ทำงานแบบสุญญากาศ (Vacuum Operation Type) โดยเครื่องจ่ายแก๊สจะรับแก๊สจากถังคลอรีนผ่านวาล์ว ควบคุมสุญญากาศ (Vacuum

Regulating Valve) และจ่ายแก๊สคลอรีนไปยังหัวฉีด (Ejector) เครื่องจ่ายแก๊สสามารถปรับปริมาณการจ่ายได้ในอัตราส่วนสูงสุดต่อต่ำสุดถึง 20 : 1 โดยมีความเที่ยงตรงคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 4\%$

4.1.2 ชนิดของเครื่องจ่ายแก๊สคลอรีน

เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีนแบ่งตามลักษณะติดตั้งได้ 3 ชนิดคือ

- (1) ชนิดติดตั้งหัวถังทั้งแบบ Cylinder และ Container
- (2) ชนิดติดตั้งแบบมีท่อจ่ายร่วม (Manifold or Header)
- (3) ชนิดประกอบสำเร็จภายในตู้ (Cabinet)

4.1.3 อุปกรณ์ระบบจ่ายแก๊สคลอรีน

- (1) วาล์วควบคุมสุญญากาศ (Vacuum Regulating Valve) ตัวเรือนที่สัมผัสแก๊สคลอรีนทำจากวัสดุที่เป็นโลหะทนการกัดกร่อนจากแก๊สคลอรีน หรือเคลือบวัสดุที่ทนการกัดกร่อนจากแก๊สคลอรีน

- (2) ระบุให้ใช้ระบบสับเปลี่ยนถังต้องมีอุปกรณ์สับจ่ายอัตโนมัติ (Automatic Changeover) ขนาดตามอัตราการจ่ายสูงสุดของระบบ ยกเว้นในกรณีเครื่องจ่ายแก๊สมีระบบสับเปลี่ยนถังอัตโนมัติประกอบสำเร็จชุดเดียวกัน
- (3) ระบุให้ใช้เครื่องจ่ายชนิดติดตั้งแบบมีท่อจ่ายร่วม (Manifold) ต้องมี Heater or Evaporator ในกรณีที่ระบบอัตโนมัติให้หยุดและจ่ายกระแสไฟฟ้าพร้อม กับระบบจ่ายแก๊สคลอรีน และท่อจ่ายร่วมผลิตจากท่อเหล็กกล้าไร้ตะเข็บ Schedule 80 ตามมาตรฐานผู้ผลิตหรือเทียบเท่า
- (4) ระบุให้ใช้เครื่องจ่ายชนิดประกอบสำเร็จภายในตู้ (Cabinet) ต้องมี Heater or Evaporator
- (5) อุปกรณ์ปรับและแสดงอัตราการจ่ายแก๊สคลอรีน ให้เป็นชนิดติดตั้งกับผนัง หรือติดตั้งภายในตู้ มีหน่วยอ่านค่าเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง
- (6) วาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valve) เป็นอุปกรณ์ป้องกันการ สะสมความดันของเครื่องจ่ายแก๊สคลอรีนโดยให้ระบายออกทางช่องระบาย (Vent) ไปสู่ภายนอกห้อง หรือตามตำแหน่งที่กำหนด
- (7) หัวฉีด (Ejector) เป็นอุปกรณ์สร้างสูญญากาศ โดยอาศัยนำความเร็วสูงไหล ผ่านคอคอด ทำให้เกิดความดันต่ำ (สูญญากาศ) ที่คอคอดดึงแก๊สคลอรีนเข้า ผสมกับน้ำหัวฉีดต้องเป็นชนิดป้องกันการเกิดกาลักน้ำ (Anti – Syphon) โดยมีสปริงควบคุมไดอะแฟรมสำหรับใช้งานที่ความดันย้อนกลับตั้งแต่ 0.05 – 0.15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ให้ติดตั้ง Diaphragm Pressure Gauge จำนวน 2 ชุดต่อ Ejector (ท่อน้ำ) ทางเข้า-ออกของ Ejector และ Diaphragm Vacuum Gauge จำนวน 1 ชุด ต่อ Ejector (ท่อแก๊ส) Diaphragm Pressure Gauge ทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อนจากแก๊ส คลอรีน
- (8) Stainless Steel Pressure Gauge ชนิดหน้าปัดบรรจุลิเชอรีน หรือมีระบบ ป้องกันการสั่นของเข็ม สามารถวัดขนาดของความดันได้ประมาณ 1.5 เท่า ของความดันใช้งานสูงสุด ความผิดพลาดของเกจไม่เกิน 1.5 % (Full Scale) และหน่วยการวัดแสดงเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีความ ละเอียดไม่น้อยกว่า ± 0.1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ต่อเข้ากับ Ball Valve 3 Way-T-Port ชนิด Stainless Steel เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์
- (9) หัวจ่าย (Diffuser) ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- (10) แผ่นไดอะแฟรมที่ตัวเครื่องจ่ายและ Injector ทำจาก PTFE หรือ ดีกว่า จำนวน 2 แผ่นซ้อนกันต่อจุด

4.1.4 อุปกรณ์ประกอบ

เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีนแต่ละชุดต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นประกอบดังนี้

- (1) ท่อสูญญากาศและท่อระบาย ชนิดที่ใช้งานกับแก๊สคลอรีน เป็นท่อชนิด PTFE/ PFA/FEP ความหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร
- (2) ส่งมอบชุดอะไหล่ซ่อมมาตรฐาน จำนวน 1 ชุด
- (3) ติดตั้งตะแกรงป้องกันแมลงเข้าช่องระบาย จำนวน 1 ชุดต่อ 1 ท่อระบาย
- (4) ส่งมอบปะเก็นตะกั่วหัวถังแก๊ส จำนวน 50 ชิ้นต่อชุด (อะไหล่)
- (5) ส่งมอบแผ่นไดอะแฟรมเครื่องจ่ายแก๊สคลอรีน จำนวน 1 แผ่นต่อชุด (อะไหล่)
- (6) ส่งมอบแผ่นไดอะแฟรมที่ Injector จำนวน 1 แผ่นต่อชุด (อะไหล่)
- (7) ส่งมอบ O-Ring ที่แผ่นไดอะแฟรมตัวเครื่อง จำนวน 2 ชิ้นต่อชุด (อะไหล่)
- (8) อุปกรณ์จับยึดท่อและยึดอุปกรณ์ประกอบ (Support) ทั้งหมดทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของคลอรีนหรือเคลือบด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนจากแก๊สคลอรีน

4.2 เครื่องสูบน้ำ เพิ่มแรงดัน (Booster Pump)

4.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องสูบน้ำแบบ Centrifugal Pump อัตราการไหลและแรงสูบส่งตามแบบที่

กำหนด

4.2.2 โครงสร้าง

- (1) ใบพัด (Impellers) ต้องสมดุลทางสถิตและพลศาสตร์ (Statically and Dynamically Balanced)
- (2) เพลา (Shaft) ไม่เกิดการสั่นจนเกิดการเสียหายในขณะทำงาน
- (3) ซีลกันรั่วที่เพลา (Shaft Seal) เป็นแบบ Mechanical Seal
- (4) เพลา มี Ball หรือ Roller Bearings รองรับ

4.2.3 วัสดุ

ชิ้นส่วนหลักของเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน เป็นดังนี้

- (1) ตัวเรือน (Casing) วัสดุทำจากเหล็กหล่อ (Cast Iron) หรือดีกว่า
- (2) ใบพัด (Impeller) วัสดุทำจากทองเหลือง (Brass) ทองแดง (Bronze) สแตนเลส (Stainless Steel) ชนิดที่ทนต่อสารเคมี
- (3) เพลา (Shaft) วัสดุทำจากสแตนเลส (Stainless Steel) ชนิดที่ทนต่อสารเคมี

4.2.4 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) ให้ติดตั้ง Stainless Steel Pressure Gauge ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่งทางดูด จำนวน 1 ชุด และทางส่ง จำนวน 1 ชุด ต่อเครื่องสูบน้ำ เพิ่มแรงดันที่ใช้งาน
- (2) Stainless Steel Pressure Gauge ชนิดหน้าปัดบรรจุกลีเซอริน หรือมีระบบป้องกันการสั่นของเข็ม สามารถวัดขนาดของความดันได้ประมาณ 1.5 เท่าของความดันใช้งานสูงสุด ความผิดพลาดของเกจไม่เกิน 1.5 % (Full Scale) และหน่วยการวัดแสดงเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีความละเอียดน้อยกว่า ± 0.1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ต่อเข้ากับ Ball Valve 3 Way-T-Port ชนิด Stainless Steel เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/8 นิ้วพร้อมอุปกรณ์
- (3) วาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valve)
 - ความดันใช้งานต้องไม่น้อยกว่าความดันสูงสุดของเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน
 - ขนาดของวาล์วระบายความดันสามารถใช้งานที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการไหลระบุ
- (4) ติดตั้งประตุน้ำที่ตำแหน่งทางดูดและทางส่งทุกชุดตามที่กำหนด
- (5) ติดตั้งประตุน้ำกั้นกลับ (Check Valve) ตำแหน่งทางส่งทุกชุด

4.2.5 อะไหล่

- (1) ซีลกันรั่ว ตามชนิดที่ใช้งาน : 1 ชุด
- (2) ปะเก็น (Gaskets) : 1 ชุด

4.2.6 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง ความเร็ว

รอบ

ของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที

4.3 เครื่องตรวจจับแก๊สคลอรีน (Chlorine Detector)

4.3.1 คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องตรวจจับแก๊สคลอรีนมีคุณสมบัติดังนี้

- (1) หัวตรวจจับแบบ Electro-Chemical Cell หรือ Electrode Sensor
- (2) เครื่องตรวจจับแก๊สคลอรีนมีคุณสมบัติป้องกันการกัดกร่อนจากคลอรีน ติดตั้งกับผนัง
- (3) ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 50 เฮิร์ต 220 – 230 โวลต์
- (4) มีความไวต่อการตรวจจับแก๊สคลอรีนรั่วในอากาศปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วงไม่น้อยกว่า 1 ppm ถึง 10 ppm ขึ้นไป

- (5) มีระบบส่งสัญญาณเอาต์พุต 4 – 20 มิลลิแอมป์ และมีแบตเตอรี่สำรองไฟ
- 4.3.2 อุปกรณ์ประกอบ
- (1) หัวตรวจจับแบบ Electro-Chemical Cell หรือ Electrode Sensor จำนวน 2 ชุด ติดตั้งเหนือพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร
- (2) กริ่งสัญญาณ (Hooter Alarm) ระบบไฟฟ้าสัญญาณเตือนใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 50 เฮิร์ต 220 – 230 โวลต์ วัสดุทำจากพลาสติก มีเสียงดังไม่น้อยกว่า 94 เดซิเบล ที่ระยะ 3 เมตร พร้อมสวิตช์ตัดตอน
- 4.3.3 อะไหล่
- หัวตรวจจับแก๊สแบบ Electro-Chemical Cell หรือ Electrode Sensor จำนวน 2 ชุด
- 4.3.4 รายการที่ต้องจัดส่ง
- (1) แผนการจัดหาหัวตรวจจับแบบ Electro-Chemical Cell หรือ Electrode Sensor
- (2) รายละเอียดแสดงอายุการใช้งานหัวตรวจจับแก๊ส
- (3) รายละเอียดการเก็บรักษาหัวตรวจจับแก๊ส

4.4 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยจากสารเคมี (Safety Cabinet)

4.4.1 อุปกรณ์ป้องกันระยะยาว

อุปกรณ์ป้องกันระยะยาว ผลิตตามมาตรฐาน EN 137 หรือเทียบเท่า ประกอบด้วย

- (1) หน้ากากช่วยหายใจแบบครอบเต็มหน้า
- มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดฝ้า
 - มี Speech Diaphragm เพื่อเพิ่มการได้ยินเสียงที่ชัดเจนโดยไม่เกิดการรบกวน
 - ผลิตตามมาตรฐาน EN 136 หรือเทียบเท่า
 - สามารถดัดแปลงใช้กับใส่กรองได้
- (2) ถังอากาศ (Compressed Air Breathing Apparatus) จำนวน 2 ชุด
- ผลิตจากอลูมิเนียมผสมหรือดีกว่า
 - ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 6 ลิตร
 - ความดันใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 300 บาร์ (Bar)
 - มีอุปกรณ์ระบายแรงดันเมื่อแรงดันสูง
- (3) อุปกรณ์ประกอบ
- Pressure Reducing

- Demand Valve
- By-Pass Valve
- Pressure Gauge สะพายด้านหน้าชนิดเรืองแสงในที่มืด
- Harness และ Waist Strap
- ถุงมือทำด้วย Black Rubber ยาวไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร สามารถป้องกันแก๊สคลอรีนได้ จำนวน 2 คู่

4.4.2 อุปกรณ์ป้องกันระยะสั้น

อุปกรณ์ป้องกันระยะสั้น ประกอบด้วย

- (1) หน้ากากช่วยหายใจแบบครอบเต็มหน้า ขอบหน้ากากทำด้วย Neoprene, Silicon Rubber หรือเทียบเท่า
- (2) แผ่นกระบังหน้ามองเห็นได้มุกว้าง ทำด้วย Polycarbonate หรือเทียบเท่า ประกอบด้วย Head Harness ไม่น้อยกว่า 3 เส้น สามารถปรับให้ขนาดพอเหมาะรัดแนบกับศีรษะและใบหน้า และไม่เกิดฝ้าขณะใช้งาน
- (3) มี Speech Diaphragm เพื่อเพิ่มการได้ยินเสียงที่ชัดเจนโดยไม่เกิดการรบกวน
- (4) ผลิตตามมาตรฐาน EN 136 หรือเทียบเท่า
- (5) เกลียวผลิตตามมาตรฐาน EN 148 หรือเทียบเท่า
- (6) กรอง (Filter) ผลิตตามมาตรฐาน EN 141 Class 2 หรือเทียบเท่า โดยใส่กรองสามารถเก็บรักษาเพื่อการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 36 เดือน นับจากวันส่งมอบ

4.4.3 ชุดป้องกันสารเคมี

- (1) ทำด้วยพีวีซี ซีพีเอฟ โพลีเอไมด์ (Polyamide) เคลือบด้วยวัสดุพีวีซี (PVC) ทั้งสองด้าน หรือวัสดุที่ทนแก๊สคลอรีน เป็นแบบชุดหมี มี Hood คลุมศีรษะ และถุงเท้าเย็บติดกับชุด ตะเข็บเป็นแบบ Bound Seam
- (2) ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM F1001, EN 943-1, EN 943-2/ET, EN 1073, EN 14126 หรือเทียบเท่า
- (3) สามารถป้องกันแก๊สคลอรีนได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงทำงาน

4.4.4 อะไหล่

- (1) กรอง (Filter) แก๊สคลอรีน จำนวน 2 ชุด

4.4.5 รายการที่ต้องจัดส่ง

รายการที่ต้องจัดส่ง ประกอบด้วย

- (1) แผนการจัดการกรอง (Filter) แก๊สคลอรีน
- (2) รายละเอียดแสดงอายุการใช้กรอง (Filter) แก๊สคลอรีน

- (3) รายละเอียดการเก็บรักษากรอง (Filter) แก๊สคลอรีน
- (4) เครื่องมือปฐมพยาบาลใส่ในกล่องพลาสติกแข็ง 1 ชุด คำนวณการปฐมพยาบาลสำหรับผู้ถูกแก๊สคลอรีนเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด
- (5) ตู้เก็บอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยจากสารเคมี สามารถเก็บอุปกรณ์ได้ที่ _____ ม _____ ด
ทำจากไม้หรือวัสดุสังเคราะห์

4.5 หีบนิรภัย (Safety Cylinder)

4.5.1 คุณลักษณะทั่วไป

ใช้สำหรับเก็บแก๊สคลอรีน (Chlorine Cylinder) ที่รั่ว โดยแก๊สคลอรีนที่รั่วออกมาจะแพร่กระจายอยู่ในหีบนิรภัยเท่านั้น

4.5.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

ให้ใช้และติดตั้งหีบนิรภัยแก๊สที่ทนแรงดันทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยมีใบรับรองคุณภาพ แสดงผลการทดสอบจากโรงงานลักษณะ

ตามแบบแปลนมาตรฐานหีบนิรภัย ปะเก็นที่ใช้เป็นชนิด EPDM หรือเทียบเท่าสำหรับทนแก๊สคลอรีน

4.5.3 อื่นๆ

- (1) ประตุน้ำและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของแก๊สคลอรีนโดยประตุน้ำมีความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- (2) ให้เดินระบบท่อชนิด PTFE/PFA/FEP ความหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตรจากหีบนิรภัยเพื่อไปจ่ายยังจุดจ่ายที่กำหนด พร้อมวาล์วนิรภัย (Safety Valve) จำนวน 1 ชุด ในกรณีที่เครื่องจ่ายติดตั้งแบบไม่มีท่อจ่ายร่วม (Manifold)

4.6 เครื่องชั่งแก๊สคลอรีน (Cylinder Scale)

4.6.1 เครื่องชั่งแก๊สคลอรีนเป็นชนิด Hydraulic Scale หรือ Hydraulic Load Cell ชนิด

ที่ใช้งานสำหรับชั่งแก๊สคลอรีน ความเที่ยงตรงคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 1\%$

4.6.2 จอแสดงผลเป็นแบบตัวเลขหรือแบบเข็ม แยกติดตั้งจากห้องเก็บหรือจ่ายแก๊สคลอรีน

โดยมีคุณลักษณะดังนี้

- (1) ตัวเรือนผลิตตามมาตรฐาน NEMA 4X หรือดีกว่า
- (2) จอแสดงผลเป็น LCD หน่วยกิโลกรัม หรือแบบเข็มหน้าจอขนาดไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร
- (3) สามารถส่งสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมแปร์ หรือ Profibus ได้
- (4) สามารถส่งสัญญาณเตือนเมื่อแก๊สหมดได้

4.6.3 แท่นเป็นชนิด Non-Corrosive PVC Plastic เคลือบความหนาแห้งไม่น้อยกว่า 80

mils

(กรณีถังแก๊สคลอรีนขนาด 100 กิโลกรัม) หรือเทียบเท่า

4.6.4 ให้ติดตั้งอุปกรณ์จับยึดถังคลอรีนทุกถัง ประกอบด้วย

- (1) Wall Mounted Chaining Bracket
- (2) Safety Chain
- (3) Spring Loaded Snap Hook

4.6.5 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี (Chlorine

Type)

4.7 พัฒลมระบายอากาศ (Chlorine Exhaust Fan)

4.7.1 คุณลักษณะ

เป็นพัดลมแบบ Industrial Type ติดผนัง ชนิดอากาศไหลในแนวแกน (Axial

Flow)

ใบพัดมีลักษณะ Constant Pitch สามารถดูดหรือเป่าอากาศได้ตามกำหนด

4.7.2 วัสดุโครงสร้าง

ชิ้นส่วนหลักของพัดลมเป็นดังนี้

- (1) ตัวเรือน (Casing) วัสดุทำจากเหล็กกล้าขึ้นรูป (Fabricated Steel), อลูมิเนียมอัลลอย (Aluminium Alloy) หรือดีกว่า
- (2) ใบพัด (Impeller) วัสดุทำจากเหล็กกล้า (Steel), อลูมิเนียมอัลลอย (Aluminium Alloy), วัสดุโลหะ (Nonmetallic) หรือดีกว่า
- (3) เพลา (Shaft) วัสดุทำจากเหล็กกล้า (Steel) หรือสแตนเลส (Stainless Steel) ชนิดที่ทนต่อสารเคมี

4.7.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าให้ถือปฏิบัติตามรายละเอียดในมาตรฐานงานก่อสร้าง

4.8 โรตاميเตอร์ (Rotameter)

4.8.1 คุณสมบัติทั่วไป

- (1) โรตاميเตอร์ สำหรับน้ำประปา เป็นชนิดปลายต่อด้วยเกลียวสามารถวัดในหน่วยเป็นลิตรต่อนาทีหรือลิตรต่อชั่วโมง
- (2) การติดตั้งให้ใช้ยูเนียนเพื่อสะดวกต่อการถอด บำรุงรักษา
- (3) ความเที่ยงตรงคลาดเคลื่อนไม่เกิน + 5 % (Of Reading)
- (4) การติดตั้งในลักษณะแนวตั้งหรือตามข้อแนะนำของผู้ผลิต

4.8.2 วัสดุโครงสร้าง

- (1) ตัวกระบอกผลิตจาก Polysulfon หรือดีกว่า
- (2) ข้อต่อผลิตจากอลูมิเนียม วัสดุสังเคราะห์ หรือดีกว่า
- (3) ลูกกลอยผลิตจากสแตนเลส PP PVDF หรือดีกว่า

4.9 ฝาครอบนิรภัยพร้อมวาล์ว (Safety Cap with Manifold Valve)

4.9.1 คุณลักษณะ

กรณีวาล์วที่หัวถังแก๊สคลอรีน (Chlorine Cylinder) ชำรุดและมีแก๊สรั่วใช้ฝา

ครอบ

นิรภัยชั้นเกลียวเข้ากับเกลียวบนคอถังคลอรีน จึงสามารถใช้แก๊สที่เหลือในถัง

ได้อีก

โดยเปิด Manifold Valve ซึ่งต่ออยู่ด้านบนของฝาครอบนิรภัย โดยให้ส่งมอบฝาครอบนิรภัยพร้อมวาล์วตามจำนวนถังแก๊สคลอรีนที่ติดตั้งใช้งาน

4.9.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

- (1) ฝาครอบนิรภัยทำจากเหล็กหล่อเหนียว สามารถทนความดันทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยมีใบรับรองคุณภาพแสดงผลการทดสอบจากโรงงาน
- (2) ภายในฝาครอบด้านล่างมีเกลียว ภายนอกฝาครอบมีด้ามจับความยาวที่เหมาะสมสำหรับหมุนฝาครอบเชื่อมต่ออยู่ 2 ข้าง
- (3) วาล์วด้านบนของฝาครอบนิรภัย (Manifold Valve) มีขนาดและมิติ ใช้งานเหมือนกับวาล์วที่ติดอยู่บนหัวถังคลอรีน (Chlorine Cylinder) ทำจาก Aluminium Silicon Bronze ทนแรงดันได้มากกว่า 20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

หมวด ข. มาตรฐานการติดตั้งและทดสอบระบบจ่ายสารเคมี

ขอบข่าย

ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ประกอบต่างๆ เพื่อติดตั้ง ปรับปรุง

และทดสอบให้เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและ มาตรฐานคุณภาพที่กำหนด เมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องอยู่ใน ส ก า พ พ ร ้อ ม ที่ จ ะ ใช้งานได้โดยไม่เกิดความขัดข้อง ทั้งนี้ ความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่ติดตั้งหรือปรับปรุง ผู้รับจ้าง

ต้องซ่อมแซม เปลี่ยน ปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดีและใช้งานได้

1. เอกสารขอความเห็นชอบการใช้เครื่องจักร

ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารต้นฉบับแสดงรายละเอียดของระบบจ่ายสารเคมี ประกอบด้วย ยี่ห้อ ชนิด รุ่น ขนาด พิกัด มิติ สมรรถนะการทำงาน (Performance Curve) รายการส่วนประกอบ วัสดุ และอื่นๆ รวมถึงรายการคำนวณและ Data Sheet ต่างๆ ในการเลือกใช้ขนาดและความเร็วรอบ มอเตอร์เกียร์ ชนิด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาว เพลา ของเครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัด ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบและให้ความ เห็นชอบก่อนดำเนินการจัดหา

2. แบบแสดงรายละเอียดเพื่อทำการติดตั้ง (Shop Drawing)

หลังจากได้รับความเห็นชอบเกี่ยวกับเอกสารขอความเห็นชอบการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดเพื่อทำการติดตั้ง (Shop Drawing) แสดงรายละเอียดที่
เ กี่ ย ว ขั อ ง
ในการติดตั้งให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความถูกต้องของมิติ (Dimensions) และน้ำหนัก

ทั้งนี้ แบบแสดงรายละเอียดเพื่อทำการติดตั้ง (Shop Drawing) จะต้องลงนามรับรอง โดยผู้รับจ้าง และวิศวกรสาขาที่เกี่ยวข้อง ระดับสามัญวิศวกร หรือวุฒิวิศวกร

การตรวจสอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะเป็นเพียงการตรวจสอบความถูกต้องตรงกับหลักการออกแบบ (Conceptual Design) ตามมาตรฐานคุณภาพและแบบเท่านั้น การรับรองนี้ผู้รับจ้างไม่สามารถ

ใช้เป็นข้ออ้างในกรณีที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ อีกทั้งผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบในการจัดหาและติดตั้ง อุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นต่างๆ แม้ไม่ได้ระบุลงในแบบก็ตาม เพื่อให้

สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

3. เอกสารใบรับรองเครื่องจักร

หลังจากได้รับความเห็นชอบแบบแสดงรายละเอียดเพื่อทำการติดตั้ง (Shop Drawing) แล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดส่งเอกสารต้นฉบับแสดงแหล่งผลิต (Certification of Origin) ที่ระบุหมายเลขที่ตรงตามที่เสนอหลักฐานการนำเข้า (Invoice) ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบและให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการขนส่ง

4. การขนส่งและการจัดเก็บ

หลังจากได้รับความเห็นชอบเอกสารใบรับรองเครื่องจักรแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้ง วัน เวลา ที่จะดำเนินการจัดส่งเครื่องจักรไปยังสถานที่ติดตั้ง เครื่องจักร โดยหีบห่อต้องแข็งแรง มีความเหมาะสมกับการยกขึ้นลงด้วยเครื่องจักรกล เช่น Fork Lift หรือ Crane ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้นและการเสื่อมสภาพที่อาจเกิดจากการขนส่ง โดยที่เครื่องจักรอุปกรณ์ระบบจ่ายสารเคมี จะต้องหุ้มด้วยวัสดุป้องกันความชื้น บรรจุในหีบห่อที่ทำเครื่องหมายแสดงรายละเอียด ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ น้ำหนัก และปีที่ผลิต

เครื่องจักรอุปกรณ์ระบบจ่ายสารเคมีที่จัดเก็บในบริเวณสถานที่ติดตั้งผู้รับจ้างต้องจัดเก็บภายในโรงเรือนที่ปลอดภัย ถ้าผู้รับจ้างจะทำการเคลื่อนย้ายต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อน

5. การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ระบบจ่ายสารเคมี ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและต้องเสนอแผนการติดตั้งระยะเวลา ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบเห็นชอบก่อนการดำเนินการติดตั้งและผู้รับจ้างต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงดำเนินการได้

ถ้าผู้รับจ้างดำเนินการก่อนได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิให้ทำการรื้อถอนเปลี่ยนใหม่ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้าง

เมื่อจำเป็นต้องมีการโยกย้าย อุปกรณ์ใดๆ ขณะดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องเร่งดำเนินการให้คืนสู่สภาพเดิมหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานหรือคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างโดยเร็วที่สุด

6. การทดสอบ

ภายหลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไม่น้อยกว่าดังนี้

6.1 เครื่องกวนสารเคมี

6.1.1 เครื่องกวนสารเคมีแบบใบพัด ต้องทดสอบระยะเวลาการกวนสารเคมีให้เป็นเนื้อเดียวกัน

(ระยะเวลาการกวน 20 นาที) ทดสอบโดยสุ่มวัดค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย ไม่

น้อยกว่า 9 จุด (มุมบนถึง 4 จุด มุมล่างถึง 4 จุดและกลางถึง 1 จุด) โดยใช้ที่มีวัดที่มี

ความละเอียดทศนิยม ไม่น้อยกว่า 4 ตำแหน่ง โดยค่าผลต่างความถ่วงจำเพาะ ต้องไม่

เกิน 5% และการกวนต้องไม่เกิดน้ำวน (Vortex)

6.1.2 ที่กวนเร็วแบบกวนในเส้นท่อ (Static Mixer) ต้องทำการระหว่างอัตราการไหล กับ

ค่าผลต่างของความดัน

6.2 เครื่องจ่ายสารเคมี

6.2.1 ทดสอบและทำการกราฟอัตราการจ่ายที่ช่วงชัก 0 – 100 % หรือที่ความเร็วรอบต่างๆ

ของมอเตอร์ไฟฟ้า (ที่ระยะชัก 80% และ 100%) และปรับค่าความถี่ไม่น้อยกว่า 5 ค่า

6.2.2 ทดสอบและตั้งค่าการทำงานของวาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valve) และวาล์ว สร้างความดันย้อนกลับ (Back Pressure)

6.3 เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีน

ต้องทดสอบและทำการกราฟอัตราการจ่ายแก๊สคลอรีนที่ค่าผลต่างความดันของ Ejector (ท่อน้ำ)

และ Vacuum Gauge ของแก๊สคลอรีน

7. การจัดทำคู่มือการทำงาน การบำรุงรักษา และการฝึกอบรม

7.1 เอกสารและคู่มือการทำงานและบำรุงรักษา

หลังทดสอบระบบแล้วให้ผู้รับจ้างจัดทำคู่มือการทำงานและบำรุงรักษา ประกอบด้วย

7.1.1 คู่มือการติดตั้ง ใช้งาน การบำรุงรักษาและรายละเอียดอะไหล่ ค่ามาตรฐาน ขณะที่ใช้งาน เช่น อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน กระแสไฟฟ้า เป็นต้น เป็นภาษาไทย

จำนวน 3 ชุด รวมทั้ง จัดเตรียมอะไหล่ (ถ้ามี) ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง



- 7.1.2 หลักการทำงาน การปรับตั้งของระบบจ่ายสารเคมี
- 7.1.3 จัดทำแผนและตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดทุก ๆ 3 เดือน (90 วัน)
- 7.1.4 จัดทำแผนและตรวจสอบซ่อมใหญ่ (Overhaul) ตามมาตรฐานผู้ผลิตทุก ๆ 1 ปี ของเครื่องจ่ายสารเคมีทั้งหมด และเครื่องจักรอุปกรณ์ประเภททั้งหมดที่ได้รับ ไว้ให้
- มีการทำแผนและตรวจสอบซ่อมใหญ่
- 7.1.5 แบบฟอร์มมาตรฐานการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ทุก ๆ 1 วัน ,
- 30 วัน, 180 วัน และ 1 ปี
- 7.1.6 แบบฟอร์มมาตรฐานการแจ้งซ่อมสำหรับแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบเมื่อเครื่องจักร อุปกรณ์ขัดข้อง
- 7.1.7 แบบฟอร์มมาตรฐานตอบรับสำหรับผู้รับจ้างตอบรับเมื่อได้รับแจ้งตามข้อ 7.1.6
- 7.1.8 แบบฟอร์มมาตรฐานผลการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์
- 7.1.9 การเสนอแนะส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข เปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมเพื่อให้ระบบ ทำงาน
- อย่างสมบูรณ์
- 7.2 หลังทดสอบระบบ**
- ผู้รับจ้างต้องจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้มีความเข้าใจ การใช้งาน การบำรุงรักษา ตาม รายละเอียด
- ในข้อ 7.1
- ให้ผู้รับจ้างส่งมอบเอกสารและคู่มือตามข้อ 7.1 และแผ่น CD จำนวนอย่างละ 5 ชุด ที่ รับรอง
- โดยคณะทำงานที่แต่งตั้งผู้รับจ้างจึงจะส่งมอบงานงวดสุดท้ายได้

8. การรับประกันและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์

- (1) ผู้รับจ้างต้องรับประกันเครื่องจักรและอุปกรณ์ในกรณีที่มีข้อบกพร่องเกิดขึ้น หรือไม่สามารถทำงานได้ หรือทำให้ทรัพย์สินเสียหาย เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับงาน งวดสุดท้าย
- (2) เมื่อแจ้งข้อบกพร่องให้ผู้รับจ้างทราบตามแบบฟอร์มมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ ใ

แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 15 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้งข้อบกพร่อง โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

- (3) ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่มาดำเนินการแก้ไข หรือดำเนินการแก้ไขแต่ไม่แล้วเสร็จ ภายในระยะเวลาที่กำหนด หรือไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากมีเหตุจำเป็น ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษร แต่พิจารณาแล้วไม่มีเหตุอันควร มีสิทธิ์จ้างให้ผู้อื่นดำเนินการแทน โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ผลงานที่ผู้อื่นดำเนินการให้ถือเป็นผลงานของผู้รับจ้าง ทั้งนี้ กรณีที่ให้ผู้อื่นดำเนินการแทนผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะอ้างเป็นเหตุในการยกเลิกการรับประกันมิได้
- (4) สงวนสิทธิ์ ที่จะขยายระยะเวลาประกันเครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบของผู้รับจ้างออกไป เท่ากับระยะเวลาที่ไม่สามารถใช้งานได้ นับตั้งแต่วันที่แจ้งข้อบกพร่อง จนถึงวันที่ได้แก้ไขหรือดำเนินการใดๆ แล้วเสร็จ
- (5) เมื่อผู้รับจ้างแก้ไขข้อบกพร่องแล้วเสร็จ ให้เสนอผลการตรวจสอบตามแบบฟอร์มการตรวจรับงานให้ผู้รับจ้างพิจารณาและรับรอง

9. แบบแสดงการติดตั้งจริง (Asbuilt Drawing)

ภายหลังการติดตั้งระบบจ่ายสารเคมี พร้อมทดสอบได้ตามข้อกำหนด แล้วให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแปลนรายละเอียด รุ่น ขนาด มิติ ตำแหน่ง แท่นเครื่อง ระยะ ระดับ ระบบไฟฟ้า การประสานท่อและอื่นๆ ที่ได้ติดตั้งจริงทั้งส่วนที่เป็นของเดิม (ถ้ามี) และส่วนที่เป็นของใหม่ทุกแห่งอย่างชัดเจนซึ่งลงนามในแบบแปลน โดยผู้รับจ้างและวิศวกรเครื่องกลระดับสามัญ หรือผู้วิศวกร โดยต้องส่งมอบกระดาษไขต้นฉบับ จำนวน 1 ชุด แบบแปลน File Auto Cad เป็นแผ่น CD จำนวน 5 ชุด และแบบแปลนพิมพ์เขียวขนาด A1 จำนวน 5 ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง และเมื่อได้รับการพิจารณาอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างจึงจะขอส่งงานงวดสุดท้ายได้

หมวดที่ 2

แนวทางปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง

1. การควบคุมงานของผู้รับจ้าง

1.1 การขอเข้าดำเนินการต่อผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือขอเข้าดำเนินการต่อผู้ว่าจ้างพร้อมทั้งแต่งตั้งบุคลากรประจำโครงการ ประกอบด้วย ผู้จัดการโครงการ วิศวกรโยธา ช่างควบคุมงานภาคสนาม และตำแหน่งอื่นๆ ตามที่กำหนดในสัญญา โดยเสนอรายละเอียด คุณสมบัติ ตำแหน่ง อำนาจหน้าที่ และประสบการณ์มาประกอบด้วย

1.2 การจัดหาให้มีวิศวกรโยธารับผิดชอบในงานควบคุมการก่อสร้างตามพระราชบัญญัติ

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดให้มีวิศวกรโยธารับผิดชอบในงานควบคุมการก่อสร้างตามพระราชบัญญัติวิชาชีพวิศวกรรม โดยจะต้องอยู่ปฏิบัติงานประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างและเป็นผู้ลงนามในหนังสือรับรองผู้ประกอบการวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ในส่วนของการควบคุมงานก่อสร้างต่อหน่วยงานท้องถิ่น

2. การปฏิบัติงานก่อสร้าง

2.1 การจัดทำแผนงานและแผนการเบิกจ่าย

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดทำ แผนงานและแผนการเบิกจ่าย เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาตามกำหนดเวลาที่ระบุไว้ในสัญญาจ้างหรือภายใน 30 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างโดยให้สอดคล้องกับการเบิกจ่ายงบประมาณ และจะต้องแสดงรายละเอียดงานจัดทำตามสัญญาจ้างให้ครบถ้วน เช่น การเข้าทำงานตามสัญญา การเตรียมงาน ปริมาณงาน โดยระบุวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุด ระยะเวลาทำงาน ทั้งนี้ให้รวมถึงลำดับ ขั้นตอนงาน การจัดหาวัสดุ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ก่อสร้างและรายละเอียดของกิจกรรมย่อยที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วนงานนั้นๆ

2.2 การอนุมัติก่อนดำเนินการก่อสร้างทุกครั้งผู้รับจ้างจะต้องเสนอขออนุมัติดำเนินการ (Request)

ผู้รับจ้างก่อนดำเนินการก่อสร้างทุกครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอขออนุมัติดำเนินการ (Request) ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 3 วัน จากผู้ควบคุมงานก่อน หากผู้รับจ้างดำเนินการใดก่อนได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ผู้ควบคุมงานมีอำนาจที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างดำเนินการแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเป็นของผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุข้ออ้างในการต่ออายุสัญญาจ้างไม่ได้

2.3 การรายงานผลงานประจำวัน (Daily Report)

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลงานประจำวัน (Daily Report) และรายงานความก้าวหน้าของงาน ทุกๆ 30 วัน (Monthly Report) โดยจะต้องแสดงเปรียบเทียบผลงานที่แล้วเสร็จจริงกับผลงานที่คาดว่าจะเสร็จในแต่ละเดือนตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด หากปรากฏว่าการทำงานล่าช้ากว่าแผนงานที่เสนอไว้ ผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงสาเหตุที่ล่าช้า ทั้งนี้ต้องนำเสนอแผนการเร่งรัดการทำงานให้แล้วเสร็จตามแผนที่กำหนดไว้เดิมเสนอให้ผู้ควบคุมงานรับทราบ

3. การขออนุมัติใช้ ตรวจสอบและทดสอบวัสดุก่อสร้าง

3.1 การขออนุมัติใช้วัสดุก่อสร้าง

ผู้รับจ้าง จะต้องขออนุมัติใช้วัสดุก่อสร้างทุกชนิดที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างและจะต้องเสนอก่อนนำมาใช้งานอย่างน้อย 30 วัน โดยจะต้องระบุรายละเอียดคุณสมบัติของวัสดุให้ชัดเจน รวมทั้งจะต้องส่งตัวอย่างและ/หรือ แคตตาล็อกเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างจัดส่งเอกสารและตัวอย่างวัสดุ/อุปกรณ์ ที่ต้องการใช้จากแบบรูปหรือรายการมาตรฐานเพื่อขออนุมัติเพียง 1 รุ่น/ชนิดของผลิตภัณฑ์ต่อครั้งเท่านั้น

3.2 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ

ผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุหรืองานตามข้อกำหนดตลอดจนงานทดสอบในสนามภายใต้การควบคุมงานของผู้ควบคุมงาน หรือจัดส่งไปทำการทดสอบกับหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานการทดสอบจากทางราชการที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4. การป้องกันและการรักษาความปลอดภัยสถานที่ก่อสร้าง

4.1 มาตรการป้องกัน ดูแลความปลอดภัยต่อบุคคลและทรัพย์สิน

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดให้มีมาตรการป้องกันดูแลความปลอดภัยต่อบุคคลและทรัพย์สินตลอดจนสิ่งแวดลอมที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง เช่น ก่อสร้างรั้วกันเขตก่อสร้าง ก่อสร้างสิ่งป้องกันชั่วคราวบริเวณที่อันตรายรวมถึงการแสดงเครื่องหมายหรือป้ายเตือนภัยที่ได้มาตรฐานและมีความชัดเจน เพื่อความปลอดภัยตามรูปแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้ในบริเวณก่อสร้างและพื้นที่ทำงานที่อาจเกิดอันตรายหรืออาจเกิดอุบัติเหตุทุกแห่งตลอดระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญา ค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.2 การจัดหาเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและพนักงานรักษาความปลอดภัยประจำสถานที่ก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในระดับ จป.วิชาชีพมาประจำสถานที่ก่อสร้างตามเงื่อนไขของสัญญาก่อสร้างเพื่อทำหน้าที่กำกับดูแล และจัดการความปลอดภัยในการก่อสร้างภายในพื้นที่ก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาพนักงานรักษาความปลอดภัยประจำสถานที่ก่อสร้างอย่างน้อย 1 คน หรือให้เพียงพอกับขนาดพื้นที่ก่อสร้างโดยมีหน้าที่กำกับดูแลความปลอดภัย ป้องกันและรักษาทรัพย์สินต่างๆ ในพื้นที่ก่อสร้างรวมถึงทรัพย์สินและบุคลากรของผู้ว่าจ้างที่ทำงานในพื้นที่ก่อสร้างด้วย ค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.3 งานระบบรักษาความปลอดภัย ด้วยกล้องวงจรปิด

สำหรับงานก่อสร้าง หรืองานปรับปรุงต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบกล้องวงจรปิด และเครื่องบันทึกข้อมูลที่สามารถดูย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 7 วัน ณ พื้นที่ก่อสร้างหรืองานปรับปรุงนั้นๆ โดยจะต้องติดตั้งกล้องไม่น้อยกว่า 4 จุดต่อสถานที่ก่อสร้างแล้วแต่ผู้ว่าจ้างเห็นเหมาะสม เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ก่อสร้างหรืองานปรับปรุงและระบบดังกล่าวจะต้องเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (ถ้ามี) ให้สามารถใช้งานได้ตลอดระยะเวลาสัญญาจ้าง ค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวดที่ 3

สิ่งอำนวยความสะดวกชั่วคราว

CONSTRUCTION FACILITIES AND TEMPORARY CONTROLS

1. สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

1.1 โรงงาน โรงเก็บวัสดุอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีโรงงาน โรงเก็บวัสดุอุปกรณ์เพื่อเก็บและป้องกันความเสียหายของวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง โดยมีขนาดตามความเหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการ ทั้งนี้ห้ามผู้รับจ้างนำวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ที่ไม่ได้ใช้งานก่อสร้างในโครงการนี้มาเก็บไว้ในโรงเก็บวัสดุ

1.2 สำนักงานชั่วคราว

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างสำนักงานชั่วคราวในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง สำหรับเป็นที่ทำงานของผู้รับจ้าง และผู้ควบคุมงาน ประกอบด้วยโทรศัพท์ ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง ห้องน้ำ-ส้วม และอุปกรณ์ประกอบสำนักงานที่จำเป็น เช่น โต๊ะวางแบบพร้อมที่แขวนแบบ เครื่องโทรสาร ตู้เอกสาร เป็นต้น

1.3 บ้านพักคนงาน

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างบ้านพักคนงาน ห้องน้ำ ห้องส้วม และสิ่งสาธารณูปโภคที่จำเป็นเพียงพอในบริเวณที่ผู้ควบคุมงานกำหนดไว้ โดยมีการดูแลให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะ มีการจัดขยะมูลฝอยเป็นประจำ ห้ามผู้รับจ้างหรือคนงานปลูกสร้างร้านค้า ร้านอาหารภายในเขตของเจ้าของโครงการเป็นอันขาด นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากเจ้าของโครงการ

1.4 ห้องประชุม

ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างห้องประชุมในสำนักงานชั่วคราว สำหรับประชุมในงานก่อสร้าง ประกอบด้วย โต๊ะ เก้าอี้ กระดานพร้อมอุปกรณ์เครื่องเขียน และสิ่งจำเป็นต่างๆ ตามความเหมาะสม

1.5 แบบรายละเอียดผังแสดงตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบผังแสดงการจัดวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว และสำนักงานชั่วคราวให้สถาปนิกพิจารณาอนุมัติก่อนสร้างอย่างน้อย 7 วัน และต้องเริ่มก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว และ

สำนักงานชั่วคราวทันทีเมื่อผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติเรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่ต้องมีถนนชั่วคราวให้พยายามจัดวางตำแหน่งให้ตรงกับถนนที่จะก่อสร้างจริงตามที่แสดงในแบบ และจะต้องจัดลำดับตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวให้สัมพันธ์กับวิธีการก่อสร้าง รวมทั้งจัดระบบการจราจรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานให้มีประสิทธิภาพ ไม่ก่อให้เกิดการติดขัด หรือกีดขวางต่อการปฏิบัติงานก่อสร้างและการจราจรส่วนรวม

1.6 การรักษาความสะอาดและสิ่งแวดล้อม

ให้ผู้รับจ้างยึดถือปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานตามประกาศของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ข้อปฏิบัติและกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจะต้องไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อผู้อยู่อาศัยข้างเคียง

1.7 การดูแลรักษา

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีคนงานประจำ เพื่อดูแลความสะอาดสำหรับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว และที่สำนักงานชั่วคราวทุกวัน และผู้รับจ้างมีหน้าที่ซ่อมแซมดูแล บำรุงรักษา ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ตลอดเวลาการก่อสร้าง

1.8 ค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการจัดให้มีสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว การขออนุญาต การดูแลรักษา ความสะอาดและสิ่งแวดล้อม การจัดหาและการใช้งานระบบสาธารณูปโภค สิ่งอำนวยความสะดวก ค่าบำรุง ดูแลรักษา และคนงานประจำ เพื่อดูแลความสะอาด ตลอดจนการเก็บกวาดหรือขนออกไปเมื่อเสร็จงานเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. รั้วชั่วคราวรอบบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีรั้วชั่วคราวรอบบริเวณก่อสร้าง ตามแนวเส้นเขตที่สถาปนิกกำหนดให้ (SITE BOUNDARIES) โดยจัดทำรั้วดังกล่าวด้วยไม้หรือโลหะบุด้วยแผ่นสังกะสีสีเขียว สูงไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร จากพื้นดิน ต้องมีลักษณะเรียบร้อย มั่นคงแข็งแรง มีประตูเปิด-ปิด ป้อมยาม และยามคอยควบคุมการเข้าออกตลอดระยะเวลาการก่อสร้างในจุดที่สถาปนิกพิจารณาอนุมัติ สำหรับส่วนที่ติดกับสถานที่สาธารณะ เช่น ถนน ทางเท้า ที่ดินข้างเคียง ฯลฯ จะต้องมีการป้องกันวัสดุ หรือเศษวัสดุที่อาจตกลงมาเป็นอันตรายต่อชีวิต หรือสร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณก่อสร้าง โดยถือเป็นหน้าที่ที่ผู้รับจ้างจะต้องถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด และผู้รับจ้างต้องรักษาซ่อมแซมให้ดียู่เสมอตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง ทั้งนี้ผู้รับจ้าง

ต้องเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายแต่ผู้เดียวในการจัดทำ ติดตั้ง การขออนุญาต รวมทั้งค่าใช้จ่าย ค่าธรรมเนียม ตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ค่ายาม ค่าบำรุงรักษา ค่ารถขนออกไปเมื่อเสร็จงานด้วย

3. ถนนและทางเดินชั่วคราว

3.1 ถนนชั่วคราว

ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างต้องจัดให้มีทางเข้าออกสถานที่ก่อสร้างชั่วคราว โดยใช้ยางแอสฟัลต์ หรือคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักบรรทุกของรถขนส่งปูนบริเวณทางเข้าออก และจะต้องไม่กระทำการใดๆ ที่จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบระบายน้ำหรือกีดขวางทางน้ำสาธารณะ และต้องดูแลรักษาทางเข้าออกดังกล่าว ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ตลอดเวลาก่อสร้าง เมื่อเสร็จงานแล้ว ให้จัดการปรับปรุงซ่อมแซมสิ่งต่างๆ ให้อยู่ในสภาพดีดังเดิม ในกรณีที่จำเป็นต้องตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น ตัดทางเท้า ต่อเชื่อมท่อระบายน้ำกับท่อระบายน้ำสาธารณะ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบดำเนินการให้ถูกต้อง โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.2 ทางเดินชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีทางเดินและบันไดชั่วคราวในบริเวณก่อสร้างตามความจำเป็น และตามขั้นตอนของงานก่อสร้าง เพื่อให้สามารถเข้าถึงบริเวณต่างๆ ของงานก่อสร้างได้ทุกแห่ง มีสภาพที่แข็งแรง ปลอดภัย และเมื่อหมดความจำเป็นแล้วให้ดำเนินการรื้อถอนออกไป พร้อมทั้งซ่อมแซมส่วนก่อสร้างที่เสียหายให้เรียบร้อย โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4. ไฟฟ้าที่ใช้ในงานก่อสร้าง

4.1 ระบบไฟฟ้าชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้าง ทั้งในระบบไฟฟ้ากำลัง และระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปในบริเวณก่อสร้าง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด ตั้งแต่การขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวจากการไฟฟ้าฯ รวมทั้งค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ทั้งหลาย ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ค่ารถขน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องจัดหา หรือคิดเผื่อไว้ การจัดให้มีระบบไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างดังกล่าวนี้ รวมไปถึงส่วนที่เป็นงานของผู้รับจ้าง ส่วนที่เป็นงานของผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่นด้วย โดยผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่นเป็นผู้จ่ายเฉพาะค่าไฟฟ้าและค่าอุปกรณ์ในส่วนที่ตนใช้งานเอง

4.2 ความปลอดภัยจากการใช้ไฟฟ้า

ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์และดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้าง ให้มีความปลอดภัยแก่ชีวิตและทรัพย์สิน รวมทั้งมีระบบการป้องกันการลัดวงจรและการตัดตอนไฟฟ้าได้เมื่อเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามที่มีกำหนดไว้ในระเบียบข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ และหรือมาตรฐานความปลอดภัยตามกฎหมายที่ใช้บังคับอยู่ด้วย

4.3 ขนาดของกระแสไฟฟ้า

ขนาดความต้องการกระแสไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างดังกล่าว ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องจัดให้มีเพียงพอกับการใช้ในส่วนองงานข้างต้น และในส่วนที่เป็นงานของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างรายอื่นที่ทำงานในงานก่อสร้างนี้ เพื่อให้งานก่อสร้างรุดหน้าไปด้วยดีสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง รวมถึงการทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งหมด ผู้ควบคุมงานอาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างจัดการแก้ไขเพิ่มเติมขนาดกระแสไฟฟ้าชั่วคราวจากการไฟฟ้าฯ ให้เหมาะสมได้ตามความจำเป็น โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

5. น้ำประปาที่ใช้ในงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีระบบน้ำประปาชั่วคราว เพื่อใช้ในงานก่อสร้างตั้งแต่เริ่มงานจนงานแล้วเสร็จ รวมถึงการทดสอบระบบสุขาภิบาลทั้งหมดโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด ตั้งแต่การขออนุญาตติดตั้งระบบน้ำประปาจากการประปาฯ รวมทั้งค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ทั้งหลาย ค่าน้ำประปา ค่าบำรุงรักษา ค่ารถถอน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องจัดหาหรือคิดเผื่อไว้ การจัดให้มีระบบน้ำประปาชั่วคราวดังกล่าวนี้ รวมไปถึงส่วนที่เป็นงานของผู้รับจ้างเอง และในส่วนที่เป็นงานของผู้รับจ้าง ส่วนที่เป็นงานของผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างรายอื่นด้วย โดยผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่นเป็นผู้จ่ายเฉพาะค่าน้ำและอุปกรณ์ในส่วนที่ตนใช้งานเอง

6. การรักษาความสะอาดในบริเวณก่อสร้าง

6.1 ระบบสุขาภิบาลชั่วคราว

ผู้รับจ้างต้องจัดทำบ่อเกรอะและท่อระบายน้ำทิ้งจากห้องน้ำชั่วคราว ร่องระบายน้ำ คันดินหรืออื่นๆ เพื่อป้องกันน้ำผิวดินจากการก่อสร้างและจากฝนตก โดยจะต้องไม่ให้มีน้ำขังหรือส่งกลิ่นเหม็นในบริเวณก่อสร้าง



6.2 ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลต่างๆ

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ สิ่งของเหลือใช้ และสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่ทำความสกปรกหรือกีดขวางการทำงานออกจากบริเวณก่อสร้างอย่างสม่ำเสมอทุกวันตลอดระยะเวลาก่อสร้าง และต้องเก็บกวาดทำความสะอาดให้เรียบร้อยทั่วบริเวณก่อสร้างเมื่อเสร็จงาน โดยผู้รับจ้างต้องยึดถือและปฏิบัติตามเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยและเป็นระเบียบเรียบร้อย ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

หมวดที่ 4

งานจัดหาวัสดุและอุปกรณ์

MATERIAL AND EQUIPMENT

1. เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ในงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องจักร เครื่องมือ เครื่องใช้ แรงงานฝีมือดี ช่างผู้ชำนาญงานโดยเฉพาะ และวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่จำเป็นต้องใช้ในงานก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งจะต้องจัดหานั่งร้านที่แข็งแรงมั่นคง ถูกต้องตาม เทคนิควิธี และ “ข้อกำหนดนั่งร้านสำหรับงานก่อสร้างอาคาร” ในมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งเครื่องหมายแสดงบริเวณที่อาจเกิดอันตรายทุกแห่ง และจะต้องทำการก่อสร้างสิ่งป้องกันชั่วคราวบริเวณอันตรายดังกล่าวด้วย การเคลื่อนย้าย รื้อถอน นั่งร้าน หรืออุปกรณ์เครื่องยกต่างๆ จะต้องได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกหรือวิศวกร ก่อนจึงจะดำเนินการได้

2. การเตรียมวัสดุ

2.1 วัสดุก่อสร้างที่ปรากฏอยู่ในแบบและรายการประกอบแบบ หรือที่มีได้อยู่ในแบบและรายการประกอบแบบก็ดี อันเป็นส่วนหนึ่ง หรือเป็นส่วนประกอบการก่อสร้างอาคารนี้ ให้เป็นไปตามหลักวิชาช่างที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาเพื่อใช้ในการก่อสร้างนี้ทั้งสิ้น

2.2 วัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดซื้อโดยได้รับอนุมัติจากสถาปนิก หรือวิศวกร หรือผู้ว่าจ้าง และจัดเตรียมนำมาใช้ให้ทันกับการก่อสร้างเพื่อไม่ให้งานก่อสร้างล่าช้า

2.3 ในกรณีวัสดุก่อสร้าง หรืออุปกรณ์การก่อสร้างบางอย่างซึ่งระบุให้ใช้วัสดุต่างประเทศ ผู้รับจ้างจะต้องส่งของนั้นๆ ล่วงหน้าเพื่อให้ทันการใช้งาน ภายในระยะเวลาดำเนินการที่กำหนด โดยปราศจากเงื่อนไขใดๆทั้งสิ้น

2.4 ห้ามผู้รับจ้างนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้ในการก่อสร้างนี้ หรือไม่ได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกหรือวิศวกร หรือผู้ว่าจ้างเข้ามาในสถานที่ก่อสร้าง

3. คุณภาพของวัสดุ

วัสดุก่อสร้างทุกชนิดที่ใช้ในการก่อสร้างนี้จะต้องเป็นของที่ไม่เคยนำไปใช้งาน หรือเหลือจากการใช้งานมาก่อน และต้องเป็นของใหม่จากผู้ผลิตซึ่งจะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีรอยชำรุด เสียหาย แตกร้าวใดๆ และจะต้องถูกต้องตรงตามทีระบุในแบบและรายการประกอบแบบ หรือตามที่ได้รับอนุมัติ

4. การตรวจสอบและทดสอบคุณภาพวัสดุ

4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการตรวจสอบ และ/หรือทดสอบคุณภาพวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานก่อสร้าง ก่อนที่จะออกจากโรงงานผู้ผลิตให้เป็นที่เรียบร้อยเสียก่อน และผู้รับจ้างต้องแสดงใบรับรองผลการทดลองดังกล่าวให้สถาปนิกตรวจดูเมื่อต้องการ เพื่อแสดงว่าวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ ได้รับการตรวจสอบทดสอบตามมาตรฐานที่ถูกต้อง และมีคุณสมบัติครบถ้วนตามสัญญา

4.2 ในกรณีที่มิได้กำหนดให้ทดสอบวัสดุใดๆ ไว้ ให้ผู้รับจ้างนำวัสดุหรืออุปกรณ์ไปทดสอบตามสถาบันมาตรฐานที่ได้กล่าวไว้ ในการนี้ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานหรือสถาปนิกทราบล่วงหน้า เพื่อจะได้เข้าร่วมในการทดสอบด้วยแล้วแต่กรณี ในกรณีที่เจ้าของโครงการได้มีหนังสืออนุญาตให้ตัวแทนของบริษัท หรือผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์รายใดเข้าไปในบริเวณก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ในบริเวณก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องยินยอมและให้ความสะดวกกับตัวแทนดังกล่าว

5. การเสนอตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์

5.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่าง หรือที่สถาปนิกระบุให้สถาปนิกหรือวิศวกร และผู้ว่าจ้าง พิจารณาเห็นชอบอนุมัติ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนงานแสดงระยะเวลาจัดส่งตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์เพื่อการพิจารณาเห็นชอบอนุมัติ และการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ จะต้องมียะเวลาล่วงหน้าเพียงพอต่อการพิจารณา ก่อนการสั่งซื้อและติดตั้งตามลำดับขั้นตอนการใช้งาน เพื่อไม่ให้งานต้องล่าช้าไป

5.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดจะต้องได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกหรือวิศวกร และผู้ว่าจ้างก่อนการติดตั้ง หากผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งโดยพลการ มิได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาเปลี่ยนให้ใหม่ทันทีตามที่สถาปนิกหรือวิศวกรเห็นชอบ และจะถือเป็นข้ออ้างขอขยายระยะเวลาก่อสร้าง หรือคิดราคา

เพิ่มมิได้ วัสดุที่ได้รับการอนุมัติแล้ว ยังไม่พ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ในกรณีการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง หรือบริวารได้ทำการติดตั้งโดยไม่เป็นไปตามหลักวิชาช่างที่ดี

6. การเทียบเท่าของวัสดุอุปกรณ์และการขอใช้วัสดุอื่นทดแทน

6.1 สถาปนิก และวิศวกร จะรับพิจารณาการเทียบเท่าของวัสดุอุปกรณ์และการขอใช้วัสดุอุปกรณ์อื่นทดแทนภายใน 90 วัน หลังจากวันทำสัญญาก่อสร้างแล้วเท่านั้น

6.2 สถาปนิก วิศวกรสามารถยืนยันให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ได้ การพิจารณาอนุมัติเป็นหนังสือเท่านั้น

6.3 กรณีที่มีการระบุวัสดุอุปกรณ์ 3 ยี่ห้อ หรือมากกว่าในรายการประกอบแบบ สถาปนิก วิศวกร ยืนยันให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุไว้ การพิจารณาเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์จะกระทำต่อเมื่อไม่สามารถจัดหาผลิตภัณฑ์ตามที่ระบุไว้ ทั้งนี้จะต้องไม่เกิดจากความผิดพลาด หรือการทำงานบกพร่องของผู้รับจ้าง

6.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ หลักฐานผลการทดสอบ เอกสารการรับประกันที่สามารถยืนยันคุณภาพ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์เพื่อประกอบการพิจารณา นอกเหนือจากการใช้งานแล้ว สถาปนิก วิศวกร จะพิจารณาเรื่องความสวยงาม ความแข็งแรง ความปลอดภัย และการออกแบบเป็นเรื่องสำคัญ โดยให้ถือคำวินิจฉัยของสถาปนิก วิศวกร เป็นข้อยุติ สถาปนิก วิศวกร และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะพิจารณาการเทียบเท่าวัสดุอุปกรณ์ที่เห็นว่ามีคุณภาพดีกว่า และราคาสูงกว่าที่ได้ระบุไว้

6.5 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการประสานงานที่เกี่ยวข้อง หรืองานเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการเทียบเท่า โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าว

6.6 ผู้รับจ้างไม่สามารถเรียกร้องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น หรือเวลาที่สูญหายไป ในกรณีที่ทำงานล่าช้าจากการเทียบเท่า

6.7 ผู้รับจ้างจะต้องเผื่อระยะเวลาในการพิจารณาการเทียบเท่าที่ต้องออกแบบใหม่รวมถึงกรณีที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตส่วนราชการที่เกี่ยวข้องด้วย และผู้รับจ้างจะขอขยายระยะเวลาก่อสร้างเพิ่มเติมจากสัญญาไม่ได้

หมวดที่ 5

การควบคุมคุณภาพ

QUALITY CONTROL

1. แบบและรายการประกอบแบบ

1.1 แบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อสร้าง ถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องเก็บรักษาไว้ในสถานที่ก่อสร้างอย่างละ 1 ชุด เป็นอย่างน้อย โดยให้อยู่ในสภาพที่ดี และเป็นแบบแก้ไขครั้งสุดท้ายเท่านั้น

1.2 ระเบียบ และมาตรฐานต่างๆ ให้ถือเอาตัวเลขที่ระบุในแบบเป็นหลัก (ยกเว้นตัวเลขที่เขียนผิดพลาด) ห้ามวัดจากแบบโดยตรง ถ้ามีข้อสงสัยให้สอบถามผู้ควบคุมงาน หรือสถาปนิก วิศวกรผู้ออกแบบ ก่อนลงมือดำเนินการก่อสร้างทุกครั้ง

1.3 หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดที่แบบและรายการประกอบแบบขัดแย้งกันหรือไม่ชัดเจน ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งแก่สถาปนิก วิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อให้จัดการแก้ไขข้อขัดข้องนั้นในทันทีที่พบ โดยให้ถือคำวินิจฉัยของสถาปนิก วิศวกรเป็นข้อยุติ

1.4 หากพบส่วนใดที่ได้ระบุไว้ในแบบ แต่ไม่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ หรือที่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบ แต่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบ ให้ถือเสมือนว่าได้ระบุไว้ทั้งสองที่ หรือถ้ามีได้ระบุไว้ทั้งสองที่ แต่เพื่อความเรียบร้อยสมบูรณ์ของงานก่อสร้าง หรือเพื่อให้ถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี ส่วนดีของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากสัญญาที่ตกลงไว้

2. ระเบียบต่างๆ

2.1 ระเบียบที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง

ระเบียบสำหรับการก่อสร้างให้ถือตัวเลขที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างเป็นสำคัญ การใช้ระเบียบที่วัดจากแผ่นแบบโดยตรง อาจเกิดความผิดพลาดได้ หากมีข้อสงสัยในเรื่องระเบียบให้สอบถามผู้ควบคุมงาน เพื่อพิจารณาตัดสินก่อนที่จะดำเนินการในส่วนนั้นๆ

2.2 การแจ้งระยะในการทำงานร่วมกัน

ในงานก่อสร้างที่ต้องมีงานของผู้รับจ้างช่วงของผู้รับจ้าง หรือผู้รับจ้างอื่นที่ผู้ว่าจ้างจัดหา ก่อนจะเริ่มงานดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการตรวจสอบระยะต่างๆ ในบริเวณที่ก่อสร้างร่วมกันจนเป็นที่ทราบและเข้าใจดีเสียก่อน ในกรณีนี้ให้ถือว่าผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการให้ขนาดระยะต่างๆ ที่เป็นจริงแก่ผู้รับจ้างช่วงดังกล่าว ไม่ว่าจะมิตัวเลขแสดงระยะนั้นๆ ในแบบก่อสร้างหรือไม่ก็ตาม

3. การจัดทำแบบขยาย

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบงานก่อสร้างกับแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบต่างๆ ในทุกขั้นตอน หากไม่เป็นที่แน่ชัด หรือมีความจำเป็น หรือตามรายการที่ระบุให้จัดทำ SHOP DRAWING ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยาย หรือแบบรายละเอียด หรือ SHOP DRAWING ในส่วนที่จะดำเนินการเสนอต่อผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณาอนุมัติ

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนงานแสดงระยะเวลาจัดส่งแบบเพื่อการพิจารณาเห็นชอบอนุมัติ และการจัดส่งแบบจะต้องมีระยะเวลาล่วงหน้าเพียงพอต่อการพิจารณา ก่อนการดำเนินงานในส่วนนั้นๆตามลำดับขั้นตอน การที่ผู้รับจ้างจัดทำแบบ SHOP DRAWING ล่าช้า หรือมีระยะเวลาตรวจสอบไม่เพียงพอ จะถือเอาเป็นสาเหตุในการขอขยายระยะเวลาหรืออ้างว่าเป็นปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างไม่ได้

3.3 การอนุมัติ SHOP DRAWING โดยผู้ควบคุมงาน มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างได้รับการยกเว้นความรับผิดชอบในการก่อสร้างส่วนนั้นๆ ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบในการแก้ไขให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ในกรณีที่มียุติปัญหา โดยรับผิดชอบทั้งในด้านค่าใช้จ่ายและระยะเวลาที่สูญเสียไป

4. แผนการปฏิบัติงานและวิธีการทำงาน

4.1 แผนการปฏิบัติงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการปฏิบัติงานในรูป BAR CHART และตารางดำเนินงาน (WORK SCHEDULE) แสดงระยะเวลาและลำดับการดำเนินงานในแต่ละประเภทของงาน ขณะเดียวกันต้องแสดงการปฏิบัติงานร่วมและประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ แผนการปฏิบัติงานต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

4.1.1 แผนกำหนดวันเริ่มทำงานและวันสิ้นสุดงานของแต่ละส่วนของงานก่อสร้างโดยละเอียด (BAR CHART)

4.1.2 แผนกำหนดวันสั่งซื้อ และวันส่งเข้าสถานที่ก่อสร้างของวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่ต้องใช้ในการก่อสร้างโดยละเอียด

4.1.3 แผนกำหนดจำนวนของพนักงาน ช่างแต่ละประเภท คนงานของผู้รับจ้างแต่ละเดือน

4.1.4 แผนกำหนดวันส่งวัสดุอุปกรณ์เข้าสถานที่ก่อสร้างของผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่นที่ผู้ว่าจ้างจัดหา

4.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนการปฏิบัติงาน

ในการจัดทำแผนการปฏิบัติงาน ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่างๆ จากผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อวางแผนงานให้รัดกุมที่สุด และในกรณีที่จำเป็นผู้ควบคุมงาน หรือสถาปนิก วิศวกร อาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแผนการปฏิบัติงานให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

4.3 การยื่นเสนอ

การจัดทำแผนการปฏิบัติงานจะต้องทำเสนอต่อผู้ควบคุมงานภายใน 20 วัน นับแต่วันที่เซ็นสัญญาจ้างเหมางานก่อสร้าง พร้อมทั้งให้คำชี้แจงรายละเอียดแก่ผู้ควบคุม เพื่อขอรับความเห็นชอบ ทั้งนี้ตัวแทนของผู้รับจ้างจะต้องเซ็นชื่อรับรองแผนการปฏิบัติงานนี้ และการที่สถาปนิกได้ให้ความเห็นชอบในแผนการปฏิบัติงาน หรือการให้รายละเอียดเพิ่มเติม ไม่ถือว่าผู้รับจ้างได้พ้นจากความรับผิดชอบแต่อย่างใด

4.4 การบันทึกการทำงานจริงเทียบกับแผนการปฏิบัติงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำแผนการปฏิบัติงานแสดงให้ทุกฝ่ายเห็นชัดเจนในหน่วยงานก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะต้องบันทึกการทำงานที่เป็นจริงเปรียบเทียบกับแผนการปฏิบัติงานที่วางไว้ เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบขั้นตอนและการประเมินผลการดำเนินงานได้ถูกต้อง ตั้งแต่เริ่มต้นงานจนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์

4.5 ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

ถ้างานบางส่วนที่ผู้รับจ้างปฏิบัติอยู่ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมงานให้สัมพันธ์กัน ติดตามผลการทำงานก่อสร้างของผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่นๆ นั้นอย่างสม่ำเสมอ และในกรณีที่พบว่าการทำงานไม่เป็นไปตามแผนการปฏิบัติงานดังกล่าว ก็ให้รายงานให้ผู้ควบคุมงานและผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือโดยไม่ชักช้า

4.6 ความเสียหาย

ถ้ามีข้อบกพร่องหรือเสียหายอันใดเกิดขึ้นจากความล่าช้า เนื่องมาจากการไม่สนใจติดตามงาน

หรือมิได้เตรียมงานไว้อย่างถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบแก้ไขสิ่งบกพร่องนั้น โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น และจะขอขยายระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญาเพิ่มไม่ได้ เว้นเสียแต่ว่างานที่บกพร่องเสียหายนั้นเกิดจากหรือเป็นงานในหน้าที่โดยตรงของผู้รับจ้างอื่นของผู้ว่าจ้าง ความรับผิดชอบเหล่านั้นจึงจะตกเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างอื่นนั้น

4.7 การเปลี่ยนแปลง

หากผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็นจะต้องจัดปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน เพื่อให้เหมาะสมกับเวลา และเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานตามความเป็นจริง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการปฏิบัติงานใหม่ ส่งให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาแทนแผนการปฏิบัติงานของเก่าทันที

5. การประสานงานกันระหว่างผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างช่วง ผู้รับจ้างอื่นที่ผู้ว่าจ้างจัดหา

5.1 การให้ความสะดวกแก่ผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างรายอื่นในการทำงาน

ผู้รับจ้างต้องคิดเผื่อไว้แล้วในการอำนวยความสะดวกต่างๆ แก่การทำงานของผู้รับจ้างช่วง รวมทั้งผู้รับจ้างรายอื่นที่ผู้ว่าจ้างจัดหา เพื่อให้งานก่อสร้างนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์ใช้งานได้ดี ผู้รับจ้างต้องอนุญาตให้ใช้สิ่งต่างๆ ในการทำงาน เช่น นั่งร้านที่ผู้รับจ้างมีอยู่ บันได รอกส่งของ ลิฟท์ขนส่ง ฯลฯ และต้องประสานงานไม่ให้เกิดการติดขัดในการใช้งานดังกล่าว และคิดค่าใช้จ่ายตามความเหมาะสมและยุติธรรม

5.2 การให้ข้อมูลสำหรับงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องรับรู้ข้อมูลความต้องการต่างๆ ในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับงานของผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างรายอื่น เพื่อให้ทราบความต้องการต่างๆ ที่เกี่ยวกับตำแหน่ง และขนาดช่องเปิดในงานคอนกรีตที่ต้องเว้นเผื่อไว้ล่วงหน้า เสาหรือแท่นคอนกรีต ระดับพื้นและความลาดเอียง ฯลฯ ผู้รับจ้างต้องให้ขนาดระยะต่างๆ ที่เป็นจริงแก่ผู้รับจ้างช่วงที่กำหนด ผู้จัดการที่กำหนด และผู้รับจ้างรายอื่นที่เจ้าของโครงการได้จ้างโดยตรง เพื่อให้สามารถทำงานให้เสร็จสมบูรณ์ สอดคล้องกันไปได้ดี การแก้ไขเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่เกิดจากความบกพร่องของผู้รับจ้างที่ไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้องดังกล่าวข้างต้น ให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบแต่ผู้เดียว

5.3 การติดต่อประสานงานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องทำให้แน่ใจว่า งานก่อสร้างของผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างรายอื่นไม่เป็นเหตุขัดขวางงานก่อสร้างให้ล่าช้า ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบและจัดให้มีการประสานงานติดต่อระหว่างผู้รับจ้างกับผู้รับจ้างช่วงและผู้รับจ้างอื่น โดยจัดให้มีแผนงานแสดงขั้นตอนต่างๆ ที่วางไว้ เพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปด้วยดีซึ่งกัน

และกัน ผู้รับจ้างต้องวางแผนการก่อสร้างทุกระบบอย่างละเอียดถี่ถ้วนและสอดคล้องกันเป็นอย่างดี เพื่อให้งานก่อสร้างเสร็จทันกำหนดเวลาตามสัญญา

6. การเตรียมผิวเพื่อตกแต่งภายหลัง

ในพื้นที่บางส่วนของอาคาร ในกรณีที่มีการกำหนดไว้ในแบบก่อสร้างให้เตรียมผิวไว้สำหรับตกแต่งภายหลัง ผู้รับจ้างจะต้องลดระดับและทำการเตรียมผิวไว้ให้ถูกต้องกับวัสดุที่จะนำมาตกแต่งผิว การเตรียมผิวจะต้องทำด้วยความประณีตและต้องใช้เวลาที่มีฝีมือดี ในกรณีที่สถาปนิกลงความเห็นว่าการเตรียมผิวที่ผู้รับจ้างทำไว้ไม่ดีพอหรือไม่ถูกต้องกับวัสดุที่จะนำมาตกแต่งผิว และสั่งให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไข ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ใหม่จนถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง รวมทั้งจะถือเป็นข้ออ้างในการขอขยายระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญาไม่ได้ และผู้รับจ้างจะต้องให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้รับจ้างงานตกแต่งทั้งตำแหน่งและระดับ วัสดุตกแต่งใดที่ไม่ได้กำหนดสีวัสดุ ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อผู้ออกแบบผ่านผู้ควบคุมงานเพื่อขอทราบรายละเอียดของสีและชนิดของผิววัสดุดังกล่าว โดยถือว่าเป็นหน้าที่ที่ ผู้รับจ้างจะต้องประมาณเวลาให้ถูกต้องกับการใช้งานของวัสดุแต่ละประเภท หากเกิดความล่าช้า ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอขยายระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญาไม่ได้

7. การเปลี่ยนแปลงงานก่อสร้าง

7.1 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งเปลี่ยนแปลง เพิ่มหรือลดงานส่วนหนึ่งส่วนใดนอกเหนือไปจากแบบก่อสร้าง หรือรายการประกอบแบบตามสัญญาได้ โดยตกลงเป็นหนังสือในเรื่องค่าใช้จ่ายและระยะเวลาก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากข้อตกลงในสัญญา โดยให้ยึดถือหลักการคิดราคาดังต่อไปนี้

7.1.1 คิดราคาเป็นหน่วย ตามใบเสนอราคาของผู้รับจ้างในเอกสารแนบสัญญา

7.1.2 ถ้ารายการที่เปลี่ยนแปลงไม่มีแสดงในใบเสนอราคาแนบสัญญา ผู้ว่าจ้างจะทำการตกลงราคากับผู้รับจ้าง โดยยึดถือการประเมินราคาที่ยุติธรรมของวัสดุหรือแรงงานนั้น ตามราคาในท้องตลาดขณะนั้น

7.2 ผู้รับจ้างเห็นว่าแบบหรือคำสั่งใดๆของผู้ว่าจ้างที่นอกเหนือไปจากแบบ และรายการประกอบแบบตามสัญญาซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือ เพื่ออนุมัติ และผู้ว่าจ้างได้ทำการตกลงในเรื่องราคางานเพิ่ม-ลดเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มดำเนินงานได้ ยกเว้นในกรณีที่การปฏิบัติงานนั้นๆ อยู่ในขอบเขตแห่งความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ตามแบบและรายการประกอบแบบตาม

หรืออยู่ในขั้นตอนของแผนการปฏิบัติงานที่วิกฤต ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จตามแผน โดยจะเรียกร้องค่าจ้างได้เฉพาะงานเพิ่ม-ลด แต่จะขอขยายระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญาไม่ได้

8. หัวหน้าทีมงานของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตัวแทนของผู้ว่าจ้างที่มีความสามารถและประสบการณ์ เป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาอย่างน้อย 1 คน เป็นตัวแทนของผู้รับจ้างในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่อยู่ และเป็นผู้ที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว คำแนะนำ หรือคำสั่งใดที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงาน ได้สั่งแก่ตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ให้ถือเสมือนว่าได้สั่งแก่ผู้รับจ้างโดยตรง ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะเปลี่ยนตัวแทนของ ผู้รับจ้างได้ หากเห็นว่าไม่เหมาะสม

9. การตรวจงานระหว่างก่อสร้าง

ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ผู้แทนสถาปนิก วิศวกร และผู้ควบคุมงาน มีสิทธิ์เข้าไปตรวจงานก่อสร้างได้ตลอดเวลา โดยผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวก เช่น บันไดชั่วคราว ทางเดินชั่วคราว ไฟฟ้าส่องสว่าง และอื่นๆ ให้เรียบร้อยสำหรับการตรวจงานก่อสร้าง

10. การสั่งหยุดงาน

การก่อสร้างที่ผิดจากรูปแบบหรือไม่ได้คุณภาพงานที่ดี ผู้ว่าจ้าง สถาปนิก วิศวกร และผู้ควบคุมงาน มีสิทธิ์สั่งหยุดงานชั่วคราวได้ จนกว่าผู้รับจ้างจะดำเนินการให้เรียบร้อย โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าเสียหายหรือขอขยายระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญาไม่ได้

หมวดที่ 6

ความปลอดภัย

SECURITY

1. การป้องกันการบุกรุกที่ข้างเคียง

ผู้รับจ้างต้องจำกัดขอบเขตการก่อสร้าง มิให้เกิดการบุกรุกเข้าไปในที่ข้างเคียงของผู้อื่น และต้องจัดให้มีการป้องกันดูแลมิให้คนงานของตนบุกรุกที่ของผู้อื่น รวมทั้งต้องจัดให้มีการป้องกันความเสียหาย อันอาจเกิดขึ้นกับสิ่งสาธารณูปโภคต่างๆ หรือทรัพย์สินและบุคคลในที่ข้างเคียง และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ค่าชดเชย รวมทั้งการแก้ไขให้คืนดีในเมื่อเกิดการเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ ที่เกิดจากการกระทำของคนงานของตนในกรณีข้างต้น

2. การป้องกันบุคคลภายนอก

ผู้รับจ้างต้องไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างของโครงการได้ออกคำสั่งห้าม เข้าไปในบริเวณก่อสร้างตลอดระยะเวลาก่อสร้าง ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ให้ผู้รับจ้างออกคำสั่งให้ตัวแทนผู้รับจ้าง และยามเฝ้าบริเวณปฏิบัติตามข้อนี้อย่างเคร่งครัด และเมื่อถึงเวลาเลิกงานก่อสร้างในแต่ละวันให้ตัวแทนผู้รับจ้างดูแลจัดการให้ทุกคนออกไปจากสถานที่ก่อสร้าง ยกเว้นยามเฝ้าบริเวณ หรือการทำงานล่วงเวลาในเวลากลางคืนที่ได้รับการอนุมัติแล้วเท่านั้น

3. การป้องกันสิ่งสาธารณูปโภค

ผู้รับจ้างต้องดูแลรักษาสถานที่สาธารณะ และสิ่งสาธารณูปโภคทั้งหลายให้อยู่ในสภาพดี ใช้งานได้ตลอดเวลา และต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่อสถานที่สาธารณะทั้งหลาย หรือสิ่งสาธารณูปโภคทั้งหลายอันเกิดจากการก่อสร้าง โดยต้องชดเชย แก้ไข ซ่อมแซม ให้คืนดีดังเดิมโดยไม่ชักช้า และผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น ผู้รับจ้างจะต้องไม่ทำให้เกิดการกีดขวางทางสัญจรไปมาของบุคคลทั่วไปตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

4. การป้องกันสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่เดิม

4.1 สิ่งปลูกสร้างข้างเคียง

ผู้รับจ้างต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายใดๆ แก่สิ่งปลูกสร้างข้างเคียงในระหว่างทำการก่อสร้าง หากเกิดความเสียหายขึ้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขให้คืนสภาพที่ดีเดิมโดยไม่ชักช้า ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าการป้องกันที่ผู้รับจ้างทำไว้ไม่เพียงพอ หรือไม่ปลอดภัย อาจออกข้อกำหนดหรือคำสั่งให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติม การป้องกันสิ่งปลูกสร้างนั้นๆ ได้ตามที่เหมาะสม โดยถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องปฏิบัติตามคำสั่งและออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด

4.2 สิ่งก่อสร้างใต้ดิน

ผู้รับจ้างต้องสำรวจจนเข้าใจดีแล้วว่า อาจจะมีสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใต้ดินในบริเวณก่อสร้าง หรือบริเวณใกล้เคียง เช่น ท่อน้ำประปา ท่อระบายน้ำ สายโทรศัพท์ ฐานราก ฯลฯ ซึ่งผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดระยะเวลาก่อสร้าง หากเกิดความเสียหายขึ้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิมโดยเร็ว ในกรณีที่คิดขบวนการก่อสร้างจำเป็นต้องขออนุญาตเคลื่อนย้ายจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบดำเนินการเองทั้งหมด โดยเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. การดูแล ป้องกัน และบำรุงรักษางานก่อสร้าง

5.1 การดูแลรักษางานก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบแต่ผู้เดียวในการระมัดระวังดูแลรักษางานก่อสร้างทั้งหมด รวมทั้งวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่นำมาไว้ในบริเวณก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มงานจนกระทั่งผู้ว่าจ้างรับมอบงานตามที่คุณควบคุมงานออกไปรับรองการสำเร็จเรียบร้อยของงานแล้ว ในกรณีจำเป็นผู้รับจ้างต้องจัดทำเครื่องป้องกันความเสียหายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับวัสดุอุปกรณ์และงานก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการสร้างเป็นที่คลุม ที่กำบัง รวมทั้งการตั้งเครื่องสูบน้ำป้องกันน้ำท่วม การป้องกันการขีดข่วน และอื่นๆ ที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสม

5.2 การป้องกันเพลิงไหม้

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีเครื่องดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ ประจำที่อาคารที่ก่อสร้างทุกชั้น รวมทั้งในโรงเก็บวัสดุ เครื่องมือ และในที่ต่างๆ ที่จำเป็น มีการป้องกันและจัดการอย่างเคร่งครัดต่อแหล่งเก็บเชื้อเพลิง โดยจัดให้มีค่าเตือนที่เห็นเด่นชัดในการนำไฟ หรือวัสดุอื่นที่ทำให้เกิดไฟได้ เข้าใกล้บริเวณดังกล่าว

5.3 ความรับผิดชอบ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการจัดทำารดูแล ป้องกัน และบำรุงรักษาดังกล่าวข้างต้นทั้งหมดแต่เพียงผู้เดียว และต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายอันเกิดแก่วัตถุอุปกรณ์และงานก่อสร้างทั้งหมดจนกว่าผู้ว่าจ้างรับมอบงานก่อสร้างงวดสุดท้ายหรืองานก่อสร้างทั้งหมด

6. การหลีกเลี่ยงเหตุเดือดร้อนรำคาญ

ในกรณีที่สถาปนิกเห็นว่า งานก่อสร้างใดน่าจะเป็นเหตุเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้าง ผู้ควบคุมงานอาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างทำงานก่อสร้างนั้น ตามวิธีและในเวลาที่เหมาะสม เพื่อที่จะลดเหตุเดือดร้อนรำคาญดังกล่าวให้น้อยที่สุด และให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คิดเผื่อไว้แล้ว ในการทำงานดังกล่าวทั้งในเรื่องระยะเวลาก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายทั้งหมด

7. ความปลอดภัยในการทำงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้และเครื่องอำนวยความสะดวกทั้งหลายในการทำงาน รวมทั้งจัดให้มีสภาพการทำงานที่ดี ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตของคนงาน ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่างๆ เช่น จัดสร้างรั้วกันตกจากที่สูง ทั้งหมดนี้ให้ผู้ควบคุมงานมีอำนาจออกคำสั่งให้ผู้รับจ้างจัดทำและปรับปรุงแก้ไขได้ตามที่เห็นสมควร และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบจัดการเรื่องนี้ให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องประการตลอดระยะเวลาก่อสร้าง

8. การปฐมพยาบาลและอุปกรณ์ช่วยชีวิต

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีอุปกรณ์เครื่องเวชภัณฑ์ ในการปฐมพยาบาลและอุปกรณ์ช่วยชีวิตตามสมควร หรือตามที่กำหนดไว้ในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีตู้ยาสามัญประจำบ้านไว้ตลอดระยะเวลาก่อสร้าง และต้องดูแลจัดให้มีเพิ่มเติมพอใช้อยู่เสมอ

9. รายงานอุบัติเหตุ

เมื่อมีอุบัติเหตุใดๆ เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้างไม่ว่าเหตุนั้นๆ จะมีผลกระทบกระเทือนความก้าวหน้าของงานก่อสร้างหรือไม่ก็ตาม ให้ตัวแทนผู้ว่าจ้างรับรายงานเหตุที่เกิดขึ้นๆ ให้ผู้ควบคุมงาน



ทราบในทันใด แล้วทำรายงานเป็นหนังสือระบุรายละเอียดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด และให้ระบุว่า ได้จัดการแก้ไขเหตุการณ์นั้นๆ อย่างไรบ้าง รวมทั้งการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีก

หมวดที่ 7

การส่งมอบ

CONTRACT CLOSEOUT

1. การส่งมอบงาน

1.1 การตรวจรับงานงวดสุดท้ายจะประกอบด้วย ฝ่ายผู้ว่าจ้าง สถาปนิก และฝ่ายผู้รับจ้าง ผู้ควบคุมงาน สถาปนิก วิศวกร และฝ่ายผู้รับจ้าง โดยจะทำการตรวจสอบและทดสอบส่วนประกอบอาคาร ระบบต่างๆ อย่างละเอียด หากมีข้อบกพร่องต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยโดยเร็ว

1.2 การซ่อมแซมบริเวณโดยรอบสถานที่ก่อสร้างที่เกิดความเสียหาย อันเนื่องมาจากการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมให้เสร็จเรียบร้อย ก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย

1.3 การทำความสะอาดอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดอาคารให้เรียบร้อย และผู้ว่าจ้างสามารถใช้งานได้ทันทีหลังจากการส่งมอบงานก่อสร้างแล้ว ส่วนการตกแต่งบริเวณ ผู้รับจ้างจะต้องกลับเกลี่ยพื้นดินให้เรียบร้อย เศษวัสดุก่อสร้างต่างๆ เศษไม้ ปูนทราย โรงงาน และส้วมชั่วคราวจะต้องเก็บขนย้ายไปให้พ้นบริเวณภายใน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่ผู้ว่าจ้าง รับมอบงานเรียบร้อยแล้ว

1.4 อนุญาตต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำป้ายถาวรแจ้งรายละเอียดไว้กับลูกกุญแจ ให้ตรงกับแม่กุญแจทุกชุด และจะต้องส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างทันที เมื่อผู้ว่าจ้างรับมอบงานแล้ว ห้ามผู้รับจ้างจำลองกุญแจเหล่านี้โดยเด็ดขาด

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ AS-BUILT DRAWING ต้นฉบับ 1 ชุดและสำเนา 2 ชุด ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวัน ตรวจรับงานงวดสุดท้าย โดยประกอบด้วยแบบสถาปัตยกรรม โครงสร้าง ระบบไฟฟ้า สุขาภิบาล ปรับอากาศและอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซมในอนาคต หากผู้รับจ้างไม่ดำเนินการให้แล้วเสร็จ การจ่ายเงินงวดสุดท้ายจะต้องเลื่อนออกไป จนกว่าผู้รับจ้างจะดำเนินการแล้วเสร็จ โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าเสียหายใดๆ มิได้

2. การรับประกันผลงาน

2.1 ภายในระยะเวลา 365 วันนับถัดจากวันที่ผู้ควบคุมงานออกหนังสือรับรองงานงวดสุดท้าย และผู้ว่าจ้างรับมอบงานก่อสร้างแล้ว ในระหว่างนี้ หากมีความชำรุดบกพร่องเกิดขึ้นแก่อาคาร อันเนื่องมาจากความผิดพลาด ไม่รอบคอบ หรือการละเลยของ ผู้รับจ้าง ในขณะที่ทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย หรือใช้งานได้ดังเดิม โดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง และจะเรียกค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติมไม่ได้ทั้งสิ้น

2.2 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ ที่จะทำการว่าจ้างผู้อื่นมาดำเนินการซ่อมแซมหรือแก้ไขงาน ในส่วนที่บกพร่องและเสียหาย ที่เกิดจากการกระทำโดยผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างไม่เข้ามาดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อย ทำให้ต้องไปว่าจ้างผู้อื่นมาทำการซ่อมแซมแทน โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด

2.3 CONTRACT CLOSEOUT

1. การส่งมอบงาน

- 1.1 การตรวจรับงานงวดสุดท้ายจะประกอบด้วย ฝ่ายผู้ว่าจ้าง สถาปนิก และฝ่ายผู้รับจ้าง ผู้ควบคุมงาน สถาปนิก วิศวกร และฝ่ายผู้รับจ้าง โดยจะทำการตรวจสอบและทดสอบส่วนประกอบอาคาร ระบบต่างๆ อย่างละเอียด หากมีข้อบกพร่องต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยโดยเร็ว
- 1.2 การซ่อมแซมบริเวณโดยรอบสถานที่ก่อสร้างที่เกิดความเสียหาย อันเนื่องมาจากการทำงาน ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมให้เสร็จเรียบร้อย ก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย
- 1.3 การทำความสะอาดอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดอาคารให้เรียบร้อย และผู้ว่าจ้างสามารถใช้งานได้ทันทีหลังจากการส่งมอบงานก่อสร้างแล้ว ส่วนการตกแต่งบริเวณ ผู้รับจ้างจะต้องกลับเกลี่ยพื้นดินให้เรียบร้อย เศษวัสดุก่อสร้างต่างๆ เศษไม้ ปูนทราย โรงงาน และส้วมชั่วคราวจะต้องเก็บขนย้ายไปให้พ้นบริเวณภายใน 7 วัน นับตั้งแต่วันที่ผู้ว่าจ้าง รับมอบงานเรียบร้อยแล้ว
- 1.4 อนุญาตต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำป้ายถาวรแจ้งรายละเอียดไว้กับลูกกุญแจ ให้ตรงกับแม่กุญแจทุกชุด และจะต้องส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างทันที เมื่อผู้ว่าจ้างรับมอบงานแล้ว ห้ามผู้รับจ้างจำลองกุญแจเหล่านี้โดยเด็ดขาด
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ AS-BUILT DRAWING ต้นฉบับ 1 ชุดและสำเนา 2 ชุด ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันตรวจรับงานงวดสุดท้าย โดยประกอบด้วยแบบสถาปัตยกรรม โครงสร้าง ระบบไฟฟ้า สุขาภิบาล ปรับอากาศและอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซมในอนาคต หากผู้รับจ้างไม่ดำเนินการให้แล้วเสร็จ การจ่ายเงินงวดสุดท้ายจะต้องเลื่อนออกไป จนกว่าผู้รับจ้างจะดำเนินการแล้วเสร็จ โดยผู้รับจ้างจะเรียกชดเชยค่าเสียหายใดๆ ก็ได้

2. การรับประกันผลงาน

- 2.1 ภายในระยะเวลา 365 วันนับถัดจากวันที่ผู้ควบคุมงานออกหนังสือรับรองงานงวดสุดท้าย และผู้ว่าจ้างรับมอบงานก่อสร้างแล้ว ในระหว่างนี้ หากมีความชำรุดบกพร่องเกิดขึ้นแก่อาคาร อันเนื่องมาจากความผิดพลาด ไม่รอบคอบ หรือการละเลยของ ผู้รับจ้าง ในขณะที่ทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซม ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย หรือใช้งานได้ดังเดิม โดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง และจะเรียกชดเชยค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติมไม่ได้ทั้งสิ้น
- 2.2 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ ที่จะทำการว่าจ้างผู้อื่นมาดำเนินการซ่อมแซมหรือแก้ไขงาน ในส่วนที่บกพร่องและเสียหาย ที่เกิดจากการกระทำโดยผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างไม่เข้ามาดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อย ทำให้ต้องไปว่าจ้างผู้อื่นมาทำการซ่อมแซมแทน โดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด
- 2.3 ในวันที่ผู้ว่าจ้างจ่ายเงินงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องนำหนังสือค้ำประกันผลงานของธนาคารพาณิชย์ มูลค่าร้อยละ 5 ของค่าก่อสร้างตามสัญญา ระยะเวลาค้ำประกัน 365 วัน มาส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างตามระบุในสัญญา (ถ้ามี)

ในวันที่ผู้ว่าจ้างจ่ายเงินงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องนำหนังสือค้ำประกันผลงานของธนาคารพาณิชย์ มูลค่าร้อยละ 5 ของค่าก่อสร้างตามสัญญา ระยะเวลาค้ำประกัน 365 วัน มาส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างตามระบุในสัญญา (ถ้ามี)

หมวดที่ 8

มาตรฐานอ้างอิง

REFERENCE STANDARDS

1. สถาบันมาตรฐาน (STANDARD INSTITUTE)

มาตรฐานทั่วไปที่ระบุในแบบก่อสร้าง และรายการประกอบแบบก่อสร้าง เพื่อใช้อ้างอิงหรือเปรียบเทียบ คุณภาพ หรือทดสอบวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ตลอดจนกรรมวิธีการปฏิบัติ วิธีการติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์สำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานของสถาบันดังต่อไปนี้

- 1.1 มอก. (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)
- 1.2 วสท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- 1.3 AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATION OFFICIALS)
- 1.4 ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)
- 1.5 ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE)
- 1.6 ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)
- 1.7 AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY)
- 1.8 BS (BRITISH STANDARD)
- 1.9 JIS (JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD)
- 1.10 UL (UNDERWRITER LABORATORIES INC.)
- 1.11 มาตรฐานอื่นๆ ที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง หรือรายการประกอบแบบก่อสร้าง

2. สถาบันตรวจสอบ (TESTING INSTITUTE)

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในงานก่อสร้างตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- 2.1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU)
- 2.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KU)
- 2.3 สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)
- 2.4 กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม
- 2.5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี (KMUTT)



- 2.6 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMITL)
- 2.7 สถาบันอื่น ๆ ที่รับรองโดยผู้ว่าจ้าง หรือผู้ออกแบบ

หมวดที่ 9

มาตรฐานงานดิน

1. งานขุดดิน

1.1 งานขุดดินจะต้องขุดให้ได้ลักษณะ ขนาด แนว ระดับ และความลาดชัน ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องป้องกันมิให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้างที่อยู่นอกเขตแนวการขุดดินนั้น

1.2 วัสดุที่ขุดออกมานี้เป็นสมบัติของผู้ว่าจ้าง ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องขนออกไปกองเก็บไว้ในที่ซึ่ง ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างกำหนดให้ภายในบริเวณการประปา ส่วนวัสดุที่มีอาจใช้ประโยชน์ได้จะต้องนำออกจากบริเวณที่ขุดโดยขนไปทิ้งไว้ในที่ซึ่งผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างกำหนด โดยสถานที่ๆ ทิ้งวัสดุดังกล่าวจะต้องไม่กีดขวางทางคมนาคมและทางน้ำ ธรรมชาติหรือทางน้ำ ที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ทางชลประทาน และต้องไม่ทำความเสียหายต่อโครงสร้างใดๆ ทั้งนี้ค่าขนย้ายให้รวมอยู่ในงานขุดดิน

1.3 ในการขุดดินลึกๆ หรือลาดชัน ผู้รับจ้างจะต้องทำการค้ำยันเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการพังทลายของดินซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อคนงานและกระทบกระเทือนต่อการก่อสร้างได้ โดยจะต้องเสนอ Shop Drawing การค้ำยันรวมทั้งการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินขุดมีสัดส่วนความปลอดภัย ตาม มยผ.1911 ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการ

1.4 ถ้าขุดดินลึกหรือกว้างเกินไปหรือมีวัสดุนอกเขตแนวการขุดเกิดการเคลื่อนหรือเลื่อนไหล ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขตกแต่งให้ได้ขนาด ระดับ และแนวตามที่กำหนดไว้ในแบบโดยความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง และค่าใช้จ่ายในการแก้ไขนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.5 ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีระบายน้ำ ในการขุดดินทุกชนิดในกรณีที่เกิดความเสียหายในงานก่อสร้าง และต้องระมัดระวังให้เกิดความมั่นคงปลอดภัยของดินด้านข้างถ้าปรากฏความเสียหายเกิดขึ้นเนื่องจากการระบายน้ำ เช่น อาคารข้างเคียงเสียหายหรือฐานรากพังทลาย ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้อยู่ในสภาพดีดังเดิม และต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ทั้งสิ้น

1.6 ถ้าขุดพบโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ซากดึกดำบรรพ์หรือแร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ให้ผู้รับจ้างหยุดขุดแล้วแจ้งผู้ควบคุมงานก่อสร้าง เพื่อแจ้งกรมศิลปากรหรือกรมทรัพยากรธรณี ต่อไป

2. งานถมดิน

2.1 งานถมดินปรับบริเวณ

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องทำการขุดตอ รากไม้ ไม้เบญจพรรณ วัชพืชและวัตถุอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างกำหนด โดยผู้รับจ้างต้องขนย้ายไปทิ้ง ณ บริเวณที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างได้กำหนดไว้ ค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างในกรณีที่ถมดินลงในบ่อลึกหรือในคูที่มีน้ำขัง ผู้รับจ้างจะต้องสูบน้ำ ออกให้หมดเสียก่อนพร้อมลอก ดินโคลนจนถึงผิวดินเดิมก่อนบ่อถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้เป็นดินถมจะต้องเป็นดินที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะนำไปใช้ได้ การถมจะถมเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้น หนาไม่เกิน 40 เซนติเมตร (ก่อนการบดอัด) และบดอัดแน่น

2.2 งานถมคันดิน คันสระเก็บน้ำและขอบลาดดินถม

2.2.1 ก่อนการถมคันดินผู้รับจ้างต้องทำการถางป่า ปรับพื้นที่และขุดลอกหน้าดิน ซึ่งหมายรวมถึง วัชพืช รากไม้ เศษขยะ อินทรีย์วัตถุและสิ่งไม่พึงประสงค์ออกทั้งหมด หน้าดินที่ขุดลอกออกมานี้ห้ามนำกลับมาใช้ทำคันดิน

2.2.2 วัสดุที่ใช้ทำคันดินจะต้องมีคุณสมบัติสม่ำเสมอ โดยจะต้องเป็นดินเหนียวหรือลูกรังชนิดละเอียดปนดินเหนียวซึ่งมีวัสดุละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 U.S. Standard ไม่น้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักค่า Plasticity Index ไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ มีกรวดและหินปนอยู่ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักและขนาดเม็ดวัสดุที่ใหญ่ที่สุดไม่เกิน 2 นิ้ว กรณีผู้รับจ้างไม่สามารถหาวัสดุตามที่กำหนดได้ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องเป็นวัสดุคัดเลือกที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะสามารถนำมาใช้ได้

2.2.3 การถมและบดอัดคันดินจะต้องทำเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้น จะต้องบดอัดให้มีความแน่นแห้งอย่างน้อย 95 เปอร์เซ็นต์ ของความแน่น (Standard Compaction Test) ตามวิธีทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน มยพ. 2201

2.2.4 การควบคุมปริมาณความชื้นในขณะทำการบดอัดแต่ละชั้น จะต้องควบคุมดินที่ถมให้มีความชื้นคลาดเคลื่อนไม่เกิน + 3 เปอร์เซ็นต์ ของความชื้นที่ Optimum Moisture Content ตามวิธีการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน มยพ. 2201 เสียก่อนแล้วจึงบดอัดได้

2.2.5 วิธีการควบคุม การบดอัดดินให้ปฏิบัติตามข้อ 3.

2.2.6 การถมคันดิน คันสระเก็บน้ำ และขอบลาดดินถมจะต้องถมให้ได้ระดับ แนวและความลาดชันตามที่กำหนดในแบบ

3. การบดอัดดิน

3.1 การบดอัดดิน จะต้องนำดินที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยเป็นชั้น 0 แล้วบดอัดด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อให้มีความหนาแน่นเป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด ปราศจากปูดโค้ง โปรง หรือหลุดลอกเป็นแผ่น โดยเครื่องจักรที่เหมาะสมสำหรับใช้บดอัดดินแต่ละชนิด มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 รถบดล้อเหล็ก (Smooth wheel rollers) เหมาะสำหรับการใช้บดอัดดินพวก granular soil ได้แก่ กรวด หราย หินย่อย

3.1.2 รถบดล้อยาง (Pneumatic-tyred rollers) เหมาะกับการบดอัด granular soil ที่มีเม็ดละเอียดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง หรายที่มีขนาดเม็ดดินใกล้เคียงกัน หรือดินเหนียวที่มีความชื้นต่ำโดยมีความชื้นที่ Plastic limit ประมาณ 2 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์

3.1.3 รถบดตีนแกะ (Sheepfoot rollers) เหมาะสำหรับการบดอัดดิน Cohesive soil (ดินเหนียว) ที่มีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุด

3.1.4 รถบดสั่นสะเทือน (Vibrating rollers) เหมาะสำหรับบดอัดดินพวก granular soil เช่น หรายหรือกรวดปนหราย นิยมใช้บริเวณที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอสะพาน หรือดินถมหลังท่อ

3.1.5 Frog rammer สามารถบดอัดดิน non – cohesive ได้ค่อนข้างหนาสำหรับดินเหนียว ความหนาการบดอัดไม่ควรเกิน 15 เซนติเมตร เหมาะกับการบดอัดดินในบริเวณพื้นที่จำกัดที่รถชนิดอื่นไม่สามารถทำงานได้

3.2 ดินที่บดอัด ต้องได้รับการคลุกเคล้าจนมีคุณสมบัติสม่ำเสมอทั้งชั้น โดยตลอดทั้งชั้น ที่บดอัดโดยดินนั้น จะต้องมีความชื้นคลาดเคลื่อนไม่เกินกว่าที่กำหนดในข้อ 2.2.4 และก่อนบดอัดจะต้องตรวจสอบความชื้นของดินที่ใช้งานก่อนถ้าดินมีความชื้นน้อยกว่าเกณฑ์จะต้องเพิ่มความชื้นโดยพ่นน้ำ เป็นฝอยลงบนดินอย่างสม่ำเสมอแล้วคลุกเคล้าจนได้ความชื้นตามต้องการ ในกรณีที่ดินมีความชื้นมากกว่าเกณฑ์การบดอัดจะต้องหยุดและทำการตากดินนั้น จนได้ความชื้นตามเกณฑ์แล้วจึงจะทำการบดอัดดินต่อไปได้

3.3 นำดินที่จะบดอัดมาโรยเกลี่ยเป็นชั้น ตามแนวราบโดยกำหนดให้ดินแต่ละชั้น เมื่อบดอัดได้ที่แล้วมีความหนาดังนี้



- 3.3.1 เมื่อใช้ลูกกลิ้งดินแกละ ดินแต่ละชั้น ต้องหนาไม่มากกว่า 2 ใน 3 ของความยาวของดินแกละแต่ไม่เกิน 15 เซนติเมตร
- 3.3.2 เมื่อใช้เครื่องบดอัดชนิดอื่น ความหนาของดินแต่ละชั้น ที่บดอัดแล้วจะหนาไม่เกิน 15 เซนติเมตร
- 3.4 การบดอัดดินในชั้น ต่อไป ถ้าผิวหน้าดินในชั้น ที่บดอัดไว้แล้วแห้งและเรียบต้องทำให้ขึ้นและมีผิวหน้าขรุขระ เพื่อที่จะได้ทำให้ดินที่จะบดอัดดินในชั้น ต่อไปเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3.5 ดินที่บดอัดแล้วแต่ละชั้น จะต้องมีความแน่นแห้ง (Dry Density) ไม่น้อยกว่าเกณฑ์กำหนด
- 3.6 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบความแน่นแห้งของดินที่บดอัดตามมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ในการบดอัดดินแต่ละชั้น จำนวนของการทดสอบ 1 จุดต่อทุกความยาวประมาณ 200 เมตร แต่ต้องไม่น้อยกว่า 1 จุดต่อการบดอัดแต่ละชั้น ส่วนตำแหน่งที่ทดสอบจะกำหนดโดยผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง และถ้าบริเวณที่บดอัดใดมีความแน่นต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด ผู้รับจ้างต้องบดอัดใหม่จนได้ความแน่นตามกำหนด
- 3.7 ค่าใช้จ่ายใดๆ ในการตรวจสอบบดอัดดินตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างกำหนดให้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวดที่ 10

มาตรฐานงานคอนกรีต

1.ทั่วไป

1.1 งานคอนกรีตในที่นี้หมายถึง งานคอนกรีตสำหรับโครงสร้างซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์ และเป็นไปตามแบบและบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามข้อกำหนดและสถานะต่างๆ ของสัญญา

1.2 หากมิได้ระบุในแบบและ/หรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยทุกประการ

2.วัสดุ

วัสดุต่างๆ ดังต่อไปนี้ จะต้องเป็นไปตามหลักกำหนดและเกณฑ์กำหนดดังต่อไปนี้ คือ

2.1 ปูนซีเมนต์

จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (มอก.15เล่ม 1) และต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่แห้งสนิทไม่จับตัวเป็นก้อน

2.2 น้ำ

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งเจือปน และไม่มีความเป็นกรด ต่าง มากเกินไป

2.3 มวลรวม

- ก. มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะต้องแข็งแรง มีความคงตัว เหนียว ไม่ทำปฏิกิริยากับต่างในปูนซีเมนต์
- ข. มวลรวมหยาบและมวลละเอียดให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่าง มวลรวมหยาบแต่ละขนาดหรือหลายขนาดผสมกันจะต้องมีส่วนขนาดคละตรงตามเกณฑ์กำหนดของข้อกำหนด มอก. 566 มวลผสมคอนกรีต

2.4 สารผสมเพิ่ม

สำหรับคอนกรีตส่วนที่ไม่ใช้ฐานรากทั้งหมด ให้ใช้สารผสมเพิ่มชนิดเพื่อเพิ่มความสามารถได้ ส่วนที่เป็นโครงสร้างห้องใต้ดินทั้งหมดให้ผสมน้ำยากันซึมชนิดทนแรงดันน้ำได้ โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด นอกจากนี้ที่กล่าวนี้ ห้ามใช้สารผสมชนิดอื่น หรือปูนซีเมนต์ที่ผสมสารเหล่านั้น นอกจากนี้จะได้รับอนุมัติจากวิศวกรก่อน

2.5 การเก็บวัสดุ

- ก. ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในตัวอาคาร ถังเก็บ หรือไซโล ที่ป้องกันความชื้นและความสกปรกได้ และในการส่ง ให้ส่งไปในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีตต้องชะงัก หรือล่าช้าไม่ว่ากรณีใด จะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน
- ข. การส่งมวลรวมหยาบ ให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้างนอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรให้เป็นอย่างอื่น
- ค. การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่นซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้ อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดละเอียดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ ที่ๆ ทำการผสมคอนกรีต
- ง. ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารละลาย หรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวยากระจายโดยสม่ำเสมอ ถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลวจะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้

3. คุณสมบัติของคอนกรีต

3.1 องค์ประกอบ

คอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ หินทราย มวลรวมหยาบ น้ำ และสารผสมเพิ่มตามที่จะกำหนด โดยการชั่งน้ำหนัก ผสมให้เข้ากันเป็นอย่างดีด้วยเครื่องผสมคอนกรีต โดยมีความชื้นเหลวที่พอเหมาะ

3.2 ความชื้นเหลว

คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความชื้นเหลวที่พอเหมาะที่จะสามารถทำให้แน่นได้ภายในแบบหล่อ และรอบเหล็กเสริม และหลังจากอัดแน่นโดยการกระทุ้งด้วยมือ หรือโดยวิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว จะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป จะต้องไม่มีผิว

เรียบปราศจากโพรง การแยกแยะ รุพารู และเมื่อแข็งตัวแล้วจะมีกำลังตามที่ต้องการ ตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ รูปลักษณะและคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนด

3.3 กำลังอัด

คอนกรีตจะต้องมีกำลังอัดไม่น้อยกว่า 240 ksc. สำหรับโครงสร้าง คสล. ที่อายุ 28 วัน โดยใช้ตัวอย่างทดสอบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม. และทดสอบตาม มอก. 409-2525 วิธีทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีต

3.4 การยุบตัว

การยุบของคอนกรีตซึ่งหาโดย “วิธีทดสอบค่าการยุบของคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์” (ASTM C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางแสดงค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่างๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ/ซม.	
	สูงสุด	ต่ำสุด
แผ่นพื้น คาน ผนัง คสล. ฐานราก	10	4
เสา	10	5
คาน้ำ คสล. และผนังเบาๆ	10	5
พื้นอัดแรง	13	5

3.5 ขนาดใหญ่สุดของมวลหยาบ

ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบจะต้องเป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

ตารางแสดงขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด/ซม.
ฐานราก เสาและคาน	4
ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 15 ซม. ขึ้นไป	4
ผนัง คสล. หนาตั้งแต่ 10 ซม. ลงมา	2
แผ่นพื้น คาน้ำ และผนังกันห้อง คสล.	2

4. การคำนวณออกแบบส่วนผสม

4.1 ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใดๆ จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้น ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรและผู้ควบคุมงานแล้ว

4.2 ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 30 วัน ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่างๆ และทำแท่งคอนกรีตตัวอย่างเพื่อให้วิศวกรและผู้ควบคุมงานตรวจให้ความเห็นชอบก่อน

4.3 การที่วิศวกรและผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมาหรือที่แก้ไข (หากมี) นั้น มิได้หมายความว่า จะลดความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้รับส่วนผสมนั้น

5. การผสมคอนกรีต

5.1 คอนกรีตผสมเสร็จ การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตผสมเสร็จ มอก.213 คอนกรีตผสมเสร็จ

5.2 การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

- ก. การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมชนิดซึ่งได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรและผู้ควบคุมงานแล้ว ที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจริง และจำนวนรอบต่อที่ที่เหมาะสม และผู้รับเหมาจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมซีเมนต์และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยก
- ข. ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนซีเมนต์และมวลรวม แล้วควมมีให้สามารถปล่อยคอนกรีตก่อนที่จะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่
- ค. เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตรลงมา จะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาที สำหรับทุกๆ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น



6. การเชื่อมต่อ

6.1 ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันตรายแต่ให้ทิ้งไป

6.2 ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อการยู่ตัวเป็นอันตราย การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้าง หรือโรงงานผสมคอนกรีตกลาง โดยความเห็นชอบของวิศวกรและผู้ควบคุมงานเท่านั้น

หมวดที่ 11

มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

1. ขอบเขตของงาน

1.1 ผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะงาน ตลอดจนแรงงาน โรงงานสิ่งอื่นใดที่จำเป็นสำหรับงานเหล็กเสริมคอนกรีตและหรือวัสดุเพื่อขจัดอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงานตามที่กำหนด

1.2 เหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตทั้งปวงที่ระบุรวม หมายถึง งานป้องกันสนิมด้วยวิธีการที่เหมาะสม และมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานของผู้ว่าจ้าง ผลการทดสอบจากสถาบันที่รัฐรับรองให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ

1.3 แบบขยาย

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างแนะนำเพื่อให้การทำงานและควบคุมคุณภาพถูกต้องและไม่ผิดพลาด

1.4 คุณภาพและการทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพงาน การทดสอบ หากพบภายหลังว่าผลงานที่ก่อสร้างอาจไม่มั่นคงหรือมีข้อบกพร่อง โดยทีมงานหรือที่ปรึกษาเฉพาะงานที่มีประสบการณ์เป็นที่ยอมรับของผู้แทนผู้ว่าจ้าง

2.ทั่วไป

2.1 วัสดุที่นำมาใช้งาน

วัสดุที่นำมาใช้งานจะต้องอยู่ในสภาพที่ดีใหม่จากโรงงาน คงรูปตามข้อมูลทางเทคนิคที่เสนอไม่มีคราบสนิมหรือสิ่งสกปรกอื่นใดอันจะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างหลักได้

2.2 การกองหรือเก็บวัสดุ

การกองหรือเก็บวัสดุจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังและเอาใจใส่ต่อการป้องกันสนิมที่จะเกิดขึ้น

2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีต

รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งไม่ได้ระบุในแบบรายละเอียด และบทกำหนดนี้ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) ที่ 1007-34 ฉบับแก้ไขครั้งสุดท้าย

3.วัสดุ

3.1 เหล็กสัญลักษณ์ RB

เหล็กสัญลักษณ์ RB เป็นเหล็กเสริมกลม เกรด SR-24 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 9 มม. ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย มอก. 20 โดยมีกำลังคานที่จุดยึดไม่น้อยกว่า 2,400 กก./ตร.ซม.

3.2 เหล็กสัญลักษณ์ DB

เหล็กสัญลักษณ์ DB เป็นเหล็กเสริมข้ออ้อย เกรด SD-40 โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 12 มม. ถึง 32 มม. ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย มอก. 24 โดยมีกำลังที่จุดยึดไม่น้อยกว่า 4,000 กก./ตร.ซม.

4. การตัดและการดัดงอ

4.1 วิธีการตัดหรือดัดงอเหล็กเสริม

จะต้องไม่ทำให้เหล็กชำรุดเสียหาย หรือเกิดการยืดตัวของเหล็กจากการบิดโค้งงอ

4.2 การตัดและการงอเหล็ก

ควรใช้เครื่องมือกลไฟฟ้า จะต้องไม่ตัดหรืองอเหล็กโดยใช้ความร้อน

4.3 การงอเหล็กที่ปลาย

สำหรับขอมมาตรฐานระบุในแบบ ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดนี้

- (1) ส่วนที่ถือเป็นครึ่งวงกลม โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปจากแนววงกลมออกไปอีกไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง แต่ไม่น้อยกว่า 6 ซม.
- (2) ส่วนที่ถือเป็นมุมฉาก จะต้องมีส่วนที่ฉากออกไปไม่น้อยกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก
- (3) เฉพาะเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก ให้ฉาก หรือ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปจากจุดฉากหรือมุม ไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลาง แต่ไม่น้อยกว่า 6 ซม.

4.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอ โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของการงอเหล็กให้วัดด้านในของเหล็กที่งอ ให้ถือตามที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับการงอเหล็ก

ขนาดเหล็กเสริม	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุด
6 - 16 มม.	5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น
20 - 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น
28 - 32 มม.	8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

4.5 การงอเหล็ก

การงอเหล็กทุกเส้นจะต้องใช้วิธีดัดงอเย็น นอกจากผู้แทนผู้ว่าจ้างจะอนุญาตให้เป็นอย่างอื่น สำหรับเหล็กซึ่งมีปลายข้างหนึ่งโผล่จากคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว จะดัดปลายข้างนั้นกับที่ไม่ได้ นอกจากจะแสดงไว้ในแบบหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะอนุญาตเป็นกรณีพิเศษ เหล็กซึ่งดัดงอแล้วจะนำมาตัดใหม่อีกไม่ได้

เหล็กเสริมใดก็ตามที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนด หรือตัดต่อ หรือดัดงอโดยไม่ได้แสดงไว้ในแบบ จะไม่เป็นที่ยอมรับในทุกกรณี

5. การจัดวางเหล็กเสริม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดวางเหล็กเสริมให้ได้แนว และระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบ และเป็นไปตามรายการดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะระบุในแบบเป็นอย่างอื่น

5.1 ห้ามเชื่อมเหล็กเสริมไม่ว่าจะเป็นระหว่างการตัด และการดัดงอ หรือระหว่างการจัดวางเหล็กเสริม โดยมีได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง

5.2 จะต้องทำความสะอาดเหล็กเสริมให้ปราศจากสิ่งสกปรก ฝุ่น น้ำมัน สี สนิม สะเก็ด หรือสิ่งเคลือบผิวใดๆ ที่จะทำให้การยึดหน่วงเสียไป เมื่อจัดเรียงเหล็กเส้นเข้าที่พร้อมจะเทคอนกรีตแล้ว เหล็กนั้น ก็จะต้องยังคงสภาพดังกล่าวยังต้น เมื่อใดก็ตามที่มีการเลื่อนเวลาการเทคอนกรีตหลังจากจัดวางเหล็กเสริมแล้ว ให้ตรวจสอบความสะอาดของเหล็กเสริมอีกครั้งหนึ่งก่อนการเทคอนกรีต

5.3 จะต้องจัดวางเหล็กเสริมอย่างประณีต ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ตามที่บ่งไว้ในแบบให้ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มผิวเหล็กเสริมเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ รายละเอียด และผูกยึดให้แน่นหนา ไม่ให้เคลื่อนไหวได้ ระหว่างการเทคอนกรีต โดยใช้ลวดเหล็กขนาดเบอร์ 18 S.W.G. พันสองรอบ และยื่นปลายลวดเข้าไปในเนื้อคอนกรีตภายใน หรือใช้ลวดยึดเกาะอื่น ๆ ตามความเหมาะสม หากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการยึดรั้ง

5.4 จะต้องวางเหล็กเสริมโดยใช้ที่รองรับที่มีจำนวนอย่างพอเพียง และแข็งแรงพอซึ่งอาจจะเป็นแท่งคอนกรีต ขาตั้งโลหะ เหล็กบล็อกหรือเหล็กยึดระยะเรียงก็ได้และยึดไว้ให้ แน่นหนา

5.5 ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้อง โดยใช้ลวดเหล็กแขวนก้อน มอร์ตาร์ หรือคอนกรีตเหล็กยึด หรือวิธีอื่น ๆ ซึ่งผู้แทนผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบแล้ว ก้อนมอร์ตาร์หรือคอนกรีตจะต้องมีกำลังอัดเท่ากับคอนกรีตสำหรับโครงสร้างส่วนนั้น

5.6 ในกรณีที่มีเหล็กหลายๆชั้น หากมิได้ระบุในแบบเป็นอย่างอื่นให้จัดวางเหล็กเสริมโดยมีช่องว่างระหว่างผิวเหล็กแต่ละชั้นไม่น้อยกว่า 25 มม. และไม่เกิน 40 มม.

5.7 เหล็กพื้นเมื่อผูกเสร็จแล้วให้ปูไม้ทางเดินเหนือเหล็กโดยมีที่รองรับชั่วคราวตรงช่องว่างระหว่างเหล็ก ห้ามเหยียบย่ำลงบนเหล็กเสริมโดยตรงเด็ดขาด

5.8 เมื่อติดตั้งเหล็กเสริมเรียบร้อยแล้ว จะต้องให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบความถูกต้องและความเรียบร้อยก่อนการเทคอนกรีตทุกครั้ง หากมีข้อผิดพลาดใดๆ เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรื้อออกจัดวางใหม่หรือดำเนินการแก้ไขตามคำวินิจฉัยของผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยมีอาจเรียกกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้น

5.9 หากติดตั้งเหล็กเสริมไว้นานเกินควร จะต้องทำความสะอาด และให้ผู้แทนผู้ว่าจ้าง ตรวจสอบอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

5.10 เหล็กเสริมที่ติดตั้งไว้นานเกิน 7 วัน ผู้รับจ้างจะต้องนำน้ำซีเมนต์ราดเหล็ก หรือใช้พ่นน้ำซีเมนต์ด้วยเครื่องพ่น ให้น้ำซีเมนต์เกาะที่ผิวเหล็กทั้งหมด เพื่อกันสนิมที่จะเกิดบนผิวเหล็ก

6. การต่อเหล็ก

6.1 การต่อเหล็ก

ตำแหน่งที่ต่อจะต้องถูกต้องตามแบบรายละเอียด การต่อเหล็กต้องเหมาะสมกับการใช้งานจริงและได้รับการเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง สำหรับเหล็กเสริมคอนกรีตการต่อเหล็กให้เป็นไปตามข้อกำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดสำหรับการต่อเหล็กเสริมคอนกรีต

ชนิดของเหล็กหรือวิธีการต่อเหล็ก	ข้อกำหนด
เหล็กกลม SR-24 เหล็กกลม เกรด SR-24 48	เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็ก หรือเหล็กที่ใหญ่กว่า จำนวนเหล็กที่ต้องไม่เกิน 25% ของจำนวนเหล็กในหน้าตัดนั้นๆ การต่อทาบให้งอปลายทั้ง 2 ตัว
เหล็กข้ออ้อยเกรด SD-40	36 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็ก หรือเหล็กที่ใหญ่กว่า จำนวนเหล็กที่ต้องไม่เกิน 33% ของจำนวนเหล็กในหน้าตัดนั้นๆ
การต่อเชื่อม ณ หน้าตัดใด ๆ	กำลังของรอยเชื่อมต้องไม่น้อยกว่า ร้อยละ 125 ของเหล็กเสริมนั้น จำนวนเหล็กที่ต้อง

การต่อด้วยอุปกรณ์พิเศษ (MECHANICAL SPLICE)	ต้องไม่เกินกว่า 33% ของจำนวนเหล็กในหน้าตัดนั้นๆ กำลังของรอยต่อต้องไม่น้อยกว่า ร้อยละ 125 ของ เหล็กเสริมนั้น จำนวนเหล็กที่ต้องไม่เกิน 50% ของจำนวนเหล็กในหน้าตัดนั้นๆ
--	---

6.2 ตำแหน่งของการต่อเหล็กเสริม

สำหรับแต่ละส่วนของโครงสร้าง ให้ดำเนินการตามที่กำหนดใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตำแหน่งของการต่อเหล็กเสริมคอนกรีต

โครงสร้าง	ชนิดของรอยต่อ	ตำแหน่งของรอยต่อ
1. คาน/พื้น	ต่อทาบหรือต่อเชื่อม (สำหรับเหล็กขนาด 25 มม.ขึ้นไป)	ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้แทน
2. ผนังกันดิน	ต่อทาบหรือต่อเชื่อม (สำหรับเหล็กขนาด 25 มม.ขึ้นไป)	ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้าง หรือเหนือระดับที่หยุดเทคอนกรีตระดับฐาน 1 เมตร
3. ฐานราก	ต่อ ทาบ หรือ ระบุ ต่อ เชื่อม (สำหรับเหล็กขนาด 25 มม.ขึ้นไป)	ในกรณีปกติห้ามต่อเว้นแต่จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้แทนผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

6.3 การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

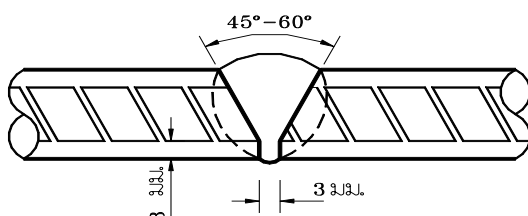
(1) ลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้

- ลวดเชื่อมที่นำมาใช้เชื่อมให้ใช้ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49: มาตรฐานลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้มใช้เชื่อมเหล็กกล้าอะลูมิเนียมด้วยอาร์ก
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจะต้องเป็นไปตามบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมนั้น ๆ กำหนดไว้

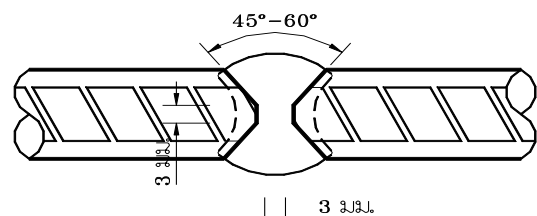
(2) การต่อเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย

- ก. การเชื่อมต่อจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนดให้แบบใดแบบหนึ่งที่กำหนดไว้ในข้อ 6.3 (3)
- ข. ตำแหน่งการต่อเหล็กจะต้องไม่ต่อ ณ จุดที่เหล็กงอ รอยต่อจะอยู่ห่างจากจุดที่เหล็กงออย่างน้อย 50 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเส้นนั้น
- ค. การต่อเหล็กให้ต่อ ณ ตำแหน่งที่เหล็กรับแรงน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถต่อเหล็ก ณ จุดที่กำหนดดังกล่าวได้ ให้เสริมเหล็กปลอกมากขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่า ในระยะห่างจากปลายของเหล็กที่เชื่อมแต่ละปลายออกไปอย่างน้อย 15 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

(3) รูปแบบของการต่อเหล็กกลมและเหล็กข้ออ้อย



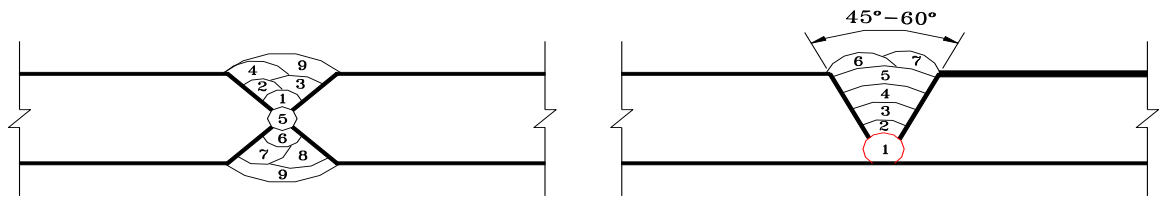
Single-V-groove weld



Double-V-groove weld

(4) การดำเนินการเชื่อม

- (ก) เหล็กที่จะนำมาเชื่อมจะต้องตัดปลายแล้ววางให้ได้รูปตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 6.3 (2)
- (ข) บริเวณปลายเหล็กที่ตัดก่อนที่จะนำมาเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบและสะอาดปราศจากฝุ่นสนิมมัน
- (ค) เหล็กเส้นที่จะนำมาเชื่อมต่อกันจะต้องวางให้ได้แนวเส้นผ่านศูนย์กลางของกันและกัน ขณะที่ทำการเชื่อมควรวางอยู่บนที่รองรับยาวประมาณข้างละ 1 เมตร ห่างจากจุดที่จะเชื่อมต่อ
- (ง) การเชื่อมจะต้องเชื่อมเป็นชั้นๆ หรือเป็นแนวๆ ตามลำดับดังตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในรูปเมื่อเชื่อมเสร็จแต่ละชั้นหรือแต่ละแนว การเชื่อมชั้นต่อไปจะต้องเคาะขี้เหล็กออกให้หมดทุกครั้งแล้วใช้แปรงลวดถูให้สะอาดเสียก่อน



- (จ) ระหว่างการเชื่อมแต่ละแนว ให้ปล่อยทิ้งไว้ในอากาศนิ่งจนอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส โดยการวัดที่ผิวตรงจุดกึ่งกลางความยาวของแนวเชื่อม ห้ามกระทำการใด ๆ เพื่อที่จะเร่งให้อุณหภูมิลดลง

7. การควบคุมคุณภาพ

เหล็กเสริมคอนกรีต ก่อนนำมาใช้ในโครงการนี้ จะต้องได้รับการอนุมัติตรวจสอบคุณภาพจากผู้แทนผู้ว่าจ้างด้วยกรรมวิธีสุ่มตัวอย่างดังนี้

- 7.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งเอกสาร ข้อมูลทางวิชาการของบริษัทผู้ผลิตให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบ
- 7.2 ผู้รับจ้างจะต้องสุ่มตัวอย่างจากเหล็กนั้นทุกๆ ขนาดที่จะนำมาใช้ในโครงการ โดยขนาดหนึ่งๆ ไม่น้อยกว่า 5 ท่อน ยาวไม่น้อยกว่า 1.00 ม. โดยมีผู้แทนผู้ว่าจ้างรับทราบ
- 7.3 การเก็บตัวอย่าง ให้เก็บจากเหล็กที่จะนำมาใช้ทุกๆ 100 เส้นหรือเศษของ 100 ตามแต่ละขนาด
- 7.4 ผู้รับจ้าง จะต้องส่งตัวอย่างไปทดสอบยังสถาบันที่เชื่อถือได้และเสนอผลการทดสอบให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน
- 7.5 หากผลการทดสอบมีค่าใดค่าหนึ่งต่ำกว่ามาตรฐานอุตสาหกรรมที่อ้างถึง การใช้เหล็กขนาดดังกล่าวจากแหล่งวัสดุอยู่ในดุลพินิจของผู้แทนผู้ว่าจ้างที่จะนำมาเปลี่ยนใหม่ทั้งหมดหรือเพิ่มจำนวนเหล็กเสริมให้มากขึ้น หรือสุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบใหม่อีกครั้งหนึ่ง ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นเป็นของผู้รับจ้างสำหรับเหล็กที่ชำรุด ห้ามนำเข้ามาใช้เป็นเหล็กเสริมคอนกรีตในโครงการนี้



8. การเก็บรักษาวัสดุ

การเก็บวัสดุเหล็กเสริมคอนกรีตในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง จะต้องวางเรียงเป็นมัดๆ ตามขนาดและชั้นของเหล็กเสริม โดยมีเครื่องหมายแสดงไว้ สำหรับการตรวจสอบอย่างชัดเจน การเรียงเก็บ จะต้องยกสูงให้พื้นพื้นดินไม่น้อยกว่า 20 ซม. และมีการป้องกันฝน ความชื้น สิ่งสกปรกน้ำมัน หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เหล็กเสริมได้

หมวดที่ 12

มาตรฐานงานแบบหล่อคอนกรีต

Concrete Form Work

1. การคำนวณออกแบบ

1.1 การวิเคราะห์ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นฝ่ายคำนวณออกแบบงานไม้ โดยต้องคำนึงถึงการโก่งตัวขององค์อาคารอย่างระมัดระวัง

1.2 ค้ำยัน

- ก. เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อ หรือวิธีการค้ำยันซึ่งได้จดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัดในเรื่องการยึดโยง และน้ำหนักบรรทุกทุกความปลอดภัยสำหรับความยาวระหว่างที่ยึดของค้ำยัน
- ข. ห้ามใช้การต่อแบบทาบในสนามเกินกว่า 3 อันสลับกันสำหรับค้ำยันได้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุกๆ 3 อัน สำหรับค้ำยันใต้คานและไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่ง นอกจากจะมีการยึดทะแยงที่จุดต่อทุกๆ แห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าวจะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้าง ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการโก่ง
- ค. จะต้องคำนวณ ออกแบบรอยให้ต้านทานการโก่งและการตัด เช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่นๆ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันไม้จะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

1.3 การยึดทะแยง ระบบไม้แบบจะต้องคำนวณการออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างลงสู่พื้นดินในลักษณะปลอดภัยตลอดเวลา จะต้องจัดให้มีการยึดทะแยงทั้งในระนาบตั้งและระนาบตามต้องการ เพื่อให้มีสติฟเนส (Stiffness) สูง และเพื่อป้องกันการโก่งขององค์อาคารเดี่ยวๆ

1.4 ฐานรากสำหรับงานไม้แบบ แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อเป็นการชดเชยกับการทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ ในกรณีที่ไม้ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุดโดยเฉพาะจำนวนรอยต่อ ซึ่งแนวเสี้ยนบรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้างอาจใช้ลิ้มสอดที่ยึดหรือกันของค้ำยันอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่จะใช้สองปลายไม่ได้ ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

2. แบบ

2.1. การอนุมัติโดยวิศวกรและผู้ควบคุมงาน ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อ ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อ เพื่อให้วิศวกรและผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน หากแบบดังกล่าวไม่เป็นที่พอใจของวิศวกรและผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่กำหนดให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน การที่วิศวกรและผู้ควบคุมงานอนุมัติในแบบที่จะเสนอแก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดี และดูแลรักษาให้แบบหล่ออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา

2.2 สมมติฐานในการคำนวณออกแบบ ในแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่างๆ ที่สำคัญตลอดจนสภาพการบรรทุกน้ำหนัก รวมทั้งน้ำหนักการบรรทุกจร อัตราการบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ

2.3 รายการต่างๆ ที่ต้องปรากฏในแบบ

แบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ก. สมอ ค้ำยันการยึดโยง
- ข. การปรับแบบหล่อในระหว่างเทคอนกรีต
- ค. แผ่นกันน้ำ ร่องลึ้น และสิ่งที่จะต้องสอดไว้
- ง. นั่งร้าน
- จ. รูน้ำตา หรือรูที่เจาะไว้สำหรับเครื่องจักร ถ้ากำหนด
- ฉ. ช่องสำหรับทำความสะอาด
- ช. รอยต่อในขณะก่อสร้าง รอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขยายตัวตามที่ระบุในแบบ
- ซ. แล่บมสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)
- ณ. การยกท่อนคาน และพื้นกันแอ่น
- ญ. การเคลือบผิวแบบหล่อ
- ฎ. รายละเอียดในการค้ำยัน ปกติจะไม่ยอมให้มีการค้ำยันซ้อน นอกจากวิศวกรและผู้ควบคุมงานจะอนุญาต

3. การก่อสร้าง

3.1 ทัวไป

- ก. แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจก่อนที่จะเรียงเหล็กเสริมได้
- ข. แบบหล่อจะต้องแน่นสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำปูนไหลออกจากคอนกรีต
- ค. แบบหล่อจะต้องสะอาด ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงกันแบบจากภายในได้ จะต้องจัดช่องไว้สำหรับขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่างๆ ออกก่อนเทคอนกรีต
- ง. ห้ามนำแบบหล่อที่ชำรุดจนถึงขั้นที่จะทำให้ลายผิวหน้า หรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้อีก
- จ. ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนักบนคอนกรีตซึ่งเทได้เพียงหนึ่งสัปดาห์ ห้ามโยนของหนักๆ เช่น มวลรวมไม้ กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่นๆ ลงบนคอนกรีตใหม่ หรือแม้กระทั่งการกองวัสดุ
- ฉ. ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างบนแบบหล่อในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุด หรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักเกินไป

3.2 ฝีมือ และการทำงาน

ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานที่มีฝีมือดี

- ก. รอยต่อของค้ำยัน
- ข. การสลักร่วมหรือรอยต่อในแผ่นไม้อัด และการยึดโยง
- ค. การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง
- ง. จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึดหรือที่จับและตำแหน่งที่เหมาะสม
- จ. การขันเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือจับให้ตึงพอดี
- ฉ. การแบกทานใต้ชั้นดิน จะต้องมียางพองเพียงพอ
- ช. การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยก หรือแรงบิด ณ จุดร่วมนั้นๆ ได้
- ซ. รายละเอียดของรอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขณะก่อสร้าง

3.3 งานปรับแบบหล่อ

- ก. ก่อนเทคอนกรีต
 - 1) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับให้ความสะดวกในการจัดการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ
 - 2) หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องใช้ลิ้มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้ได้
ที่ให้นั่นหนา

- 3) จะต้องยึดแบบหล่อกับค้ำยันข้างใต้ให้แน่นหนาพอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้าง และด้านขึ้นลงของส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบแบบหล่อทั้งหมดขณะเทคอนกรีต
- 4) จะต้องเผื่อระดับมูไว้สำหรับรอยต่อต่างๆ ของแบบหล่อ การหลุดการหลุดตัวของไม้การแอน เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ และการหลุดทางอีลาสติกขององค์อาคารในแบบหล่อ ตลอดจนการยกท่อนคานและพื้น ซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- 5) จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับ หรือแนวของค้ำยันในกรณีที่เกิดการหลุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ้มหรือแม่แรง
- 6) ควรจัดทำทางเดินสำหรับอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำเสาหรือขารองรับตามแต่ต้องการ และต้องวางบนแบบหล่อ หรือองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างโดยตรง ไม่ควรวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องพอเหมาะกะกับที่รองรับของบนทางเดินดังกล่าว โดยยอมให้เกิดการแอน ความคลาดเคลื่อน หรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้

ข. ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต

- 1) ในระหว่างและหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยกท่อนคานและพื้น และการได้ตั้งของระบบแบบหล่อ หากจำเป็นต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันทีในระหว่างการก่อสร้าง หากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรง และแสดงให้เห็นว่าเกิดการหลุดตัวมากเกินไปหรือเกิดการโก่งบิดเบี้ยวแล้ว ให้หยุดงานทันที หากเห็นว่าส่วนใดชำรุดตลอดไปก็รื้อออกและเสริมเหล็กหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น
- 2) จะต้องมิให้ผู้เฝ้าคอยสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่ว่าเมื่อเห็นว่าสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ
- 3) การถอดแบบหล่อและที่รองรับ หลังจากการเทคอนกรีตแล้วจะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ ในกรณีที่ใช้คอนกรีตชนิดที่ให้งำลังสูงเร็ว อาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของวิศวกรและผู้ควบคุมงาน

ค้ำยันใต้คาน	21	วัน
ค้ำยันใต้แผ่นพื้น	21	วัน
ผนัง	48	ชั่วโมง
เสา	48	ชั่วโมง

อย่างไรก็ดี วิศวกรและผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ยึดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นสมควร

4. วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ

ผู้รับจ้างอาจใช้วัสดุใดทำแบบหล่อก็ได้ การสร้างแบบหล่อจะต้องกระทำให้ดีพอที่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องมีขนาดและผิวตรงตามที่กำหนด

5. การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย

5.1 ทันทีที่ถอดแบบจะต้องทำการตรวจสอบ หากพบว่าคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะต้องแจ้งให้วิศวกรและผู้ควบคุมงานทราบทันที เมื่อวิศวกรและผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมในทันที

5.2 หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตก่อนได้รับการตรวจสอบโดยผู้ควบคุมงานคอนกรีตส่วนนั้น อาจถือเป็นคอนกรีตเสียก็ได้

6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

6.1 ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายตั้ง

ในแต่ละชั้น หรือในช่วง 5.00 เมตร 10 มม.

6.2 ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือจากความคลาดเคลื่อนที่ระบุในแบบ

ในช่วง 10 เมตร 15 มม.

6.3 ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคารจากแนวที่กำหนดในแบบ และตำแหน่ง เสา ผนัง ที่เกี่ยวข้อง

ในช่วง 10 เมตร 20 มม.

6.4 ความคลาดเคลื่อนของขนาดของหน้าตัดเสาและคาน และความหนาของแผ่นพื้นและผนัง

ลด 5 มม.

เพิ่ม 10 มม.

6.5 ฐานราก

- | | | |
|--------------------------------|-----|-----|
| 1) ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ | | |
| ลด | 20 | มม. |
| เพิ่ม | 50 | มม. |
| 2) ตำแหน่งผิดหรือระยะเฉยศูนย์ | 50 | มม. |
| 3) ความคลาดเคลื่อนในความหนา | | |
| ลด | 50 | มม. |
| เพิ่ม | 100 | มม. |

6.6 ความคลาดเคลื่อนของชั้นบันได

- | | | |
|---------|-----|-----|
| ลูกตั้ง | 2.5 | มม. |
| ลูกนอน | 5 | มม. |

ทั้งนี้ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ นี้ จะต้องไม่เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดการสะสม

หมวดที่ 13

มาตรฐานงานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

งานพื้นสำเร็จรูป (Precast Concrete Hollow Core Plank)

1. ขอบเขตของงาน

พื้น Precast แบบ Hollow Core จะต้องมีความคุณภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 445 คอนกรีตบล็อกกลวงสำหรับพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป และสามารถรับน้ำหนักจรได้ไม่น้อยกว่าตามที่ระบุในแบบ และเมื่อปูเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องมีลักษณะท้องเรียบโดยสม่ำเสมอไม่โก่งแตกต่างกันระหว่างแผ่นจนปรากฏเห็นชัดเจน

2. การเสนอรายละเอียด

2.1 แผ่นพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบ ขนาดและลักษณะ การรับน้ำหนัก ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง

2.2 แผ่นพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบที่มีความยาวพื้นที่ตั้งแต่ 3.00 เมตรขึ้นไป ต้องมีแผ่นเหล็กเชื่อมขวาง (Shear Key)

2.3 การเรียงพื้นสำเร็จรูปท้องเรียบบนคานาทิศทางการวางต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง โดยให้ส่วนปลายวางบนคานารองรับอย่างน้อย 5 เซนติเมตร หรือเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดจากผู้ผลิต/วิศวกร

2.4 ความยาวแผ่นพื้นไม่เกิน 1.00 เมตร ไม่ต้องค้ำยัน ความยาวแผ่นพื้น 1.00 – 3.00 เมตร ค้ำยัน 1 จุด ที่กึ่งกลางความยาวพื้น ความยาวแผ่นพื้นตั้งแต่ 3.00 เมตรขึ้นไป ค้ำยัน 2 จุด ที่ระยะ $\frac{1}{3}$ ของความยาวพื้น และสามารถใช้ค้ำยันให้เป็นประโยชน์ในการปรับระดับแผ่นพื้นให้เสมอกัน โดยต้องค้ำยันทั้งพื้นชั้นล่างและชั้นบน

2.5 กรณีที่ต้องมีการตัดแผ่นพื้น ให้ใช้ไฟเบอร์ในการตัดแผ่นพื้นเท่านั้น ห้ามใช้วิธีสกัด ทุบ โดยเด็ดขาด



- 2.6 คอนกรีตทับหน้า (Topping) หนา 5 เซนติเมตร เสริมเหล็กตะแกรง โดยให้ยึดตามที่แบบกำหนด โดยวิศวกรเป็นสำคัญ
- 2.7 คอนกรีตทับหน้าให้ใช้อัตราส่วนของปูนซีเมนต์:ทราย:หิน 1:2:4 และกำลังอัดของคอนกรีตไม่ต่ำกว่า 240 กิโลเมตร/ตารางเซนติเมตร (Cube) หากไม่ได้ระบุให้ใช้แบบวิศวกรรมโครงสร้างระบุกำหนด
- 2.8 ก่อนการเทคอนกรีตต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานทุกครั้ง
- 2.9 หลังจากเทคอนกรีตทับหน้าแล้วต้องบ่มคอนกรีตด้วยน้ำติดต่อกันไม่น้อยกว่า 3 วัน
- 2.10 การถอดค้ำยัน ถอดได้เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน หรือตามที่วิศวกรกำหนด
- 2.11 คานรับพื้นสำเร็จรูปที่ระดับหลังคาน้ำตกเกินไป ไม่ควรใช้อิฐก่อเสริมปรับระดับ ควรปรับระดับด้วยปูนทรายหรือเทคอนกรีตเสริมหลังคาน้ำตกโดยต้องเสริมเหล็กด้วย
- 2.12 ในการเก็บกองแผ่นพื้นสำเร็จรูป ควรใช้ไม้หมอนหนุนตรงจุดหยุยกของแผ่นพื้นสำเร็จรูป

หมวดที่ 14

มาตรฐานงานป้องกันการกัดเซาะ

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงงานป้องกันการเซาะพังจากน้ำฝนในพื้นที่ลาดชันทางระบายน้ำหรือจากกระแสน้ำบริเวณริมตลิ่ง ตลอดจนบริเวณที่กำหนดในแบบแปลน

1. งานปลูกหญ้า

1.1 วัตถุประสงค์ในการปลูกหญ้านี้ เพื่อป้องกันการกัดเซาะ (Erosion) โดยเฉพาะการกัดเซาะของน้ำบริเวณเชิงลาดของคันดิน

1.2 ชนิดของหญ้าที่นำมาปลูก จะต้องเป็นพันธุ์หญ้าที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น มีลักษณะรากกระจายออกเป็นวงกว้างสามารถยึดเกาะกับเนื้อดินได้เป็นอย่างดีและเป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศในท้องถิ่นนั้น หรือตามที่กำหนดในสัญญา ฯ

1.3 ก่อนการปลูกหญ้า ผู้รับจ้างจะต้องนำเอาหน้าดิน (Top soil) มาถมและบดอัดแน่นในบริเวณที่ต้องการจะปลูกตามทีระบุในแบบให้มีความหนาประมาณ 15 เซนติเมตร แล้วนำพันธุ์หญ้ามากระจายปลูกออกให้ทั่วพื้นที่ที่ต้องการปลูกในระยะห่างกันพอสมควร โดยกะประมาณว่าหญ้าจะเจริญงอกงามออกปกคลุมทั้งบริเวณในช่วงเวลาอันสั้น หลังจากนั้นดูแลรักษาให้ความชื้น เป็นระยะๆ จนกว่าต้นหญ้าจะเจริญงอกงามและแพร่กระจายไปคลุมพื้นที่ที่กำหนด

2. งานคอนกรีตลาด

2.1 พื้นดินที่รองรับคอนกรีตลาดจะต้องเป็นดินเดิมหรือดินถมบดอัดแน่น กรณีที่พื้นดินเดิมเป็นดินอ่อนผู้รับจ้างจะต้องขุดลอกดินอ่อนนั้นออก แล้วถมกลับด้วยวัสดุคัดเลือกที่เหมาะสมตามมาตรฐานงานถมดินคันสระเก็บน้ำและขอบลาดดินถม

2.2 ก่อนการถมดินในพื้นที่ลาดเอียงจะต้องตัดดินในพื้นที่ลาดเอียงนั้นให้เป็นรูปขั้นบันไดก่อนถมวัสดุใหม่ลงไป แล้วจึงบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ของความแน่นสูงสุดเมื่อทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐานกรมโยธาธิการ มยพ.2201

2.3 คอนกรีตที่ใช้ในการลาดให้เป็นชนิด ค.3 ตามมาตรฐาน มยพ.1101กำหนดค่า Slump ไม่เกิน

7.5 เซนติเมตร ส่วนผสมของคอนกรีตให้เป็นไปตามมาตรฐานงานก่อสร้างกรมโยธาธิการ มยพ.1101 งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.4 ซุดระบายน้ำ (Weep hole) ซึ่งประกอบด้วย ทราบ หิน geotextile และ Filter plugs หรือ Flap Valve จะต้องก่อสร้างตามแบบและตำแหน่งที่ระบุในแบบแปลนหรือรายการประกอบแบบ ทราบและหินจะต้องสะอาด แข็งแกร่ง เช่นเดียวกับวัสดุที่ใช้ในงานคอนกรีตมีขนาดคล้อยตามที่กำหนดการติดตั้ง Filter Plugs หรือ Flap Valve จะต้องวางให้ผิวด้านหน้าเรียบเสมอกับผิวคอนกรีตที่จะลาดในชั้นสุดท้าย

2.5 ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดกว้างยาวของแผ่นคอนกรีตลาดจะต้องไม่เกิน 3.0 x 3.0 เมตร

3. งานหินเรียงและหินเรียงยาแนว

3.1 วัตถุประสงค์ของงานหินเรียงหรือหินเรียงยาแนวเพื่อป้องกันการกัดเซาะจากกระแสน้ำในบริเวณลาดชันหรือบริเวณที่กำหนดในแบบแปลน

3.2 พื้นดินที่จะรองรับการเรียงหินจะต้องปรับแต่งและบดอัดแน่น โดยวิธีการเดียวกับงานคอนกรีตลาด แล้วใช้ Geotextile ปูรองก่อนการเรียงหิน

3.3 หินที่จะต้องแกร่ง ทนทาน ปราศจากส่วนประกอบของแร่ยิปซัม แอนไฮไดรต์ หินดินดาน หินเนื้ออ่อนหรือหินผุ มีรูปร่างค่อนข้างกลมมีส่วนแบนริ้วน้อย ไม่มีรอยแตกร้าวหรือลักษณะอื่นใดที่แสดงให้เห็นว่า จะไม่ทนทานต่อการกัดเซาะและมี ถ.พ.ไม่น้อยกว่า 2.65 มีค่าความสึกหรอเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน มยผ.2209 ไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบความคงทน (Soundness) สูญเสียไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเมื่อทดสอบด้วยวิธี Sodium Sulphate (ASTM C88)

3.4 นำหินขนาด 15-40 เซนติเมตร มาเรียงให้ชิดกันให้มากที่สุดและเสริมช่องว่างของหินด้วยหินขนาดเล็กกว่าให้เข้ามุกกันอย่างแน่นหนา พยายามจัดให้ผิวหน้าของหินเรียงได้ระดับ ส ม ่า เ ส ม อ กั น แ ล ะ ได้ความหนาประมาณ 40 เซนติเมตร หรือตามที่แบบกำหนด

3.5 เฉพาะงานหินเรียงยาแนวให้ยาต้านข้างของหินด้วยปูนก่อ ส่วนผสมซีเมนต์ : ทราบ 1 : 3 โดยน้ำหนักและจะต้องระมัดระวังมิให้ปูนก่อหรือน้ำปูนหกลงไปที่บน Geotextile

4. งานกล่องลวดตาข่ายบรรจุหิน (Gabion และ Matress)

4.1 กล่องลวดตาข่ายบรรจุหิน (Gabion และ Matress) มีลักษณะเป็นกล่องลวดตาข่ายรูปทรงสี่เหลี่ยมมีฝาปิดภายในบรรจุหินเต็มแต่ละกล่องยึดกับกล่องที่อยู่ติดกันติดต่อกันเป็นแผงตามรูปแบบที่กำหนดในแบบแปลน วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการกัดเซาะหรือป้องกันการพังทลายของดิน

4.2 ตัวกล่องมีลักษณะเป็นกล่องลวดตาข่ายเคลือบสังกะสี หรือลวดตาข่ายเคลือบสังกะสีหุ้ม PVC ช่องตาข่ายจะเป็นรูปหกเหลี่ยมต่อกันด้วยการพัน 3 เกลียว ทุกขอบของกล่องลวดตาข่ายจะ

เสริมโครงลวดซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าลวดตาข่ายกรณีที่กล่องมีความยาวเกิน 1 เมตร จะต้องมีย่านตาข่าย (Diaphragm) ย่นทุกระยะ 1 เมตร ตลอดความยาวของตัวกล่อง

4.3 ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีที่ใช้ประกอบกับกล่องลวดตาข่าย รวมถึงลวดที่ใช้พันกล่องระหว่างก่อสร้างจะต้องได้มาตรฐาน มอก.71 “ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี” มีค่าความต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

4.4 ก่อนการติดตั้งกล่องลวดตาข่าย จะต้องปรับแต่งพื้น ดินบริเวณที่จะก่อสร้างให้เรียบและแน่นเช่นเดียวกับงานหินเรียงแล้วปูรองด้วย Geotextile

4.5 กล่องลวดตาข่ายแต่ละกล่อง จะต้องยึดให้ติดกับกล่องที่อยู่ชิดกันโดยการพันลวดยึดแกนกล่องทุกด้านที่อยู่ชิดกันให้แน่นโดยการพันให้พันลวดเป็น 2 ทบ 1 ทบ และ 2 ทบ สลับกันไป

4.6 บรรจุหินลงในกล่องให้แน่นที่สุดเท่าที่จะทำได้จนเต็มแล้วจึงปิดฝาปิดพันลวดยึดฝากล่องด้วยวิธีการตามข้อ 4.4

4.7 หินที่บรรจุในกล่องจะต้องมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับหินเรียงยาแนว (ข้อ 3.3)

หมวดที่ 15

มาตรฐานท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ

1. ท่อซีเมนต์ใยหิน (Asbestos Cement Pressure Pipe)

1.1 ท่อ

ท่อซีเมนต์ใยหินจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.81 "ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน" ไม่ต่ำกว่าชั้นคุณภาพ PP 20 คุณสมบัติวัสดุท่อซีเมนต์ใยหินและข้อต่อทำด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (เป็นไปตาม มอก.15) ใยหินและน้ำเป็นส่วนใหญ่ ท่อซีเมนต์ใยหินชั้นคุณภาพ PP 20 แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานและวัตถุดิบที่ใช้ได้ 2 ประเภทดังนี้

- (1) ท่อซีเมนต์ ใยหินประเภท ก (ประเภทธรรมดา) มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 (ตามมาตรฐาน มอก.15) ใยหินและน้ำ
- (2) ท่อซีเมนต์ ใยหินประเภท ข (ประเภททนซัลเฟตได้สูง) มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 5 (ตามมาตรฐาน มอก.15) ใยหินและน้ำ

1.2 ข้อต่อซีเมนต์ใยหิน

ต้องเป็นข้อต่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน ชั้นคุณภาพเดียวกับท่อและมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.126 "ข้อต่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน" ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า PJ20

1.2.1 ข้อต่อแบบยีโบลท์ (Gibault)

- (1) ข้อต่อยีโบลท์ต้องประกอบด้วย แหวนนอก แหวนใน แหวนยาง สลักเกลียว และแป้นเกลียว
- (2) แหวนนอกและแหวนในของข้อต่อยีโบลท์ต้องทำจากเหล็กหล่อเทาหรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมซีมีงมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับเหล็กหล่อเทาหรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมที่ใช้ทำอุปกรณ์ท่อ
- (3) สลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A320 Grade B8

1.2.2 รัตแยก (Service Clamp)

- (1) รัตแยกท่อแต่ละตัวต้องประกอบด้วย ตัวเรือนรัตแยก ปะเก็นยาง สลักเกลียว และแป้นเกลียว
- (2) ตัวเรือนรัตแยกต้องทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลม

- (3) รััดแยกท่อสำหรับใช้กับท่อซีเมนต์ใยหินตามมาตรฐาน มอก.81 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า PP20 รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
- (4) เกลียวสำหรับต่อเชื่อมท่อที่ตัวรััดแยกต้องเป็นเกลียวในตามมาตรฐาน มอก.281 เกลียวท่อ สลักเกลียว และแป้นเกลียวต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless)

1.3 อุปกรณ์ท่อ

ให้ใช้อุปกรณ์เหล็กหล่อเทาที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.918 หรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลม ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2253

คุณภาพงานหล่อ พื้นผิวต้องเรียบ ปราศจากรูพรุน รอยร้าว ครีบ หรือรอยตำหนิอื่นๆ ห้ามใช้การเชื่อมจุด (Arc Welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิต่างๆ อุปกรณ์ท่อเมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำจะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิมแล้วเคลือบผิว

1.4 ปะเก็นยางและแหวนยาง

ปะเก็นยางต้องหามาพร้อมอุปกรณ์ท่อครบชุด ต้องผลิตใหม่ คุณสมบัติจะต้องมีขนาดและมิติเป็นไปตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้ยางสังเคราะห์ EPDM ตามมาตรฐาน ASTM D-1418 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า มีช่วงอุณหภูมิการใช้งานไม่ต่ำกว่า -40°C ถึง 120°C แหวนยางกันซึม ต้องผลิตใหม่ และจะต้องหามาพร้อมข้อต่อครบชุดคุณสมบัติของแหวนยางตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.237 "แหวนยาง สำหรับท่อน้ำชนิดทนความดัน" หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้ยางสังเคราะห์ EPDM ตามมาตรฐาน ASTM D-1418, BS 2494, JIS K 6353, ยาง EPDM มีช่วงอุณหภูมิการใช้งานไม่ต่ำกว่า -40°C ถึง 120°C

1.5 การเคลือบผิวอุปกรณ์ท่อ

1.5.1 การเคลือบผิวภายนอกอุปกรณ์ท่อ

สามารถเคลือบด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- (1) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดใต้ดิน ให้เคลือบผิวภายนอกด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตามข้อ 3.5.2.1
- (2) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดบนดิน ให้เคลือบผิวภายนอกตามข้อ 3.5.2.2

1.5.2 การเคลือบผิวภายในอุปกรณ์ท่อ

ให้เคลือบด้วย Non-Toxic Liquid Epoxy (ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C 210 สีฟ้า ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน

1.6 การกองเก็บท่อและเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ

1.6.1 การกองเก็บท่อให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน และต้องคลุมท่อด้วยผ้าใบหรือเก็บไว้ในที่ร่มและไม่ถูกแสงแดด

1.6.2 การเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ ต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติก

1.6.3 การเก็บรักษาปะเก็นยาง แหวนยางสำหรับท่อและข้อต่อ ต้องบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกสนิท บนถุงพลาสติกจะต้องพิมพ์ข้อความวิธีเก็บรักษาอย่าง แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือลังไม้ เก็บในที่ร่มแห้งและไม่ถูกแสงแดด ไม่ควรวางของหรือสิ่งอื่นทับเพื่อป้องกันการชำรุดของแหวนยาง

1.7 เครื่องหมาย/ฉลาก

ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อทุกชิ้นที่ผลิตจากเหล็กหล่อเทาหรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมจะต้องมีเครื่องหมายเป็นตัวหล่อภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต และหมายเลขลำดับที่ผลิต

แหวนยางและปะเก็นยางจะต้องมีเครื่องหมายตัวหล่อภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต

2. ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe)

2.1 ท่อ

ให้ใช้สำหรับท่อเหล็กอาบสังกะสีที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่า ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสีจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.277 “ท่อเหล็กอาบสังกะสี” ขนาดและมิติของท่อให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.276 “ท่อเหล็กกล้า” ประเภทที่ 2 (แถบสีน้ำเงิน)

ท่อต้องมีความยาวท่อนละ 6 เมตร ให้ต่อบรรจุกันแบบเกลียวหรือหน้าจานเกลียวหรือหน้าจาน ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสีต้องมีกำลังต้านทานแรงดึงไม่น้อยกว่า 330 เมกะพาสคัล (3,300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

2.2 ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อ

2.2.1 ข้อต่อ

- (1) ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี ต้องเป็นชนิดต่อด้วยเกลียว โดยให้มีคุณสมบัติและความแข็งแรงเช่นเดียวกับตัวท่อ
- (2) ต้องจัดให้ มีข้อต่อ 1 ตัว ต่อท่อ 1 ท่อน
- (3) เกลียวท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสีต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.281
- (4) การต่อข้อต่อเกลียว กำหนดให้พันด้วยเทปพันเกลียว

2.2.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.249 “ข้อต่อท่อเหล็กหล่ออบเหนียวต่อด้วยเกลียว ”

2.3 เครื่องหมาย/ฉลาก

ท่อและอุปกรณ์ท่อทุกชิ้นจะต้องแสดงเครื่องหมาย (ตัวนูนหรือตัวหล่อภายนอกหรือพื้นแสดงเครื่องหมายด้วยสีที่ไม่เป็นพิษ) ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต

3. ท่อเหล็ก (Steel Pipe)

3.1 ท่อ

ท่อเหล็กจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.427 "ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ" ชั้นคุณภาพ ข หรือ ค สำหรับท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 400 มิลลิเมตร หากไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้ความยาวท่อนละ 12.00 เมตร และท่อเหล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 เมตร หรือเล็กกว่าให้ใช้ความยาวท่อนละ 9.00 เมตร ท่อเหล็กต้องมีคุณสมบัติทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ขนาดและมิติให้เป็นไปตามตารางที่ ก3-1 ขนาดและมิติของท่อเหล็กเหนียว

3.2 ข้อต่อ

3.2.1 ข้อต่อแบบ Mechanical coupling

- (1) ข้อต่อแบบเชิงกล (Mechanical Couplings) เมื่อประกอบเข้ากับท่อต้องทนความดันน้ำได้ ไม่น้อยกว่า 2.0 เมกะพาสคัล (20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาทีโดยไม่มีการรั่วซึม ข้อต่อต้องมีแหวนใน (Sleeve) เป็นแบบทรงกลม (Spherical Sleeve) หรือเทียบเท่า
- (2) ข้อต่อแบบเชิงกล (Mechanical Couplings) ต้องทำด้วยเหล็กกล้าที่มีชั้นคุณภาพเดียวกับเหล็กกล้าที่ใช้ในการผลิตท่อเหล็กกล้า
- (3) สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับข้อต่อแบบเชิงกล (Mechanical Coupling) ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.171 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า 4.6 หรือ ASTM A307 Grade B ต้องได้รับการชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อน

3.2.2 ข้อต่อแบบยึดรั้ง (Restrained Joints)

ต้องใช้ตัวหนอน (Harness Lugs) ที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่มีชั้นคุณภาพเดียวกับเหล็กกล้าที่ใช้ในการผลิตท่อเหล็กกล้าและต้องใช้สลักเกลียวป้อยสองข้าง (Tie Rods) ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A193 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า B7 หรือเทียบเท่าและแป้นเกลียวต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A194 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า 2H และต้องชุบสังกะสีด้วยวิธีจุ่มร้อน

3.2.3 ข้อต่อแบบหน้าจาน (Flanged Joints)

ต้องใช้หน้าจานที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่มีคุณภาพเดียวกับเหล็กกล้าที่ใช้ในการผลิตท่อเหล็กกล้า หน้าจานเหล็กกล้าต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน AWWA C207 สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับหน้าจานต้องเป็นแบบหัวหกเหลี่ยมทำด้วยเหล็กกล้าที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.171 ชั้นคุณภาพไม่ต่ำกว่า 4.6 หรือ ASTM A307 Grade B ชุบด้วยสังกะสีโดยวิธีจุ่มร้อน

ตารางที่ ก3-1 ขนาดและมิติของท่อเหล็กเหนียว

ขนาดระบุ (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอก (มม.)	ความหนาผนังท่อก่อนเคลือบ (มม.)		น้ำหนักท่อก่อนเคลือบโดยประมาณ (กก./ม.)	
		ท่อใต้ดินและ ท่อปลูก	ท่อบนดิน	ท่อใต้ดินและ ท่อปลูก	ท่อบนดิน
100	114.3	2.65-0.25	4.50-0.25	-	-
150	168.3	3.45-0.25	5.50-0.25	12.67	19.93
200	219.1	4.50-0.25	6.00-0.25	23.82	31.53
250	273.0	4.80-0.25	6.00-0.25	31.75	39.51
300	323.9	6.00-0.25	6.00-0.25	47.04	47.04
400	406.4	6.00-0.25	7.90-0.25	59.25	77.64
500	508.0	6.00-0.25	7.90-0.25	74.28	97.43
600	609.6	6.00-0.25	11.10-0.25	89.31	163.80
700	711.2	6.00-0.25	11.10-0.25	105.40	191.60
800	812.8	7.90-0.25	12.70-0.25	156.80	250.60
900	914.4	7.90-0.25	12.70-0.25	176.80	282.40
1,000	1,016.0	9.50-0.25	12.70-0.25	235.80	314.20
1,200	1,219.2	11.10-0.25	15.90-0.25	330.70	471.80
1,500	1,524.0	12.70-0.25	19.10-0.25	473.30	709.90
1,800	1,820.0	15.90-0.25	25.4-0.25	711.07	1,135.92
2,100	2,120.0	19.10-0.25	-	996.54	-

สำหรับท่อปลูกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่า และมีความยาวต่อจุดไม่เกิน 10 เมตร อนุญาตให้ใช้ความหนาผนังท่อและน้ำหนักของท่อตามที่แสดงในตารางเป็นเกณฑ์การทดสอบได้

3.3 อุปกรณ์ท่อ

3.3.1 อุปกรณ์ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่า ให้ใช้อุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทาที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.918 หรืออุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2253 “ข้อต่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมสำหรับท่อส่งน้ำชนิดทนความดัน”

3.3.2 อุปกรณ์ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 400 มิลลิเมตร ให้ใช้อุปกรณ์ท่อเหล็กเหนียวตามแบบแปลนมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง (ต้องผลิตจากโรงงาน) หรืออุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทาที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.918 หรืออุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2253 ในกรณีที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไม่ได้กำหนดไว้ ให้ใช้คุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO, EN, DIN, JIS หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า กรณีที่ท่อหรืออุปกรณ์ท่อฝังในคอนกรีตให้ใช้อุปกรณ์เหล็กเหนียว (ต้องผลิตจากโรงงาน) หรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมชนิดปีกกลาง โดยมีความกว้างของปีกกลางมีความกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร โดยรอบ ความหนาของปีกกลางไม่น้อยกว่าความหนาผนังท่อ (ท่อบนดิน) ขนาดและมิติเป็นไปตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง อุปกรณ์เหล็กเหนียวหรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมเมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิมแล้วเคลือบผิว ดังนี้

3.3.2.1 การเคลือบผิวภายนอกอุปกรณ์ท่อ

สามารถเคลือบด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

(1) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดใต้ดิน ให้เคลือบผิวภายนอกด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตามข้อ 3.5.2.1

(2) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดบนดิน ปฏิบัติตามข้อ 3.5.2.2

3.3.2.2 การเคลือบผิวภายในอุปกรณ์ท่อ

ให้เคลือบด้วย Non-Toxic Liquid Epoxy (ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C 210 สีฟ้า ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน

3.4 ปะเก็นยาง และแหวนยาง

คุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 1.4

3.5 การเคลือบผิว

ให้ปฏิบัติดังนี้

3.5.1 การเคลือบผิวภายใน

นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น ท่อและอุปกรณ์ท่อให้เคลือบด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งดังต่อไปนี้

3.5.1.1 สำหรับท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่าให้เคลือบด้วย Cement mortar ตามมาตรฐานของ AWWA C 205 “Cement mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe-4 In. and Larger-Shop Applied” และทาด้วย Bituminous กันซึมที่ไม่เป็นพิษตามมาตรฐาน AWWA C 104 “Cement mortar for Ductile Iron and Gray Iron Pipe and Fitting for Water Service” สารเคลือบภายในจะต้องไม่มีส่วนผสมของสารที่ละลายน้ำหรือที่ทำให้น้ำประปามีรส กลิ่น และสี ความหนาของ Cement mortar เคลือบภายในท่อต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ ก3-2

ตารางที่ ก3-2 ความหนาของ Cement mortar เคลือบภายใน

ขนาดระบุ (มม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ภายใน (มม.)	ความหนาผนังท่อนก่อนเคลือบ (มม.)		น้ำหนักท่อนก่อนเคลือบ โดยประมาณ (กก./ม.)		ความหนาของ Cement mortar เคลือบภายใน (มม.)
		ท่อใต้ดินและ ท่อปลูก	ท่อบนดิน	ท่อใต้ดินและ ท่อปลูก	ท่อบนดิน	
150	168.3	3.45-0.25	5.50-0.25	12.67	19.93	6+2,-1
200	219.1	4.50-0.25	6.00-0.25	23.82	31.53	6+2,-1
250	273.0	4.80-0.25	6.00-0.25	31.75	39.51	6+2,-1
300	323.9	6.00-0.25	6.00-0.25	47.04	47.04	6+2,-1

3.5.1.2 ให้เคลือบผิวภายในด้วย Liquid Epoxy ต้องเป็นสีฟอกซีสำหรับเคลือบท่อเหล็กกล้าส่งน้ำน้ำบริโภค ที่ได้รับ มอก.1048 (ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal Tar) และให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน AWWA C 210 “Liquid-Epoxy Coating System for The Interior and Exterior of Steel Water Pipe Line” ก่อนทำการเคลือบ ท่อเหล็กจะต้องได้รับการเตรียมผิวโดยการพ่นทรายเพื่อให้ผิวภายในท่อปราศจากสนิมและสิ่งสกปรกอื่นๆ แล้วจึงทำการเคลือบ ความหนารวมทั้งหมดของผิวเคลือบต้องไม่น้อยกว่า 406 ไมครอน และผิวชั้นนอกจะต้องเป็นสีฟ้า NO.RAL 5005 หรือตามที่กำหนด การเคลือบจะต้องดำเนินการในโรงงานโดยวิธี Air Spray หรือ Airless Spray ตามกรรมวิธีของผู้ผลิตสารเคลือบ

อุปกรณ์เหล็กเหนียวหรืออุปกรณ์เหล็กหล่อแกรไฟต์กลม ให้เคลือบผิวภายใน เช่นเดียวกับท่อเหล็ก ความหนารวมของผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 406 ไมครอน เกรดสีฟ้า NO.RAL 5005 อุปกรณ์เหล็กหล่อเทาความหนารวมของผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน เกรดสีฟ้า NO.RAL 5005

3.5.1.3 ท่อปลูกจะต้องเคลือบภายในด้วย Non-Bleeding Type Coal Tar - Epoxy ให้ได้ความหนาของผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 100 ไมครอน และจะต้องเป็นสีเทาดำหรือสีอื่น

ตามที่ระบุการเคลือบจะต้องดำเนินการในโรงงานโดยวิธี Air Spray หรือ Airless Spray ตามกรรมวิธีของผู้ผลิตสารเคลือบ

3.5.2 การเคลือบผิวภายนอก

ท่อและอุปกรณ์ท่อจะต้องเคลือบภายนอกที่โรงงานและต้องซ่อมแซมผิวก่อนวางในร่องดินตามรายละเอียดดังนี้

3.5.2.1 ท่อและอุปกรณ์ท่อชนิดวางใต้ดิน

ให้เคลือบด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- (1) เคลือบผิวภายนอกด้วย Polyurethane (PU) ตามมาตรฐาน AWWA C222 การเคลือบผิวภายนอกของท่อเหล็กและอุปกรณ์ท่อเหล็กชนิดวางใต้ดินด้วย Polyurethane (PU) ตามมาตรฐาน AWWA C222 “Polyurethane Coatings for The Interior and Exterior of Steel Water Pipe and Fittings” ตามตารางที่ ก3-3 โดยการเคลือบผิวต้องดำเนินการในโรงงานโดยทำความสะอาดผิวเหล็กเหนียวด้วยการพ่น (Blast) จนผิวภายนอกปราศจากสนิมผิวด้านและสิ่งสกปรกอื่นๆ และมีความสะอาดได้ระดับมาตรฐาน Steel Structures Painting Council (SSPC-SP10), Sa 2.5 หรือ NACE No.2 ความขรุขระที่ผิวเหล็ก Surface Profile ต้องไม่น้อยกว่า 62.5 ไมครอน

ตารางที่ ก3-3 การเคลือบผิวภายนอกด้วย Polyurethane

ลำดับ	คุณสมบัติ	เกณฑ์มาตรฐาน
1	เฉดสี	เฉดสีฟ้า (RAL 5005) หรือสีอื่น ตามกำหนด
2	เนื้อสี	Solid Content 100%
3	ความหนาสีเมื่อแห้ง (Total Dry Thickness)	ไม่น้อยกว่า 625 ไมครอน (พ่นคราวเดียวกัน) สำหรับท่อเหล็กและไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน สำหรับอุปกรณ์ท่อ
4	แรงยึดเกาะกับผิวเหล็ก (Adhesion)	ไม่น้อยกว่า 105 ksc.* (ที่อุณหภูมิผิวเหล็ก 25°C)
5	ความแข็งของสีเมื่อแห้ง	ไม่น้อยกว่า 70 shore D
6	ทดสอบความสมบูรณ์ของการเคลือบผิว (High Voltage Holiday Test)	ที่แรงดันไฟฟ้า 3000 โวลต์ (ตามมาตรฐาน NACE RP 0188-99)

หมายเหตุ 105 ksc.* เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิผิวเหล็ก 25°C สำหรับการทดสอบในสนามควรทดสอบที่อุณหภูมิผิวเหล็กไม่เกิน 40°C มีค่าแรงยึดเกาะกับผิวเหล็ก (Adhesion) ระหว่าง 80 – 90 ksc. สี Polyurethane สำหรับน้ำดื่มที่นำมาใช้ ต้องมีเอกสารรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ และต้องได้รับการอนุมัติ

(2) เคลือบผิวภายนอกด้วย Coal-Tar ให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน AWWA C 203 "Coal-Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipelines - Enamel and Tape-Hot-Applied" โดยการเคลือบต้องดำเนินการในโรงงานตามลำดับดังต่อไปนี้

1. Primer
2. Coal-tar enamel หนา 2.4 ± 0.8 มิลลิเมตร
3. พันด้วย Coal-tar saturated asbestos felt (วิธีที่ 1 Coal tar enamel and bonded double asbestos-felt) หรือพันด้วย glass-fiber mat (วิธีที่ 2 Coal tar enamel, glass-fiber mat and bonded asbestos-felt wrap or glass-fiber felt)
4. Coal-tar enamel หนา 0.8 มิลลิเมตร
5. พันด้วย Coal-tar saturated asbestos felt (วิธีที่ 1 Coal tar enamel and bonded double asbestos-felt) หรือพันด้วย glass- fiber mat (วิธีที่ 2 Coal tar enamel, glass fiber mat and bonded asbestos-felt wrap or glass-fiber felt)
6. เคลือบด้วย white wash หรือพันด้วย Kraft paper ในกรณีที่เคลือบชั้นนอกสุดด้วย glass fiber felt ผู้ขายหรือผู้รับจ้างผลิตจะต้องแสดงหลักฐานผลงานวางท่อที่เคลือบชั้นนอกสุดด้วย glass-fiber felt สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี น้ำยารองพื้น (primer) จะต้องเป็นของผู้ผลิตรายเดียวกับ Coal tar enamel

3.5.2.2 ท่อและอุปกรณ์ท่อชนิดวางเหนือพื้นดิน

ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดบนดินให้เคลือบด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- (1) เคลือบผิวภายนอกด้วย acrylic aliphatic polyurethane ท่อเหล็กเหนียวจะต้องได้รับการพ่น (Blast) จนผิวภายในท่อปราศจากสนิม ฝุ่นสนิม และสิ่งสกปรกต่างๆ จนผิวท่อมีความสะอาดได้ระดับมาตรฐาน SSPC-SP10 (Steel Structures Painting Council) หรือ SA 2.5 (Swedish Standard SIS 055900) แล้วเคลือบด้วย Mastic Epoxy polyamide paint เฉดสีเทา NO.RAL 7012 Basaltgrey หรือ Liquid งานวางท่อท่มีวไป 11/65 Epoxy เฉดสีฟ้า NO.RAL 5015 (Sky Blue) หรือตามที่ได้รับการอนุมัติจากกองมาตรฐานวิศวกรรม ความหนาของ

การเคลือบเมื่อแห้งจะต้องไม่น้อยกว่า 150 ไมครอน และทับหน้าด้วย acrylic aliphatic polyurethane เฉดสีฟ้า (Light blue) NO.NCS 2040B10G หรือ NO.RAL 5015 ตามที่ได้รับการอนุมัติจากกองมาตรฐานวิศวกรรม ความหนาของการเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน การเคลือบจะต้องดำเนินการในโรงงานโดยวิธี Air Spray หรือ Airless Spray ตามการแนะนำของผู้ผลิตสี

- (2) เคลือบผิวภายนอกด้วย Epoxy-resinous micaceous iron oxide (MIO) ท่อเหล็กเหนียวจะต้องได้รับการพ่น (Blast) จนผิวภายในท่อปราศจากสนิม ฝ้าสนิม และสิ่งสกปรกต่างๆ จนผิวท่อมีความสะอาดได้ระดับมาตรฐาน SSPC-SP10 (Steel Structures Painting Council) แล้วเคลือบด้วย non-bleeding type coal-tar epoxy ความหนาของการเคลือบเมื่อแห้งจะต้องไม่น้อยกว่า 150 ไมครอน และทับหน้า Epoxyresinous micaceous iron oxide (MIO) ความหนาของการเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน เฉดสีฟ้า RAL 5015 การเคลือบจะต้องดำเนินการในโรงงานโดยวิธี Air Spray หรือ Airless Spray ตามการแนะนำของผู้ผลิตสี

3.5.2.3 ท่อปลอก

ท่อปลอกจะต้องเคลือบภายนอกด้วย Non-Bleeding Type Coal Tar Epoxy ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 100 ไมครอน และจะต้องเป็นสีเทาดำหรือสีอื่นตามที่ระบุ การเคลือบจะต้องดำเนินการในโรงงานโดยวิธี Air Spray หรือ Airless Spray ตามกรรมวิธีของผู้ผลิตสารเคลือบ

3.5.2.4 การเคลือบปลายท่อ

ปลายท่อใต้ดินและอุปกรณ์ท่อใต้ดิน กรณีประกอบ Mechanical Coupling หรือหน้างาน และปลายท่อบริเวณปากกระบังสำหรับต่อบรรจุโดยการเชื่อม จะต้องเคลือบด้วย Liquid Epoxy ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal Tar ตามมาตรฐาน AWWA C 210 ให้ได้ความหนาของผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 100 ไมครอน และจะต้องเป็นเฉดสีเดียวกับท่อหรือสีอื่นตามที่ระบุ

3.6 การต่อท่อเหล็ก

3.6.1 ท่อวางใต้ดิน

3.6.1.1 ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 700 มิลลิเมตร

การต่อท่อให้ใช้วิธีการต่อ 3 แบบดังนี้

- (1) ข้อต่อแบบหน้าจาน (Slip on Flange) หน้าจานมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานของ AWWA C 207 “Steel Pipe Flange for Waterworks Service Size 4 In. through 144 In.” ขนาดและมิติให้เป็นไปตามแบบแปลนมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างโดยต้องทำการเชื่อมกับท่อและเคลือบผิวจากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น ยกเว้นกรณีเปลี่ยนแนวหรือทิศทางการวางท่อให้เชื่อมและซ่อมแซมผิวเคลือบ ณ สถานที่ก่อสร้างได้
- (2) ข้อต่อแบบ Sleeve-Type Couplings ให้ใช้เฉพาะกรณีจุดยึดรั้งที่สามารถให้ตัวได้ เชื่อมต่อท่อต่างชนิดหรือระบุไว้ในแบบ ขนาดและมิติให้เป็นไปตามแบบแปลนมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างมีคุณสมบัติตามมาตรฐานของ AWWA C 219 “Bolted, Sleeve-Type Couplings for Plain-End Pipe”
- (3) ต่อเชื่อมปลายท่อหุ้มด้วยปลอกเหล็ก (Butt -Strap joint) ใช้สำหรับท่อใต้ดินที่เคลือบผิวภายในด้วย Cement mortar เท่านั้น รายละเอียดขนาดของปลอกเหล็กให้เป็นไปตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง

** หมายเหตุ หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น การต่อท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 700 มิลลิเมตร วางใต้ดิน ให้ใช้ข้อต่อแบบหน้าจานโดยเชื่อมต่อกับท่อจากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำการเชื่อมต่อ ณ สถานที่ก่อสร้าง

3.6.1.2 ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 700 มิลลิเมตรขึ้นไป ให้ใช้ท่อแบบปลายปากกระชัง (Spigot and Socket End) การต่อท่อให้ใช้การเชื่อมแบบต่อเกย (Lap Welded Slip Joint) รายละเอียดให้เป็นไปตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง

3.6.2 ท่อวางเหนือพื้นดิน

3.6.2.1 ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 700 มิลลิเมตร การต่อท่อให้ใช้เชื่อมต่อท่อเหล็กด้วยวิธีการเชื่อมแบบปลายตัดตรงหรือลบบุม (Single Welded Butt Joint) รายละเอียดให้เป็นไปตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง

3.6.2.2 ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 700 มิลลิเมตรขึ้นไป การต่อท่อให้ใช้เชื่อมต่อท่อเหล็กด้วยวิธีการเชื่อมแบบปลายตัดตรงหรือลบบุมแบบเชื่อมด้านในและด้านนอกท่อ (Double Welded Butt Joint) รายละเอียดให้เป็นไปตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง

3.6.3 ท่อปลอก

ท่อปลอกเหล็ก ปลายท่อเป็นแบบปลายลบบุมสำหรับต่อบรรจบโดยใช้การเชื่อม การต่อท่อให้ใช้การเชื่อมแบบ Single Welded Butt Joints โดยให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน มอก.427 "ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ"

3.6.4 การทำปลายท่อสำหรับเชื่อม

หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ปลายท่อและอุปกรณ์จะต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- (1) ท่อใต้ดินขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 700 มิลลิเมตร ต้องเป็นปลายเรียบ ตัดตรง วิธีการเตรียมปลายท่อและวิธีการเชื่อมให้ปฏิบัติตาม มอก.427 "ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ"
- (2) ท่อใต้ดินขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 700 มิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นปลายปาก ระฆังตัดตรง วิธีการเตรียมปลายท่อและวิธีการเชื่อมให้ปฏิบัติตาม มอก.427 "ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ"
- (3) ท่อบนดินขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 700 มิลลิเมตร ต้องเป็นปลายกลม วิธีการเตรียมปลายท่อและวิธีการเชื่อมให้ปฏิบัติตาม มอก.427 "ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ"
- (4) ท่อบนดินขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 700 มิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นปลายกลมสองด้านวิธีการเตรียมปลายท่อและวิธีการเชื่อมให้ปฏิบัติตาม มอก.427 "ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ"

3.7 การทดสอบแรงดันน้ำ (ณ โรงงานผู้ผลิต)

ก่อนที่จะทำการเคลือบภายในและภายนอก ท่อทุกท่อนและอุปกรณ์ท่อทุกชิ้น จะต้องผ่านการทดสอบแรงดันน้ำ การทดสอบแรงดันน้ำของท่อจะต้องทดสอบตามกำหนดในตารางที่ ก3-4

ตารางที่ ก3-4 ความดันทดสอบสำหรับการทดสอบท่อขนาดต่างๆ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ความดันทดสอบ เมกะพาสคัล (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)		
	ท่อใต้ดิน	ท่อบนดิน	เวลาที่ใช้ทดสอบ ไม่น้อยกว่า (วินาที)
150-250	5.0(50)	5.0(50)	5
300	4.0(40)	5.0(50)	
400	3.5(35)	5.0(50)	
500	3.0(30)	3.5(35)	10
600	2.5(25)	3.5(35)	
700	2.0(20)	3.5(35)	
800	2.0(20)	3.0(30)	30
900-1,500	2.0(20)	3.0(30)	
1,800-2,100	2.0(20)	2.5(25)	

3.8 การกองเก็บท่อและการเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ

3.8.1 การกองเก็บท่อให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน และต้องคลุมท่อด้วยผ้าใบหรือเก็บไว้ในที่ร่ม และไม่ถูกแสงแดด

3.8.2 การเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ ต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติก

3.8.3 การเก็บรักษาปะเก็นยาง แหวนยางสำหรับท่อและข้อต่อ ต้องบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกสนิท บนถุงพลาสติกจะต้องพิมพ์ข้อความวิธีเก็บรักษาอย่าง แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือลังไม้ เก็บในที่ร่มแห้งและไม่ถูกแสงแดด ไม่ควรวางของหรือสิ่งอื่นทับเพื่อป้องกันการชำรุดของแหวนยาง

3.8.4 สำหรับปลายท่อจะต้องมีสิ่งปกปิด เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอมเข้าภายในท่อชนิดของสิ่งปกปิดจะต้องมั่นคงแข็งแรง

3.9 เครื่องหมาย/ฉลาก

ท่อและอุปกรณ์ท่อทุกชิ้น จะต้องแสดงเครื่องหมาย (ตัวนูนหรือตัวหล่อภายนอกหรือพ่นแสดงเครื่องหมายด้วยสีที่ไม่เป็นพิษ) ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต และหมายเลขลำดับที่ผลิต

แหวนยางและปะเก็นยางจะต้องมีเครื่องหมายตัวนูนภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต

4. ท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride Pipe)

4.1 ท่อ

ท่อพีวีซี จะต้องมีความสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.17 "ท่อพีวีซีแข็ง สำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม" ความถ่วงจำเพาะของท่อไม่เกิน 1.43 โดยผ่านการทดสอบจากหน่วยงานหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ วัสดุที่นำมาทำท่อพีวีซีและข้อต่อพีวีซีต้องเป็นไปตาม ASTM D 1784, ASTM D 3915 และ ASTM D 4216 คอมพาวด์ที่นำมาทำท่อต้องเป็นเรซิน (โพลีเมอร์) ใหม่ และประกอบด้วย ไวนิลคลอไรด์ โมโนเมอร์ ไม่น้อยกว่า 99% และความหนืด (inherent viscosity) ไม่น้อยกว่า 0.88

(1) ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 55 มิลลิเมตร ให้ใช้ท่อปลายธรรมดาชั้นคุณภาพ PVC 13.5 ข้อต่อท่อ ให้ใช้ข้อต่อที่มีความสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1131 “ข้อต่อท่อพีวีซีแข็ง สำหรับใช้กับท่อรับความดัน” โดยใช้น้ำยาเชื่อมเดียวกับท่อในการเชื่อมประสาน

(2) ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 ถึง 80 มิลลิเมตร ให้ใช้ท่อปลายบานชนิดต่อด้วยแหวนยางชั้นคุณภาพ PVC 13.5

(3) ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 80 มิลลิเมตร ให้ใช้ท่อปลายบานชนิดต่อด้วยแหวนยางชั้นคุณภาพ PVC 8.5

4.2 รััดแยกท่อและยี่โบลท์

4.2.1 รััดแยกท่อ (service clamp)

รััดแยกท่อ จะต้องทำจากวัสดุพียูซี หรือทองบรอนซ์ หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่ารูปแบบของรััดแยกท่อให้เป็นไปตามการออกแบบของผู้ผลิตเมื่อใช้กับท่อจะไม่ทำให้ท่อเสียรูปและต้องได้รับความเห็นชอบ สามารถรับความดันน้ำได้ ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

(1) รััดแยกท่อ ที่ทำจากวัสดุพียูซี

วัสดุพียูซี ที่นำมาใช้ผลิตรััดแยกท่อ ต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงเทียบเท่าหรือดีกว่าวัสดุพียูซี ที่ใช้ในการผลิตตัวท่อ เกลียวสำหรับสวมต่อท่อบริการต้องเป็นแบบเกลียวในตามมาตรฐาน BS 21 และต้องเสริมด้วยทองบรอนซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติตามตารางที่ ก4-1

(2) รััดแยกท่อ ที่ทำจากวัสดุทองบรอนซ์

วัสดุทองบรอนซ์ ที่นำมาใช้ผลิตรััดแยกท่อ ต้องมีคุณสมบัติตามตารางที่ ก4-1 เกลียวสำหรับสวมต่อท่อบริการต้องเป็นแบบเกลียวในตามมาตรฐาน BS 21 แป้นสำหรับร้อยสลักเกลียว จะต้องจัดให้มีที่บังคับ (lock) หัวสลักเกลียวมิให้หมุนตามการขันแป้นเกลียวขณะทำการติดตั้งรััดแยกท่อ

(3) สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับใช้กับรััดแยกท่อ

สลักเกลียวและแป้นเกลียว ต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A320 Grade B8 หรือ Copper Aluminium Alloy, CuAl10 Fe30 ตามมาตรฐาน ISO 428 หรือใช้ Copper Alloy UNS No C 62300 ตามมาตรฐาน ASTM B150 ขนาดมิติของสลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS4190 ความหนาของหน้าแป้นเกลียวเป็นแบบ Normal thickness nut ปลายแยกสำหรับต่อท่อบริการ (Outer socket) จะต้องปิดด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันมิให้เศษสิ่งสกปรกเข้าภายในและรััดแยกท่อทั้งชุด (ต่อชุด) จะต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติก

(4) แหวนยาง ให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 1.4

4.3 อุปกรณ์ท่อ

4.3.1 ท่อพียูซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 55 มิลลิเมตร ให้ใช้อุปกรณ์ท่อพียูซีชั้นคุณภาพเดียวกับท่อและมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1131 “ข้อต่อท่อพียูซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน” ชนิดต่อด้วยน้ำยาและน้ำยาที่ใช้ต้องมียี่ห้อเดียวกับท่อ

4.3.2 ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 ถึง 65 มิลลิเมตร ให้ใช้อุปกรณ์ท่อพีวีซีชั้นคุณภาพเดียวกับท่อและมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1131 “ข้อต่อท่อพีวีซีเชิงสำหรับใช้กับท่อรับความดัน” ชนิดต่อด้วยแหวนยาง

4.3.3 ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า ให้ใช้อุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทาหรืออุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมแบบปลายปากกระฆังหรือแบบปลายหน้าจานที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.918 “อุปกรณ์และข้อต่อเหล็กหล่อเทา สำหรับท่อส่งน้ำชนิดทนความดัน” และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2253 “ข้อต่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมสำหรับท่อส่งน้ำชนิดทนความดัน”

4.3.4 ยีโบลต์ต้องทำจากเหล็กหล่อเทาที่มีคุณสมบัติทางกลตาม มอก.918 สลักเกลียวและแป้นเกลียวสำหรับใช้กับหน้าจานและแหวนรอง (Backing Ring) ต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A320 Grade B8 หรือใช้โลหะผสมทองแดงอะลูมิเนียม (Copper Aluminium Alloy) ตามมาตรฐาน ISO 428 หรือใช้โลหะผสมทองแดง (Copper alloy) ตามมาตรฐาน ASTM B150 ขนาดและมิติต่างๆ ของยีโบลต์ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐาน

4.4 ปะเก็นยางและแหวนยาง

คุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 1.4

4.5 การเคลือบผิว

อุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทาและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมเมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำจะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิมแล้วเคลือบผิว ดังนี้

4.5.1 การเคลือบผิวภายนอกอุปกรณ์ท่อ

สามารถเคลือบด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

(1) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดใต้ดิน ให้เคลือบผิวภายนอกด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตามข้อ 3.5.2.1

(2) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดบนดิน ให้เคลือบผิวภายนอก ตามข้อ 3.5.2.2

4.5.2 การเคลือบผิวภายในอุปกรณ์ท่อ

ให้เคลือบด้วย Non-Toxic Liquid Epoxy (ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C 210 สีฟ้า ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน สำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทา และความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 406 ไมครอน อุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลม

ข้อกำหนดมาตรฐานงานก่อสร้างและติดตั้ง

ตารางที่ ๓4-1 ส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกลของวัสดุ

	ค่าประสิทธิภาพทางเคมี (หน่วยเป็นร้อยละ)								คุณสมบัติทางกล				
	เมทานอล (MeOH)	อีทิลเฮกเซน (n-Hex)	โทลูอีน	ปิโตรเลียม	พอร์เลน	ดีบุก	เหล็ก (Fe)	สังกะสี	ความแข็งแรงดึงสูงสุด (MPa)	ความแข็งแรงดึง (MPa)	ความยืดหยุ่น (ร้อยละ)	ความแข็ง (HBS)	
พอลิเอทิลีน	•	•	•	•	82.0-87.0	4.0-6.0	4.0-6.0	•	4.0 ถึง 7.0	210	95	15	•

[illegible]

- 1.1 ASTM A283, Grade C or D
- 1.2 ASTM A570, Grade 50, 55, 60, 65 or 70
- 1.3 JIS G3457
- 1.4 JIS G3101, Class SS400
- 1.5 Copper - Aluminum Alloy castings: UNS C60600, C60610, C60620, C60630, C60640, C60650, C60660, C60670, C60680, C60690, C60700, C60710, C60720, C60730, C60740, C60750, C60760, C60770, C60780, C60790, C60800, C60810, C60820, C60830, C60840, C60850, C60860, C60870, C60880, C60890, C60900, C60910, C60920, C60930, C60940, C60950, C60960, C60970, C60980, C60990, C61000, C61010, C61020, C61030, C61040, C61050, C61060, C61070, C61080, C61090, C61100, C61110, C61120, C61130, C61140, C61150, C61160, C61170, C61180, C61190, C61200, C61210, C61220, C61230, C61240, C61250, C61260, C61270, C61280, C61290, C61300, C61310, C61320, C61330, C61340, C61350, C61360, C61370, C61380, C61390, C61400, C61410, C61420, C61430, C61440, C61450, C61460, C61470, C61480, C61490, C61500, C61510, C61520, C61530, C61540, C61550, C61560, C61570, C61580, C61590, C61600, C61610, C61620, C61630, C61640, C61650, C61660, C61670, C61680, C61690, C61700, C61710, C61720, C61730, C61740, C61750, C61760, C61770, C61780, C61790, C61800, C61810, C61820, C61830, C61840, C61850, C61860, C61870, C61880, C61890, C61900, C61910, C61920, C61930, C61940, C61950, C61960, C61970, C61980, C61990, C62000, C62010, C62020, C62030, C62040, C62050, C62060, C62070, C62080, C62090, C62100, C62110, C62120, C62130, C62140, C62150, C62160, C62170, C62180, C62190, C62200, C62210, C62220, C62230, C62240, C62250, C62260, C62270, C62280, C62290, C62300, C62310, C62320, C62330, C62340, C62350, C62360, C62370, C62380, C62390, C62400, C62410, C62420, C62430, C62440, C62450, C62460, C62470, C62480, C62490, C62500, C62510, C62520, C62530, C62540, C62550, C62560, C62570, C62580, C62590, C62600, C62610, C62620, C62630, C62640, C62650, C62660, C62670, C62680, C62690, C62700, C62710, C62720, C62730, C62740, C62750, C62760, C62770, C62780, C62790, C62800, C62810, C62820, C62830, C62840, C62850, C62860, C62870, C62880, C62890, C62900, C62910, C62920, C62930, C62940, C62950, C62960, C62970, C62980, C62990, C63000, C63010, C63020, C63030, C63040, C63050, C63060, C63070, C63080, C63090, C63100, C63110, C63120, C63130, C63140, C63150, C63160, C63170, C63180, C63190, C63200, C63210, C63220, C63230, C63240, C63250, C63260, C63270, C63280, C63290, C63300, C63310, C63320, C63330, C63340, C63350, C63360, C63370, C63380, C63390, C63400, C63410, C63420, C63430, C63440, C63450, C63460, C63470, C63480, C63490, C63500, C63510, C63520, C63530, C63540, C63550, C63560, C63570, C63580, C63590, C63600, C63610, C63620, C63630, C63640, C63650, C63660, C63670, C63680, C63690, C63700, C63710, C63720, C63730, C63740, C63750, C63760, C63770, C63780, C63790, C63800, C63810, C63820, C63830, C63840, C63850, C63860, C63870, C63880, C63890, C63900, C63910, C63920, C63930, C63940, C63950, C63960, C63970, C63980, C63990, C64000, C64010, C64020, C64030, C64040, C64050, C64060, C64070, C64080, C64090, C64100, C64110, C64120, C64130, C64140, C64150, C64160, C64170, C64180, C64190, C64200, C64210, C64220, C64230, C64240, C64250, C64260, C64270, C64280, C64290, C64300, C64310, C64320, C64330, C64340, C64350, C64360, C64370, C64380, C64390, C64400, C64410, C64420, C64430, C64440, C64450, C64460, C64470, C64480, C64490, C64500, C64510, C64520, C64530, C64540, C64550, C64560, C64570, C64580, C64590, C64600, C64610, C64620, C64630, C64640, C64650, C64660, C64670, C64680, C64690, C64700, C64710, C64720, C64730, C64740, C64750, C64760, C64770, C64780, C64790, C64800, C64810, C64820, C64830, C64840, C64850, C64860, C64870, C64880, C64890, C64900, C64910, C64920, C64930, C64940, C64950, C64960, C64970, C64980, C64990, C65000, C65010, C65020, C65030, C65040, C65050, C65060, C65070, C65080, C65090, C65100, C65110, C65120, C65130, C65140, C65150, C65160, C65170, C65180, C65190, C65200, C65210, C65220, C65230, C65240, C65250, C65260, C65270, C65280, C65290, C65300, C65310, C65320, C65330, C65340, C65350, C65360, C65370, C65380, C65390, C65400, C65410, C65420, C65430, C65440, C65450, C65460, C65470, C65480, C65490, C65500, C65510, C65520, C65530, C65540, C65550, C65560, C65570, C65580, C65590, C65600, C65610, C65620, C65630, C65640, C65650, C65660, C65670, C65680, C65690, C65700, C65710, C65720, C65730, C65740, C65750, C65760, C65770, C65780, C65790, C65800, C65810, C65820, C65830, C65840, C65850, C65860, C65870, C65880, C65890, C65900, C65910, C65920, C65930, C65940, C65950, C65960, C65970, C65980, C65990, C66000, C66010, C66020, C66030, C66040, C66050, C66060, C66070, C66080, C66090, C66100, C66110, C66120, C66130, C66140, C66150, C66160, C66170, C66180, C66190, C66200, C66210, C66220, C66230, C66240, C66250, C66260, C66270, C66280, C6

4.6 การกองเก็บท่อและเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ

4.6.1 การกองเก็บท่อให้ปฏิบัติตามแบบมาตรฐาน และต้องคลุมท่อด้วยผ้าใบหรือเก็บไว้ในที่ร่มและไม่ถูกแสงแดด

4.6.2 การเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ ต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติก

4.6.3 การเก็บรักษาปะเก็นยาง แหวนยางสำหรับท่อและข้อต่อ ต้องบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกสนิท บนถุงพลาสติกจะต้องพิมพ์ข้อความวิธีเก็บรักษาอย่าง แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือลังไม้ เก็บในที่ร่มแห้งและไม่ถูกแสงแดด ไม่ควรวางของหรือสิ่งอื่นทับเพื่อป้องกันการชำรุดของแหวนยาง

4.6.4 สำหรับปลายท่อจะต้องมีสิ่งปกปิด เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอมเข้าภายในท่อชนิดของสิ่งปกปิดจะต้องมั่นคงแข็งแรง

4.7 เครื่องหมาย/ฉลาก

ท่อ ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต เครื่องหมาย และหมายเลขลำดับที่ผลิต

อุปกรณ์ท่อ รััดแยกและยี่โบลท์ที่ทำจากเหล็กหล่อเทาและเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมทุกชิ้น ต้องมีเครื่องหมายหล่อที่ผิวภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต และหมายเลขลำดับที่ผลิต

แหวนยางและปะเก็นยางจะต้องมีเครื่องหมายตัวนูนภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต

5. ท่อพีบี (Polybutylene Pipe)

5.1 ท่อ

ท่อพีบีจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.910 "ท่อโพลีบิวทิลีนสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม" ท่อพีบี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 65 มิลลิเมตร ให้ใช้ชั้นคุณภาพ SDR 13.5 ส่วนท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า ให้ใช้ชั้นคุณภาพ SDR 17

5.2 ข้อต่อ/อุปกรณ์ท่อ

ข้อต่อท่อพีบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่า ให้ใช้แบบ Compression ซึ่งไม่ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของระบบเส้นท่อลลดลง ท่อพีบีและข้อต่อพีบีต้องได้รับการผลิตจากผู้ผลิตรายเดียวกันยกเว้นส่วนที่นำมาใช้เป็นขาตั้งมาตรวัดน้ำ ส่วนข้อต่อท่อพีบี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร ให้เชื่อมต่อแบบ Butt Fusion

(1) ตัวเรือนอุปกรณ์ท่อและข้อต่อต้องทำจากพลาสติก ทองบรอนซ์ หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าและไม่เป็นสนิม

- (2) แหวนล็อก (Grab ring, Clamp ring, Spit ring) จะต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม บรอนซ์ ทองเหลือง หรือโลหะอื่นที่เทียบเท่าและไม่เป็นสนิม
- (3) อุปกรณ์ท่อที่ทำด้วยพลาสติกจะต้องไม่ทำให้ มีกลิ่น รส และสีเปลี่ยนไปจากเดิม และ ปริมาณสารที่สกัดได้ ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในมาตรฐาน มอก.910
- (4) อุปกรณ์ท่อจะต้องเป็นแบบที่ประกอบเข้ากับท่อได้ง่าย โดยใช้แรงดันสวมอุปกรณ์ท่อเข้ากับท่อและขันแค็ปล็อกให้แน่น

5.3 แหวนยาง

คุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 1.4

5.4 การกองเก็บท่อและเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ

5.4.1 การกองเก็บท่อให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน และต้องคลุมท่อด้วยผ้าใบหรือเก็บไว้ในที่ร่ม และไม่ถูกแสงแดด

5.4.2 การเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ ต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติก

5.4.3 การเก็บรักษาปะเก็นยาง แหวนยางสำหรับท่อและข้อต่อ ต้องบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกสนิท บนถุงพลาสติกจะต้องพิมพ์ข้อความวิธีเก็บรักษาอย่าง แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือลังไม้ เก็บในที่ร่มแห้งและไม่ถูกแสงแดด ไม่ควรวางของหรือสิ่งอื่นทับเพื่อป้องกันการชำรุดของแหวนยาง

5.5 เครื่องหมาย/ฉลาก

ท่อและอุปกรณ์ท่อทุกชิ้น จะต้องแสดงเครื่องหมาย (ตัวนูนหรือตัวหล่อภายนอกหรือพ่นแสดงเครื่องหมายด้วยสีที่ไม่เป็นพิษ) ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต และหมายเลขลำดับที่ผลิต

แหวนยางและปะเก็นยางจะมีต้องมีเครื่องหมายตัวนูนภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต

6. ท่อเอชดีพีอี (High Density Polyethylene Pipe)

6.1 ท่อ

ท่อเอชดีพีอี จะต้องทำจากพอลิเอทิลีนคอมพาวนด์สำหรับผลิตท่อน้ำดื่ม ที่มีชั้นคุณภาพ (PE) ไม่ด้อยกว่า มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2559 โดยพอลิเอทิลีนคอมพาวนด์ที่ใช้ในการผลิตท่อ ต้องเป็นพอลิเอทิลีนคอมพาวนด์ใหม่ (Virgin Compound) เท่านั้น ไม่เคยผ่านการทำผลิตภัณฑ์ใดๆ หรือผ่านการขึ้นรูปมาก่อน และเมื่อขึ้นรูปเป็นท่อเอชดีพีอีแล้ว จะต้องมีความสอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.982 "ท่อพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง สำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม"

6.2 ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อ

6.2.1 ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี

ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี อุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี เช่น ข้อโค้ง สามทาง ข้อลด ฯลฯ จะต้องผลิตจากวัสดุมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับท่อเอชดีพีอี และผลิตจากโรงงานเดียวกับผู้ผลิตท่อเอชดีพีอี การผลิตต้องใช้วิธีการดังนี้

- แบบหล่อ (Injection Mold) ใช้การหล่อโดยวิธี Compression Mold หรือการหล่อโดยใช้วิธี Injection Mold หากใช้การหล่อแบบ Injection Mold จะอนุญาตให้ใช้ได้ เมื่อมีการสุ่มตัวอย่าง 10% มาตรวจสอบแล้วไม่พบว่ามีฟองอากาศภายในเนื้อวัสดุ
- แบบประกอบจากภาคตัดต่างๆ ของท่อตรง (Fabricating From Straight Pipes) ซึ่งนำมาเชื่อมต่อกันโดยวิธี Butt Fusion ความหนาของผนังอุปกรณ์ท่อจะต้องไม่น้อยกว่าความหนาของผนังท่อเอชดีพีอีขนาดเดียวกัน ท่อนำมาผลิตต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.982
- ต้องผลิตจากวัสดุมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับท่อเอชดีพีอี โดยขนาดและมิติของข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO หรือ EN หรือ DIN โดยมีรูปแบบและความดันระบุ (PN) ของข้อต่อและอุปกรณ์ท่อตาม **ตารางสรุป ก6-1** ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเอชดีพีอีจะต้องผ่านการทดสอบความดันก่อนนำไปติดตั้งใช้งาน
- ข้อลดและสามทางลดสามารถลดได้โดยใช้อัตราส่วนของ ศก.ท่อทางเข้า/ศก. ท่อออก ไม่เกิน 3

6.2.2 ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทาหรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลม

ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทาแบบปลายหน้าจาน ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.918 “อุปกรณ์และข้อต่อเหล็กหล่อเทา สำหรับท่อส่งน้ำ ชนิดทนความดันระบุ” ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมแบบปลายหน้าจาน ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2253 “ข้อต่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมสำหรับท่อส่งน้ำ ชนิดทนความดันระบุ”

สำหรับข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี เหล็กหล่อเทาและเหล็กหล่อแกรไฟต์กลม เช่น สามทาง ข้อโค้ง เป็นต้น ต้องทำแท่นคอนกรีตยึดข้อต่อหรืออุปกรณ์ท่อตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง

6.2.3 ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อแบบ Electro Fusion

ต้องมีชั้นคุณภาพเช่นเดียวกับท่อเอชดีพีอีโดยขนาดและมิติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. หรือ ISO 4427-3 หรือ EN 12201-3 (ให้พิจารณาตามมาตรฐาน มอก. เป็นอันดับแรก) สามารถใช้เชื่อมต่อสำหรับงานต่อขยาย เช่น สามทาง Saddle สามทางลดงานซ่อมบำรุง เช่น Coupler หรือ Repair หรืองาน

ติดตั้งในพื้นที่แคบ โดยข้อต่อและอุปกรณ์ท่อแบบ Electro Fusion สามารถใช้กับท่อต่างโรงงานผู้ผลิตได้

6.2.4 Repair clamp

ใช้สำหรับซ่อมแซมท่อเป็นการชั่วคราวเท่านั้น ผลิตจาก stainless steel 304 ทนแรงดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 10 บาร์ โดยปะเก็นยางมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 1.4 น็อตและสลักเกลียวใช้ stainless 304

6.3 การเชื่อมต่อท่อเอชดีพีอี

การต่อท่อเอชดีพีอีเข้ากับท่อเอชดีพีอี หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้อุปกรณ์และข้อต่อเอชดีพีอีและให้ดำเนินการด้วยวิธีต่อไปนี้

6.3.1 การเชื่อมต่อแบบ Butt Fusion

- (1) สำหรับการต่อท่อเอชดีพีอีกับท่อเอชดีพีอีหรือข้อต่อหรืออุปกรณ์ท่อเอชดีพีอีที่ผลิตจากโรงงานเดียวกัน ชั้นคุณภาพ (PE) เดียวกันและมีชั้นความดัน (PN) เดียวกัน
- (2) ขั้นตอนการเชื่อมให้เป็นไปตามคู่มือปฏิบัติของเครื่องเชื่อมนั้นๆ รอยเชื่อมต้องแข็งแรงควรมีขนาดเท่าเทียมกันและผิวของรอยเชื่อมที่นูนขึ้นมาควรเรียบและมีขนาดใกล้เคียงกัน ความหนาของอุปกรณ์ท่อที่นำมาต่อกับท่อเอชดีพีอีต้องทำการปรับความหนาของผนังท่อจากโรงงานผู้ผลิตโดยอ้างอิงขนาดมิติตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิตการทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมการเคลื่อนย้ายท่อและการทดสอบแรงดันน้ำ จะกระทำได้เมื่อรอยเชื่อมเย็นลงโดยสมบูรณ์แล้ว (ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง)
- (3) อุปกรณ์ท่อโค้ง สามทาง และ Stub end เอชดีพีอี ต้องทำการปรับความหนาที่ปลายอุปกรณ์หรือข้อต่อให้เท่ากับความหนาท่อนสั้นเอชดีพีอีที่จะนำมาเชื่อม
- (4) ท่อนสั้นเอชดีพีอี ต้องมีความหนาผนังท่อและชั้นความดันเดียวกับเส้นท่อที่จะนำมาเชื่อมโดยมีความยาวของท่อนสั้นตามตารางที่ ก6-2 และท่อสั้นต้องเชื่อมต่อกับข้อต่อหรืออุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี จากโรงงานผู้ผลิต พร้อมประทับตราบริษัทผู้ผลิตที่รอยเชื่อม
- (5) ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี จะอนุญาตให้ใช้ได้เมื่อมีการสุ่มตัวอย่าง 10% หรืออย่างน้อย 1 ตัวอย่าง ทดสอบแรงดันน้ำจากโรงงานผู้ผลิต เท่ากับ PN ของท่อระยะเวลาทดสอบไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

ตารางที่ ก6-1 ตารางสรุปความดันระดับข้อต่อท่อ

ลำดับ	ชนิดท่อ	วิธีการผลิต	ค่าแรงกด	ความดันระดับข้อต่อ			
				PN6 _{สูง}	PN8 _{สูง}	PN10 _{สูง}	PN12.5 _{สูง}
1	ข้อต่อ 90 องศา	ฉีดขึ้นรูป (Injection moulded)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมแบบประกบ (Flange joint)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมมุมสี่เหลี่ยม 7.5° < β < 15°	0.8	PN8	PN10	PN12.5	PN16
		เชื่อมมุมสี่เหลี่ยม 7.5° < β < 15°	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
2	ข้อต่อ 45 องศา	ฉีดขึ้นรูป (Injection moulded)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมแบบประกบ (Flange joint)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมมุมสี่เหลี่ยม 7.5° < β < 15°	0.8	PN8	PN10	PN12.5	PN16
		เชื่อมมุมสี่เหลี่ยม 7.5° < β < 15°	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
3	ข้อต่อ 90 องศา	ฉีดขึ้นรูป (Injection moulded)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมแบบประกบ (Flange joint)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมมุมสี่เหลี่ยม 7.5° < β < 15°	0.8	PN8	PN10	PN12.5	PN16
		เชื่อมมุมสี่เหลี่ยม 7.5° < β < 15°	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
4	ข้อต่อสามทาง	ฉีดขึ้นรูป (Injection moulded)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมแบบประกบ (Flange joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
		เชื่อมแบบเชื่อม (Welded joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
		เชื่อมแบบบัดกรี (Welded joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
5	ข้อต่อสามทางลด	ฉีดขึ้นรูป (Injection moulded)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมแบบประกบ (Flange joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
		เชื่อมแบบเชื่อม (Welded joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
		เชื่อมแบบบัดกรี (Welded joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
6	ข้อต่อสามทาง (SO)	ฉีดขึ้นรูป (Injection moulded)	1	PN6	PN8	PN10	PN12.5
		เชื่อมแบบประกบ (Flange joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
		เชื่อมแบบเชื่อม (Welded joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25
		เชื่อมแบบบัดกรี (Welded joint)	0.6	PN12.5	PN15	PN20	PN25

ตารางที่ ก6-2 ความยาวท่อนสัน U สำหรับเชื่อมกับโค้ง สามทาง และ Stub end

ขนาดท่อ	ความยาวท่อ (ม.)
110-315	0.5
>315	1.0

6.3.2 การเชื่อมต่อแบบ Electro Fusion

- (1) สำหรับการต่อท่อเอชดีพีอีกับท่อเอชดีพีอีหรือข้อต่อหรืออุปกรณ์ท่อเอชดีพีอีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มม. หรือใหญ่กว่า
- (2) วิธีการเชื่อมต่อให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผู้ผลิต

6.3.3 การเชื่อมต่อด้วย Stub End

- (1) ใช้สำหรับการต่อท่อเอชดีพีอีกับท่อเอชดีพีอีหรือข้อต่อหรืออุปกรณ์ท่อเอชดีพีอีที่มีชั้นคุณภาพ (PE) ต่างกัน
- (2) ใช้สำหรับการต่อท่อเอชดีพีอีที่วางใหม่ต่อกับท่อเอชดีพีอีหรือข้อต่อหรืออุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี ที่วางไว้เดิม
- (3) ใช้สำหรับการต่อท่อเอชดีพีอี กับท่อหรือข้อต่อหรืออุปกรณ์ท่อชนิดอื่น
- (4) อุปกรณ์ Stub End จะต้องผลิตจากท่อหนาแล้วนำไปกลึงขึ้นรูปให้ได้มิติตามมาตรฐานหรือใช้การหล่อโดยวิธี Compression Mold หรือการหล่อโดยใช้วิธี Injection Mold หากใช้การหล่อแบบ Injection Mold จะอนุญาตให้ใช้ได้เมื่อมีการสุ่มตัวอย่าง 10% มาตรวจสอบแล้วไม่พบว่ามีฟองอากาศภายในเนื้อวัสดุ อุปกรณ์ Stub End ต้องมีความยาวของตัวเรือนเพียงพอสำหรับทำงานกับชุดจับยึด Stub End ของเครื่องเชื่อมต่อ
- (5) อุปกรณ์ Backing Ring พร้อมสลักเกลียวและแป้นเกลียวต้องทำด้วยวัสดุ Ductile Iron ความยาวของสลักเกลียว ให้เป็นไปตามการออกแบบของผู้ผลิต อุปกรณ์ท่อเอชดีพีอี การต่อท่อเชื่อมต่อเอชดีพีอีบริษัทผู้ผลิตจะต้องจัดส่งวิศวกรหรือช่างผู้ชำนาญการ พร้อมออกหนังสือการจัดส่งบุคลากรและอุปกรณ์เครื่องมือในการเชื่อมต่อ ไปควบคุมการต่อท่อเชื่อมต่อตลอดโครงการ พร้อมออกใบรับรองการเชื่อมต่อเอชดีพีอี ในนามของบริษัทผู้ผลิตให้ด้วย ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องแนบใบรับรองดังกล่าวในการส่งผลงานวางท่อเอชดีพีอี แต่ละงวดมาประกอบการพิจารณาตรวจรับงานของคณะกรรมการตรวจการจ้าง ใบรับรองนี้ต้องมีข้อมูลของการเชื่อมแต่ละจุดที่พิมพ์จากเครื่องประมวลผลการเชื่อมต่อแบบเก็บบันทึกข้อมูล และต้องไม่สามารถแก้ไขข้อมูลที่บันทึกไว้ได้แบบ Data

Logger โดยเครื่องประมวลผลต้องเป็นแบบ Print out ในตัว โดยข้อมูลดังกล่าวต้องมีรายละเอียดที่สำคัญ อย่างน้อยได้แก่

- วันที่และเวลาของการเชื่อม
- อุณหภูมิของแผ่นความร้อน
- ความดันที่ใช้ในการเชื่อมและความดันในระหว่างปล่อยให้รอยเชื่อมเย็นตัว
- เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนและเวลาที่ใช้ในการรอให้รอยเชื่อมเย็นตัว

6.4 ปะเก็นยาง

คุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 1.4

6.5 การเคลือบผิว

อุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทาและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมเมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิมแล้วเคลือบผิว ดังนี้

6.5.1 การเคลือบผิวภายนอกอุปกรณ์ท่อ

สามารถเคลือบด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- (1) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดใต้ดิน ให้เคลือบผิวภายนอกด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตามข้อ 3.5.2.1
- (2) ท่อและอุปกรณ์ท่อ ชนิดบนดิน ให้เคลือบผิวภายนอก ตามข้อ 3.5.2.2

6.5.2 การเคลือบผิวภายในอุปกรณ์ท่อ

ให้เคลือบด้วย Non-Toxic Liquid Epoxy (ชนิดไม่มีส่วนผสมของ Coal Tar) ตามมาตรฐาน AWWA C 210 สีฟ้า ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน สำหรับอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อเทา และความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งต้องไม่น้อยกว่า 406 ไมครอน อุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลม

6.6 การกองเก็บท่อและเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ

6.6.1 การกองเก็บท่อให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน และต้องคลุมท่อด้วยผ้าใบหรือเก็บไว้ในที่ร่มและไม่ถูกแสงแดด

6.6.2 การเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ ต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติก

6.6.3 การเก็บรักษาปะเก็นยาง แหวนยางสำหรับท่อและข้อต่อ ต้องบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกสนิท บนถุงพลาสติกจะต้องพิมพ์ข้อความวิธีเก็บรักษาอย่าง แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือลังไม้เก็บในที่ร่มแห้งและไม่ถูกแสงแดด ไม่ควรวางของหรือสิ่งอื่นทับเพื่อป้องกันการชำรุดของแหวนยาง

6.6.4 สำหรับปลายท่อจะต้องมีสิ่งปกปิด เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอมเข้าภายในท่อ ชนิดของสิ่งปกปิดจะต้องมั่นคงแข็งแรง

6.7 เครื่องหมาย/ฉลาก

ท่อ/อุปกรณ์ท่อทุกชิ้น จะต้องแสดงเครื่องหมาย (ตัวนูนหรือตัวหล่อภายนอกหรือพื้นแสดงเครื่องหมายด้วยสีที่ไม่เป็นพิษ) ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต และหมายเลขลำดับที่ผลิต

แหวนยางและปะเก็นยางจะต้องมีเครื่องหมายตัวนูนภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต

7. ท่อเหล็กหล่อ (Cast Iron Pipe)

7.1 ท่อ

ท่อเหล็กหล่อสำหรับระบายน้ำโสโครก น้ำทิ้ง ระบายอากาศ จะต้องมีความสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.533 "ท่อเหล็กหล่อ สำหรับระบายน้ำโสโครก น้ำทิ้ง และระบายอากาศ"

8. ท่อเหล็กหล่อเหนียว (Ductile Iron Pipe)

8.1 ท่อ

ท่อเหล็กหล่อเหนียว (DI) และอุปกรณ์ประกอบ จะต้องมีความสมบัติตรงตามมาตรฐาน ISO 2531 หรือ JIS G 5526 & 5527 หรือ DIN EN 545 หรือ BS EN 545 หรือ ASTM A377 ท่อเหล็กหล่อเหนียว (DI) จะต้องออกแบบให้มีค่าแรงดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 10 bar. ท่อเหล็กหล่อเหนียวจะต้องผลิตโดยวิธี Centrifugal Casting Method ให้ต่อบรรจุกันแบบการดัน (Push-on Joint) หรือแบบเชิงกล (Mechanical Joint) และหากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้มีความยาวท่อนละ 6 เมตร

8.1.1 คุณสมบัติเชิงกล

คุณสมบัติเชิงกลของท่อเหล็กหล่อเหนียว (DI) และอุปกรณ์เชื่อมต่อจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

คุณสมบัติ	ท่อเหล็กหล่อเหนียว	อุปกรณ์เชื่อมต่อ
ความเค้นแรงดึง (นิวตัน/ตร.มม)	ไม่ต่ำกว่า 420	ไม่ต่ำกว่า 420
อัตราการยืดตัว (%)	ไม่ต่ำกว่า 10	ไม่ต่ำกว่า 10

8.1.2 Spheroidization ของแกรไฟต์

Spheroidization ของแกรไฟต์จะต้องไม่น้อยกว่า 80% เมื่อทดสอบด้วย Microscope

8.1.3 ความแข็ง (Hardness)

ความแข็งของท่อเหล็กหล่อเหนียว ท่อสามารถถูกตัด เจาะสกรู แท๊ป และ ตัดกลึง ด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ในกรณีที่เกิดข้อโต้แย้ง ค่าความแข็งจะถูกวัดด้วยวิธี “Brinell Hardness” ซึ่งจะต้องไม่เกิน 230 HBW.

8.2 ข้อต่อและอุปกรณ์ท่อ

อุปกรณ์ท่อต้องทำจากเหล็กหล่อเหนียวและมีชั้นคุณภาพเดียวกับท่อและต้องมีคุณสมบัติตาม มาตรฐาน มอก. หรือ ISO 2531 หรือ AWWA C110 หรือมาตรฐาน JIS G 5526 & 5527 หรือ DIN EN 545 หรือ BS EN 545

ข้อต่อต้องสามารถรับมุมเบี่ยงเบนได้ไม่น้อยกว่า 3 องศา สำหรับท่อขนาด 150 - 600 มม. ไม่น้อยกว่า 2 องศา สำหรับท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 700 - 1500 มม. และไม่น้อยกว่า 1 องศา สำหรับท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1800 มม.

8.2.1 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

- (1) อุปกรณ์ประกอบสำหรับการต่อแบบสวม (Push-on Joint) Rubber gaskets ต้องเป็นยางสังเคราะห์ EPDM ตามมาตรฐาน ASTM D-1418 หรือ ISO 4633 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า มีช่วงอุณหภูมิการใช้งานไม่น้อยกว่า -40°C ถึง 120°C
- (2) อุปกรณ์ประกอบสำหรับการต่อเชิงกล (Mechanical Joint) Rubber gaskets ต้องเป็นยางสังเคราะห์ EPDM ตามมาตรฐาน ASTM D-1418 หรือ ISO 4633 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า มีช่วงอุณหภูมิการใช้งานไม่น้อยกว่า -40°C ถึง 120°C ต้องเป็นเหล็กหล่อเหนียว ตามมาตรฐานของอุปกรณ์เชื่อมต่อ Tee – head bolts และ hexagon nuts ต้องเป็นเหล็กหล่อเหนียว และเคลือบผิว ด้วยสี Synthetic resin (epoxy)
- (3) อุปกรณ์ประกอบสำหรับ Restrained Joint Rubber ต้องเป็นยางสังเคราะห์ EPDM ตามมาตรฐาน ASTM D-1418 หรือ ISO 4633 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า มีช่วงอุณหภูมิการใช้งานไม่น้อยกว่า -40°C ถึง 120°C วัสดุของ อุปกรณ์ประกอบและ restrained joint ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- (4) อุปกรณ์ประกอบสำหรับ Flange Joint Rubber gaskets ต้องเป็นยางสังเคราะห์ EPDM ตามมาตรฐาน ASTM D-1418 หรือ ISO 4633 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า มีช่วงอุณหภูมิการใช้งานไม่น้อยกว่า -40°C ถึง 120°C Hexagon head bolts และ nuts เป็น hot dip galvanized mild steel

8.2.2 ข้อต่อ (Joints)

- (1) ข้อต่อ Flexible Joints มาตรฐานของข้อต่อของท่อและอุปกรณ์เชื่อมต่อคือ ข้อต่อแบบ Flexible Joint ยกเว้นสำหรับปลอก (collars) และ caps หากไม่ได้เป็นอย่างอื่น ปลอก (collars) และ caps จะจัดหาพร้อมกับข้อต่อเชิงกล (Mechanical joint)
- (2) ข้อต่อ Restrained Joints การออกแบบของ Restrained Joints ต้องตรงตามมาตรฐาน ISO 10804-1 Restrained coupling หรือ retainer gland ซึ่งเปลี่ยนข้อต่อ Flexible push-on เป็น Flexible restrained
- (3) ข้อต่อ Hazard Resilient Joint สำหรับพื้นที่ที่มีการทรุดตัว ข้อต่อเป็นแบบสวมหรือแบบเชิงกล ที่มีการป้องกัน spigot และ lock ring การต้านทานการเลื่อนหลุดต้องตรงตามมาตรฐาน ISO 16134 Class A และการยึดหดตัวตาม Class S-1
- (4) Flanges ต้องเป็นแบบ Integral type หรือ Welded-on การเจาะต้องตามมาตรฐาน ISO 7005-2-1988 Raised face type และแรงดันมาตรฐานที่ PN10 หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น

8.3 การเคลือบผิว (Coating and Lining)

ท่อเหล็กหล่อเหนียวและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมเมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิมแล้วเคลือบผิว ดังนี้

- (1) การเคลือบผิวภายในด้วย Liquid Epoxy ตามข้อ 3.5.1.2 หรือ
- (2) การเคลือบผิวภายในด้วย Cement Mortar ตามมาตรฐาน ISO 4179 หรือ ISO 16132
- (3) การเคลือบผิวภายนอกตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตท่อ ข้อ 3.5.2 หรือใช้เรซินตามมาตรฐาน AWWA C116 ให้ได้ความหนาผิวเคลือบเมื่อแห้งไม่น้อยกว่า 200 ไมครอน กำหนดให้ใช้ Polyethylene sleeve สวมหุ้มท่อเหล็กหล่อเหนียวที่จะวางในบริเวณที่ดินมีความกัดกร่อนสูง Polyethylene sleeve ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน AWWA C 105

8.4 การทดสอบความดันน้ำ การกองเก็บท่อและเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ

8.4.1 ต้องแสดงผลการทดสอบความดันน้ำก่อนทำการเคลือบภายในและภายนอกท่อ ต้องสามารถทนความดันน้ำในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาทีโดยน้ำไม่รั่วซึมตามตารางทดสอบความดันน้ำ 8.4.1



ตารางที่ 8.4.1 ความดันน้ำทดสอบสำหรับท่อ ณ โรงงานฯ

ขนาดระบุ (มม.)	ความดันน้ำทดสอบสำหรับท่อ ณ โรงงานฯ (กก./ตร.ซม.)
150-300	50
400-600	40
700-1,000	32
1,200-1,800	25

8.4.2 การกองเก็บท่อให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน และต้องคลุมท่อด้วยผ้าใบหรือเก็บไว้ในที่ร่ม และไม่ถูกแสงแดด

8.4.3 การเก็บรักษาอุปกรณ์ท่อ ต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติก

8.4.4 การเก็บรักษาปะเก็นยาง แหวนยางสำหรับท่อและข้อต่อ ต้องบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกสนิท บนถุงพลาสติกจะต้องพิมพ์ข้อความวิธีเก็บรักษาอย่าง แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษหรือลังไม้ เก็บในที่ร่มแห้งและไม่ถูกแสงแดด ไม่ควรวางของหรือสิ่งอื่นทับเพื่อป้องกันการชำรุดของแหวนยาง

8.4.5 สำหรับปลายท่อจะต้องมีสิ่งปกปิด เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอมเข้าภายในท่อ ชนิดของสิ่งปกปิดจะต้องมั่นคงแข็งแรง

8.5 เครื่องหมาย/ฉลาก

ท่อและอุปกรณ์ท่อทุกชิ้น จะต้องแสดงเครื่องหมาย (ตัวนูนหรือตัวหล่อภายนอกหรือพ่นแสดงเครื่องหมายด้วยสีที่ไม่เป็นพิษ) ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต และหมายเลขลำดับที่ผลิต เครื่องหมายดังกล่าวทั้งหมดจะต้องหล่อติดกับปลายท่อด้าน socket end plane ซึ่งจะสามารถมองเห็นได้หลังจากต่อท่อแล้ว ในส่วนของอุปกรณ์เชื่อมต่อ จะต้องมีการระบุข้อมูลดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งคุณลักษณะหลัก เช่น องศาข้อต่อ แรงดันของหน้าแปลน และอื่นๆ ยกเว้น คลาส

แหวนยางและปะเก็นยางจะต้องมีเครื่องหมายตัวนูนภายนอก ประกอบด้วย เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ปีที่ผลิต

9. ประตูน้ำเหล็กหล่อลิ้นยกแบบรองลิ้นโลหะ (Cast Iron Metal-Seated Gate Valve) ชนิดใต้ดินและชนิดบนดิน

ประตูน้ำ จะต้องมีความคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.256 "ประตูน้ำเหล็กหล่อ : ลิ้นยกแบบรองลิ้นโลหะสำหรับงานประปา" และมีข้อกำหนดดังนี้

9.1 เป็นชนิดทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

9.2 สามารถรับแรงบิดได้ไม่น้อยกว่า 270 นิวตัน-เมตร สำหรับประตุน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. และไม่น้อยกว่า 406 นิวตัน-เมตร สำหรับประตุน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 มม.

9.3 เป็นชนิดลิ้นเดียว (Solid Wedge)

9.4 ตัวเรือน ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าวครีป หรือรอยตำหนิอื่นๆ ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arcwelding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิดังกล่าว ปลายเรือน (End Condition) เป็นแบบหน้างานหล่อเป็นชิ้นเดียวกับตัวเรือนปลายเรือน (End Condition) เป็นแบบหน้างานหล่อเป็นชิ้นเดียวกับตัวเรือน

9.5 ประตุน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มม. หรือใหญ่กว่า ให้ใช้กลไกการขับเคลื่อนแบบเฟืองเกียร์ทดโดยไม่ทำให้ทิศทางการหมุนของประตุน้ำเปลี่ยนจากเดิมก่อนประกอบชุดขับเคลื่อน

9.6 ประตุน้ำที่ระบุให้ใช้กลไกการขับเคลื่อนแบบเฟืองเกียร์ทด หรือแบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งประตุน้ำที่ประกอบชุดกลไกการขับเคลื่อนต้นแบบแต่ละแบบ (Model) แต่ละ Rating Torque จำนวน 1 ชุด เพื่อทดสอบแรงบิดที่ประแจขันไม่น้อยกว่า 406 นิวตัน-เมตร ขณะกลไกควบคุมลิ้นอยู่ที่ตำแหน่งปิดสุดและเปิดสุด หลังการทดสอบจะต้องถอดส่วนประกอบต่างๆ ของชุดกลไกขับเคลื่อนออกตรวจสอบ จะต้องไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นที่ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดกลไกขับเคลื่อน ทั้งนี้หลังการทดสอบให้ผู้รับจ้างนำประตุน้ำที่ประกอบชุดกลไกการขับเคลื่อนต้นแบบ (Model) คืนได้

9.7 ประตุน้ำที่ต่อเพลากินกว่า 1.5 เมตร จากผิวบนสุดของตัวเรือนประตุน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดวิธีการต่อวัสดุที่ใช้ทำข้อต่อและขนาดมิติต่างๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบก่อนทำการติดตั้ง

9.8 ประตุน้ำเมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิม แล้วเคลือบผิวดังนี้

- การเคลือบ ผิวภายใน ให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.1
- การเคลือบผิวภายนอก ให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.2

9.9 การทำเครื่องหมาย ประตุน้ำทุกชุดจะต้องทำเครื่องหมายเป็นตัวเลข ประกอบด้วย ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ชั้นคุณภาพ ปีที่ผลิต เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต และหมายเลขลำดับการผลิต

9.10 สำหรับประตุน้ำชนิดใต้ดินต้องมีหลอดกันดินโดยกำหนดให้ใช้ท่อ PVC หรือ HDPE ฝาครอบพร้อมฝาปิดครบชุดตามแบบแปลนมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง ส่วนประตุน้ำชนิดบนดินเป็นแบบพวงมาลัยเปิด ปิด หรือตามที่ได้ระบุไว้ในแบบแปลนหรือรายการเฉพาะงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาทุจกไขประตุน้ำใต้ดินตามรูปแบบที่กำหนด ไม่น้อยกว่า 1 อัน ต่อประตุน้ำทุกๆ 10 ชุด (เศษของจำนวนประตุน้ำที่ต่ำกว่าจำนวนเต็ม 10 ชุด ให้ถือเสมือนเป็นจำนวนเต็ม 10 ชุด)

10. ประตูน้ำเหล็กหล่อลิ้นยกแบบลิ้นหุ้มยาง (Cast Iron Rubber-Seated Gate Valve) ชนิดใต้ดินและชนิดบนดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. ถึง 300 มม.

ประตูน้ำจะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1413 "ประตูน้ำ เหล็กหล่อ : ลิ้นยกแบบลิ้นหุ้มยางสำหรับงานประปา" และมีข้อกำหนดดังนี้

10.1 เป็นชนิดทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

10.2 สามารถรับแรงบิดได้ไม่น้อยกว่า 270 นิวตัน-เมตร สำหรับประตูน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และไม่น้อยกว่า 406 นิวตัน-เมตรสำหรับประตูน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร

10.3 เป็นชนิดลิ้นเดี่ยว (Solid Wedge)

10.4 ตัวเรือน ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าว ครีบ หรือรอยตำหนิอื่นๆ ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิดังกล่าวปลายเรือน (End Condition) เป็นแบบหน้างานหล่อเป็นชิ้น เดียวกับตัวเรือน

10.5 ประตูน้ำ ที่ต่อเพลากินกว่า 1.5 เมตร จากผิวบนสุดของตัวเรือนประตูน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดวิธีการต่อ วัสดุที่ใช้ทำข้อต่อและขนาดมิติต่างๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบก่อนทำการติดตั้ง

10.6 ประตูน้ำ เมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิม แล้วเคลือบผิวดังนี้

- การเคลือบ ผิวภายใน ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.1
- การเคลือบผิวภายนอก ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.2

10.7 การทำเครื่องหมาย ประตูน้ำทุกชุดจะต้องทำเครื่องหมายเป็นตัวเลขประกอบด้วย ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ชั้นคุณภาพ ปีที่ผลิต เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต และหมายเลขลำดับการผลิต

10.8 สำหรับประตูน้ำชนิดใต้ดินต้องมีหลอดกันดิน ฝาครอบพร้อมฝาปิดครบชุดตามแบบแปลนมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง ส่วนประตูน้ำ ชนิดบนดินเป็นแบบพวงมาลัยปิดเปิด หรือตามที่ได้รับระบุไว้ในแบบแปลนหรือรายการเฉพาะงาน ผู้รับจ้างต้องจัดหาทุจกญแจไขประตูน้ำใต้ดิน (มุของอเนกประสงค์) ตามแบบมาตรฐาน ไม่น้อยกว่า 1 อัน ต่อประตูน้ำทุกๆ 10 ชุด (เศษของจำนวนประตูน้ำขนาดเดียวกันที่ต่ำกว่าจำนวนเต็ม 10 ชุด ให้ถือเสมือนเป็นจำนวนเต็ม 10 ชุด)

11. ประตูน้ำทองแดงเจือแบบลิ้นยก

ประตูน้ำทองแดงเจือจะต้องมีลักษณะและคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.431 "ประตูน้ำทองแดงเจือแบบลิ้นยก" หรือสตีลฟลูออรีล พร้อมด้วยหลอดกันดินมีฝาครอบครบชุด (กรณีที่เป็น)

12. ประตูน้ำเหล็กหล่อลิ้นปีกผีเสื้อ (Butterfly Valve)

ประตูน้ำ จะต้องมีลักษณะและคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.382 "ประตูน้ำ – เหล็กหล่อ : ลิ้นปีกผีเสื้อ" และมีข้อกำหนดดังนี้

12.1 เป็นประเภทปิดสนิท ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) และกำหนดคุณสมบัติดังนี้

12.1.1 แหวนรองลิ้น ในตัวเรือนหรือแหวนบนลิ้น จะต้องเป็นยางชนิดและคุณภาพไม่ต่ำกว่าแหวนรองลิ้น ในตัวเรือนหรือแหวนบนลิ้นที่นำมาทดสอบประตูน้ำต้นแบบ และคุณสมบัติทางกลของยางจะต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐาน JIS K6353 Class IA, Class II

12.1.2 สลักเกลียวแป้นเกลียวและสลักเกลียวปล่อยสองด้านที่ฝาครอบปิดปลายเพลาลอกกันเพลลา (Bonnet) ตัวเรือนห้องขับ (Operator Body) สลักเกลียวและแป้นเกลียว ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือ Copper-Aluminum Alloy เหนียวที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO 428 CuAlFe3 หรือเทียบเท่า

12.2 ปลายตัวเรือน (End Condition) เป็นแบบหน้าจานคู่ เว้นแต่จะกำหนดเป็นอย่างอื่น

12.3 ตัวเรือน ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากรูพูน (Blowholes) รอยร้าว ครีบ หรือรอยตำหนิอื่น ๆ ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิดังกล่าว ความยาวตัวเรือน (Laying Length) เป็นแบบเรียวสั้น เว้นแต่จะกำหนดเป็นอย่างอื่น

12.4 ต้องออกแบบมาสำหรับติดตั้ง ในเส้นท่อที่มีทิศทางไหล 2 ทิศทาง

12.5 ประตูน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้กลไกการขับเคลื่อนแบบเฟืองเกียร์ทดโดยไม่ทำให้ทิศทางการหมุนของประตูน้ำ เปลี่ยนจากเดิมก่อนประกอบชุดขับเคลื่อน

12.6 ประตูน้ำ ที่ระบุให้ใช้กลไกการขับเคลื่อนแบบเฟืองเกียร์ทดหรือแบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งประตูน้ำที่ประกอบชุดกลไกการขับเคลื่อนต้นแบบแต่ละแบบ (Model) แต่ละ Rating Torque จำนวน 1 ชุด เพื่อทดสอบแรงบิดที่ประจักษ์ไม่น้อยกว่า 406 นิวตัน-เมตร ขณะกลไกควบคุมลิ้นอยู่ที่ตำแหน่งปิดสุดและเปิดสุด หลังการทดสอบจะต้องถอดส่วนประกอบต่างๆ ของชุดกลไกขับเคลื่อนออกตรวจสอบ จะต้องไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น ที่ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดกลไกขับเคลื่อน

ทั้งนี้หลังการทดสอบให้ผู้รับจ้างนำประตุน้ำ ที่ประกอบชุดกลไกการขับเคลื่อนต้นแบบแต่ละแบบ (Model) คินได้

12.7 ประตุน้ำที่ต่อเพลากินกว่า 1.5 เมตร จากผิวบนสุดของตัวเรือนประตุน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดวิธีการต่อวัสดุที่ใช้ทำข้อต่อและขนาดมิติต่างๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบก่อนทำการติดตั้ง

12.8 ประตุน้ำ เมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิม แล้วเคลือบผิวดังนี้

- การเคลือบผิวภายใน ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.1
- การเคลือบผิวภายนอก ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.2

12.9 การทำเครื่องหมาย ประตุน้ำทุกชุดจะต้องทำเครื่องหมายเป็นตัวหล่อ ประกอบด้วยขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ชั้นคุณภาพ ปีที่ผลิต เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต และหมายเลขลำดับการผลิต

13. ประตุน้ำแบบบอลล์วาล์ว (BALL VALVES)

13.1 ประตุน้ำแบบบอลล์วาล์ว ต้องเป็นแบบตัวเรือนชิ้นเดียว (one-piece body) หรือตัวเรือนแยกชิ้น (Split Body) มีเกลียวในที่ปลายเรือนทั้งสองข้าง (screwed socket ends) การปิด-เปิดประตุน้ำต้องเป็นชนิดไม่จำเป็นต้องมีการหล่อลื่น (non-lubricated) และสามารถทนความดันน้ำ ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เกลียวในที่ปลายตัวเรือนทั้งสองข้างต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.281 เกลียวท่อนแบบ 55° หรือมาตรฐาน BS 21 ทิศทางการหมุนปิดประตุน้ำต้องเป็นทิศตามเข็มนาฬิกา (clockwise) ประตุน้ำ ต้องมีอุปกรณ์แสดงตำแหน่งลิ้น (position indicator) และอุปกรณ์ควบคุมจำแนกเปิดสุดและปิดสุด (stop limiting device)

13.2 ขนาดความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทางน้ำผ่าน ให้เป็นไปตามที่ระบุในตารางที่ ก13-1

13.3 วัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบให้เป็นไปตามที่ระบุในตารางที่ ก13-2 และมีคุณสมบัติทางกลและส่วนประกอบทางเคมีตามที่ระบุไว้ในตารางที่ ก13-3

ตารางที่ ก13-1 ขนาดความยาวตัวเรือนและขนาดทางน้ำผ่าน

ขนาดระบุ มม. (นิ้ว)	ความยาวตัวเรือนต่ำสุด (มม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางน้ำผ่าน มม. (นิ้ว)
15 (1/2)	55	12.50 (1/2)
20 (3/4)	60	18.75 (3/4)
25 (1)	70	25.00 (1)
40 (1 1/2)	90	37.50 (1 1/2)
50 (2)	105	50.00 (2)

ตารางที่ ก13-2 วัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบ

ชื่อส่วนประกอบ	วัสดุ	คุณสมบัติทางกลและส่วนประกอบทางเคมี
ตัวเรือน (body)	ทองบรอนซ์	ตามตารางที่ ก13-3
บอลล์ (ball)	ทองบรอนซ์ หรือเหล็กกล้าไร้สนิม	ตามตารางที่ ก13-3
ก้าน (stem)	ทองเหลือง หรือเหล็กกล้าไร้สนิม	ตามตารางที่ ก13-3
แหวนรองบอลล์ (seat ring)	PTFE หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า	
โอ-ริง (O-ring)	ยางสังเคราะห์	ตามมาตรฐาน BS 2494 หรือ JIS K 6353
ฝาครอบ (cap end) (ถ้ามี)	ทองบรอนซ์	

หมายเหตุ PTFE = Polytetrafluoroethylene (teflon)

13.4 การทดสอบ

13.4.1 การทดสอบลิ้น

13.4.2 ประตุน้ำทุกตัวจะต้องได้รับการทดสอบลิ้น ในขณะที่ลิ้นปิดที่ความดันน้ำ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระยะเวลาที่ใช้ทดสอบไม่น้อยกว่า 5 วินาทีการทดสอบให้กระทำสลับกันกับลิ้นทั้งสองด้าน จะต้องไม่มีการรั่วซึมที่ลิ้น

13.4.3 การทดสอบตัวเรือน

13.4.4 ประตุน้ำทุกตัวจะต้องได้รับการทดสอบตัวเรือนในขณะที่ลิ้นเปิดที่ความดัน 15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระยะเวลาที่ใช้ทดสอบไม่น้อยกว่า 5 วินาทีจะต้องไม่มีการรั่วซึมที่ส่วนใดๆ ของประตุน้ำ

13.5 การทำเครื่องหมาย

ประตุน้ำทุกตัวจะต้องมีอักษรหล่อเป็นเนื้อเดียวกันกับผิวนอกของประตุน้ำ ดังนี้

- ชื่อ หรืออักษรย่อของผู้ผลิต หรือเครื่องหมายการค้า
- ขนาดระบุ, ความดันใช้งาน
- หมายเลขประตุน้ำ

ตารางที่ ก.13-3 แสดงคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบของกำแพงกั้นแบ่งถนนสำหรับ

รายละเอียด	วัสดุ	ค่าความแข็งแรง (กิโลกรัม)									คุณสมบัติทางกล		
		ความสูง	ความหนา	ความยาว	ความกว้าง	ความหนา	ความยาว	ความกว้าง	ความหนา	ความยาว	ความแข็งแรงดึง	ความแข็งแรงอัด	ความแข็งแรงดัด
กำแพงกั้นแบ่งถนน	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
กำแพงกั้นแบ่งถนน	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
กำแพงกั้นแบ่งถนน	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100
	กำแพงกั้นแบ่งถนน	1.0-1.5	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20	100	100	100

14. ประตูน้ำกั้นน้ำกลับ (Check Valve)

ประตูน้ำ จะต้องมัลักษณะและคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.383 "ประตูน้ำเหล็กหล่อ : ลันกันกลับชนิดแกว่ง" และมีข้อกำหนดดังนี้

14.1 ชนิดทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

14.2 ตัวเรือน ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าว ครีบ หรือรอยตำหนิอื่น ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิดังกล่าวความยาวตัวเรือน (Laying Length) เป็นแบบ Short Body

14.3 ประตูน้ำเมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิม แล้วเคลือบผิวดังนี้

- การเคลือบผิวภายใน ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.1
- การเคลือบผิวภายนอก ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.2

14.4 การทำเครื่องหมายประตูน้ำทุกชุดจะต้องทำเครื่องหมายเป็นตัวหล่อ ประกอบด้วย ขนาด (ระบุเป็นมิลลิเมตร) ชั้นคุณภาพ ปีที่ผลิต เครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต และหมายเลขลำดับการผลิต

15. ประตูน้ำกั้นยกคันกระดก (Quick-Opening Gate Valve)

เฉพาะประตูน้ำกั้นยกคันกระดกที่ใช้ระบายตะกอนจากถังตกตะกอนกำหนดคุณภาพทั่วไปเทียบเท่าประตูน้ำเหล็กหล่อ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.256 หรือ มอก. 432) ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งของตัวอย่างหรือส่งแบบแปลนแสดงโครงสร้างของกั้นยก ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อน

16. หัวกะโหลกทางดูด (Foot Valve)

เฉพาะวัสดุและความหนาตัวเรือนและคุณภาพของลัน จะต้องเป็นไปตาม มอก.383 "ประตูน้ำเหล็กหล่อ : ลันกันกลับชนิดแกว่ง" หรือเหล็กหล่อแกรไฟต์กลม ที่มีคุณสมบัติตาม มอก.2253

17. หัวดับเพลิง (Fire Hydrant)

17.1 คุณสมบัติทั่วไป

หัวดับเพลิงมีคุณภาพและทำการติดตั้งตามที่กำหนดในแบบแปลน ให้ใช้หัวดับเพลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 หรือ 150 มิลลิเมตร ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) หัวดับเพลิงต้องมีขนาด มิติ ของส่วนประกอบต่างๆ รวมทั้งวัสดุที่ใช้ผลิตส่วนประกอบต่างๆ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐาน

- ทิศทางการเปิดฝาครอบหัวดับเพลิง เป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา

17.2 คุณภาพงานหล่อ (Workmanship)

พื้นผิวหัวดับเพลิงที่หล่อต้องเรียบปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าว ครีบ หรือรอยตำหนิอื่น ๆ ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc welding) เพื่อเชื่อมรอยตำหนิดังกล่าว รอยต่อและส่วนประกอบต่างๆ ของหัวดับเพลิง ต้องสามารถทนความดันน้ำ ได้โดยไม่มีการรั่วซึม ชิ้นส่วนของหัวดับเพลิงขนาดและแบบเดียวกันต้องสามารถใช้สับเปลี่ยนกันได้

17.3 วัสดุ

- (1) ตัวเรือนหัวดับเพลิง (Body) สามทาง และฝาครอบหัวดับเพลิง ต้องทำจากเหล็กหล่อ
- (2) ข้อต่อที่ปลายทางแยกของหัวดับเพลิงสำหรับต่อกับสายดับเพลิง ต้องทำจากทองบรอนซ์หล่อ
- (3) ส่วนประกอบของหัวดับเพลิงที่ทำจากเหล็กเหนียวต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A108
- (4) ปะเก็นยางทำจากยาง EPDM ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM D 1418 หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า
- (5) ท่อน้ำในหัวดับเพลิงต้องเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสี ตาม มอก.277 ประเภทที่ 2

17.4 การทดสอบความดันน้ำ

หัวดับเพลิงเมื่อประกอบแล้วจะต้องทำการทดสอบความดันน้ำที่ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาทีโดยไม่เกิดการรั่วซึมที่ผิว และรอยต่อต่างๆ

17.5 การเคลือบสี (Painting)

ผิวของหัวดับเพลิงที่เป็นเหล็กหล่อต้องเคลือบด้วย Alkyd Primer และเคลือบทับด้วยสีแดง 2 ชั้น สำหรับผิวภายนอกและเคลือบทับด้วยสีแดงชั้นเดียวสำหรับผิวภายในความหนาของผิวเคลือบ Alkyd Primer (เมื่อแห้ง) ต้องไม่น้อยกว่า 35 ไมครอน สีแดงที่จะนำมาใช้เคลือบทับต้องได้รับความเห็นชอบ และจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยผู้ผลิตเดียวกันกับ Primer

18. ประตูละบายอากาศ (Air Valve)

ประตูละบายอากาศจะต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.1368 “ประตูละบายอากาศสำหรับงานประปา” เป็นชนิดทำด้วยเหล็กหล่อทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สามารถระบายอากาศออกและรับอากาศเข้าได้

- (1) ตัวเรือน ผิวงานหล่อต้องเรียบ ปราศจากรูพรุน (Blowholes) รอยร้าว ครีบ หรือรอยตำหนิอื่น ๆ ห้ามมิให้ใช้การเชื่อมจุด (Arc welding) เพื่อซ่อมรอยตำหนิดังกล่าว
- ประตูน้ำ เมื่อผ่านการทดสอบความดันน้ำ จะต้องทำความสะอาดผิวภายนอกและภายในจนปราศจากสนิม

(2) การเคลือบผิวให้ปฏิบัติดังนี้

- การเคลือบผิวภายใน ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.1
- การเคลือบผิวภายนอก ให้เคลือบตามมาตรฐาน ข้อ 3.5.2

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ประตูละบายอากาศ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. หรือเล็กกว่า เป็นแบบลูกกลอยเดี่ยว และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 50 มิลลิเมตรขึ้นไป เป็นแบบลูกกลอยคู่โดยหากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ประตูละบายอากาศขนาดตามตารางที่ ก18-1

ส่วนประกอบของประตูละบายอากาศทุกชุดต้องมี Stop Cock หรือ Isolating Valve อยู่ในตัว (ยกเว้นขนาด 25 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่า อนุญาตให้นำมาติดตั้งประกอบภายนอกได้) ในกรณีที่เป็นการติดตั้งบนแนวท่อที่วางในดิน ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างบ่อพร้อมฝาปิด คสล. ตามแบบแปลนมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง กรณีที่ท่อวางข้ามคลอง การติดตั้ง ประตูละบายอากาศให้ติดตั้งทางด้านท้ายน้ำ

ตารางที่ ก18-1 ขนาดและชนิดข้อต่อของใช้ประตูละบายอากาศ

ขนาดระบุของท่อ เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ขนาดระบุของประตูละบายอากาศ เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ชนิดข้อต่อของ ประตูละบายอากาศ
100-150	25	ต่อด้วยเกลียว
200-250	50	หน้าจาน
300-400	80	หน้าจาน
500-600	100	หน้าจาน
>600	150	หน้าจาน

19. โบลว์ออฟ

ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบแปลนให้ใช้โบลว์ออฟขนาดตามที่ระบุในตารางที่ ก19-1 และทำการติดตั้งตามที่กำหนดในแบบแปลนมาตรฐานประกอบงานวางท่อ

ตารางที่ ก19-1 ขนาดของโบลว์ออฟ

ขนาดระบุของท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ขนาดของโบลว์ออฟ (มม.)
100	100
150	100
200	100
250	150
300	150
400	200
500	200
600	300

20. มาตรฐานน้ำต่อด้วยเกลียวชนิดใบพัด

มาตรฐานน้ำจะต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.1021 "มาตรฐานน้ำต่อด้วยเกลียวชนิดใบพัด" มีคุณสมบัติทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

21. มาตรฐานน้ำต่อด้วยเกลียวชนิดลูกสูบ

มาตรฐานน้ำจะต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.1271 "มาตรฐานน้ำต่อด้วยเกลียวชนิดลูกสูบ" มีคุณสมบัติทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

22. สีอีพอกซีสำหรับเคลือบท่อและอุปกรณ์ท่อ

สีอีพอกซีที่ใช้สำหรับเคลือบท่อเหล็กและอุปกรณ์ท่อ ทั้งชนิดที่มีและไม่ Coal Tar ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.1048 "สีอีพอกซีสำหรับเคลือบท่อเหล็กกล้าส่งน้ำบริโภค" 13.4 การทดสอบ

หมวดที่ 16

มาตรฐานงานวางท่อ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ท่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวางและติดตั้งทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 1.2 การวางท่อ การประกอบท่อ การติดตั้งข้อต่อท่อ การเตรียมสถานที่ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับขนาดท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ในการต่อท่อ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ว่า ไม่แตก รั่ว ชำรุดเสียหาย แล้วจึงจะใช้งานลงในร่องดินได้ ท่อหรืออุปกรณ์ที่แตกชำรุดห้ามใช้ในการวางท่อ
- 1.4 ท่อและอุปกรณ์ทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดภายในเสียก่อนแล้วจึงนำลงต่อในร่องดิน
- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องทำการวางท่อจ่ายน้ำ ท่อบริการหลักชนิดขนาดต่างๆ พร้อมทั้ง ติดตั้ง อุปกรณ์ตามแบบแปลนหรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างอาจจะกำหนดให้ติดตั้ง อุปกรณ์เพิ่มเติม (จากแบบ) เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาการประกอบค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น
- 1.6 ปลายสุดของท่อและอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อเลิกหรือหยุดงานทุกครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องอุดหรือปิดไว้ให้มิดชิดด้วยวัสดุที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผง เศษขยะ ดินหรือสัตว์ ฯลฯ เข้าไปในท่อ โดยให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง
- 1.7 การตัดท่อให้ยาวพอเหมาะกับระยะทาง ผู้รับจ้างจะต้องตัดปลายท่อด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมกับขนาดท่อและชนิดท่อนั้นๆ และเป็นไปด้วยความระมัดระวังและเรียบร้อย การตัดและแต่ง ปลายท่อให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง
- 1.8 ปลายสุดของท่อและอุปกรณ์ชนิดต่างๆ เช่น สามทาง โค้ง ที่ติดตั้ง ในแนวท่อทุกจุด (ยกเว้นจุดที่วางลอยพ้นระดับพื้นดิน) ผู้รับจ้างจะต้องทำแท่นยึดอุปกรณ์ท่อขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดตามแบบแปลน แต่ในกรณีที่พื้นที่มีจำกัดหรือไม่สามารถตอกเข็มได้ตามแบบแปลน ผู้รับจ้างจะต้องเทคอนกรีตเป็นแท่นสมอ (Anchorage) ขนาดเหมาะสมกับสภาพความดันน้ำ และสภาพพื้นที่ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 1.9 การต่อท่อเกาะสะพาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ยึดกับสะพานตามแบบที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ สะพานหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างกำหนดให้ท่อที่วางเกาะสะพานหรือแขวนสะพาน หากมิได้กำหนดเป็น

อย่างอื่นให้ใช้ข้อต่อแบบหน้าจานความยาวให้ปฏิบัติตามความเหมาะสม วัสดุต่างๆ รวมทั้งแรงงานที่ใช้ในการนี้เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.10 การวางท่อข้ามคลองหรือบริเวณที่มีน้ำขัง ท่อที่วางบนเสา คสล. หรือ คอร. รับท่อข้ามคลอง หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้วิธีการเชื่อมตามมาตรฐานงานการต่อท่อเหล็ก ข้อ 3.6

1.11 การวางท่อลอดถนนตามจุดที่กำหนดในแบบหรือจุดที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนกำหนดให้ใช้ท่อเหล็กหรือท่อพลาสติก โดยต้องมีความยาวจากแนวท่อด้านหนึ่งถึงแนวท่ออีกด้านหนึ่งหรือถึงสุดแนวเขตทางหรือตามที่ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้แล้วแต่กรณี นอกจากนี้ต้องปฏิบัติตามระเบียบของเจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนที่วางท่อ

1.12 การวางท่อลอดหรือข้ามท่อระบายน้ำ หรือวางระบายน้ำสาธารณะ ให้ใช้ท่อเหล็กข้อต่อแบบหน้าจานความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของท่อระบายน้ำ หรือวางระบายน้ำนั้นๆ ตามแบบมาตรฐาน ยกเว้นท่อเอชดีพีอีให้ดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง นอกจากนี้ต้องปฏิบัติตามระเบียบของเจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนที่วางท่อ

1.13 ท่อพลาสติก ให้ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าท่อภายในไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร ท่อพลาสติกความยาวตลอดผิวจราจร (ในกรณีที่มีทางเท้าทั้ง 2 ด้าน) หรือจากสุดของเชิงลาดของไหล่ทางด้านหนึ่งถึงสุดขอบเชิงลาดของไหล่ทางอีกด้านหนึ่งหรือตามที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ถนนหรือตามที่ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้แล้วแต่กรณี

1.14 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้ข้อต่อเหล็กหล่อแบบยิบโบลท์ หลังจากการทดสอบแรงดันน้ำแล้วเสร็จ ให้เทพูนทรายอัตราส่วนโดยปริมาตรของปูนซีเมนต์ต่อทรายประมาณ 1 ส่วนต่อ 3 ส่วน หุ้มข้อต่อโดยการตั้งแบบเท แล้วกระทุ้งจนแน่นทุกจุด ทั้งนี้กำหนดให้มี Covering ไม่น้อยกว่าด้านละ 5 เซนติเมตร ยกเว้นกรณีที่ใช้ระบบท่อระบายน้ำให้ใช้ระบบ Cathodic Protection ไม่ต้องเทพูนทรายหุ้ม

1.15 จุดประสานของท่อที่มีขนาดต่างกันให้ใช้อุปกรณ์ประเภทสามทางหรือสี่ทางลดชนิดที่มีตัวเรือนเท่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่มีขนาดใหญ่ที่สุด

1.16 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งป้ายบอกตำแหน่งแนวท่อตามมาตรฐาน

1.17 กรณีจำเป็นต้องวางท่อคู่ขนาน ความห่างระหว่างท่อต้องเว้นระยะห่างพอสมควร เพื่อสามารถบดอัดวัสดุรองและกลบหลังท่อได้

1.18 กรณีจำเป็นต้องใช้ท่อส่งน้ำในการจ่ายน้ำประปา จะต้องได้รับความเห็นชอบในการพิจารณาจุดประสานท่อ

1.19 การตัดหรือกลึงปลายท่อ A/C ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันมิให้ฝุ่นจากการตัดหรือกลึงปลายท่อฟุ้งกระจาย เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานหรือบุคคลอื่นโดยให้ทำการราดน้ำตรงท่อที่ตัด หรือกลึงปลายท่อ และให้ผู้ปฏิบัติงานสวมอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นตลอดเวลาในขณะที่ปฏิบัติงาน

1.20 การซ่อมแซมผิวเคลือบภายนอก อุปกรณ์ท่อที่ผลิตจากเหล็กหล่อเทาหรือเหล็กหล่อแกรไฟต์
กลม ให้ปฏิบัติตามข้อ 8.2.13

2. การยก ขนส่ง และเก็บรักษาท่อ อุปกรณ์ท่อ ประตุน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

2.1 ท่อเหล็กเหนียวและท่อเหล็กหล่อเหนียว

ท่อและอุปกรณ์ท่อต้องได้รับการค้ำยันภายใน (Internal Bracing) ที่ปลายท่อ โดยใช้ไม้ค้ำยันหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมเพื่อป้องกันมิให้เกิดการบิดเบี้ยวของท่อและอุปกรณ์ท่อ หากใช้ไม้ค้ำยันท่อและอุปกรณ์ท่อ รายละเอียดของการค้ำยันเป็นดังนี้

2.2 ท่อพีวีซี ท่อเอซีดีพีอี และท่อพีบี

การขนส่งและเก็บรักษาท่อพลาสติกต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตและต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายแก่ท่อ ไม่ว่าจะขนส่งด้วยวิธีใดก็ตาม การยกท่อลงให้ใช้ผ้าใบผืนกว้าง ห้ามทิ้ง กลิ้งหรือโยนท่อลงจากรถห้ามลากท่อไปบนผิวดินหรือผิวถนนและต้องระวังมิให้ท่อกระทบกระแทกกับสิ่งมีคมต่างๆ ปลายท่อต้องมีสิ่งท่หุ้ม โดยเฉพาะปลายท่อแบบปากกระฆังจะต้องมีสิ่งท่หุ้มปลายท่อเพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากการกระทบและการขีดข่วนหรือถูกทำให้เป็นรอยโดยวิธีการต่างๆ ท่อจะต้องเก็บไว้ในร่มที่มีอากาศถ่ายเทดี หากจำเป็นต้องเก็บรักษากลางแจ้งต้องมีสิ่งท่หุ้มปกคลุมท่อที่เหมาะสมเพื่อมิให้ท่อถูกแสงแดดโดยตรงและมีให้ท่อสกปรกเปรอะเปื้อน ความสูงของกองท่อต้องไม่สูงกว่าที่เพื่อป้องกันการโค้งบิดงอของตัวท่อ

2.3 ประตุน้ำ

การยกและการขนส่งประตุน้ำ ต้องไม่ให้เกิดความเสียหายโดยประตุน้ำ เหล็กหล่อ และประตูระบายอากาศต้องอยู่ในสภาพดี ดสนิท ปากทางเข้า-ออกของประตุน้ำ จะต้องมียกปิดเพื่อป้องกันสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอมเข้าภายในตัวเรือน ชนิดของสิ่งยกปิดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ประตุน้ำจะต้องห่อหุ้มด้วยพลาสติกหรือกระดาษกันน้ำ จากโรงงานผู้ผลิตและต้องเก็บรักษาไว้ในร่ม หากจำเป็นต้องเก็บรักษาไว้กลางแจ้งจะต้องมีวัสดุปกคลุมที่เหมาะสม

3. การเปิดแนวร่องวางท่อและการกลบ บดอัดวัสดุหลังท่อ

3.1 การเปิดแนวร่องวางท่อที่วางอยู่ในถนนคอนกรีตหรือทางเท้าคอนกรีตหรือผิวจราจรแอสฟัลท์หรือผิวจราจรอื่นๆ ที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องตัดแนว ผู้รับจ้างจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมมาตัดแนวก่อนการขุดร่องดิน ผู้รับจ้างจะต้องรักษาเหล็กเสริมไว้เพื่อใช้ต่อเหล็กเสริมในการจัดซ่อมถนนหรือทางเท้าในภายหลัง หากผู้รับจ้างไม่ได้ทำการตัดหรือเจาะผิวจราจรด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งระงับการก่อสร้างของผู้รับจ้างได้ และผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องเปิดแนวร่องดินวางท่อลึกไม่น้อยกว่าที่กำหนด เฉพาะจุดที่ติดตั้งข้อต่อท่อ จะต้องปรับความลึกของร่องดินให้มากขึ้นกว่าปกติ เพื่อป้องกันมิให้ข้อต่อเป็นจุด Support ของท่อความกว้างร่องดินสำหรับการวางท่อและติดตั้ง อุปกรณ์ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

3.3 การขุดร่องดิน ถ้ามีการขุดผ่านถนนหรือผ่านหน้าบ้าน ซึ่งมีการใช้รถยนต์ผ่านออก ผู้รับจ้าง จะต้องทำสะพานชั่วคราว หรือใช้แผ่นเหล็กขนาดหนาพอที่รถยนต์จะผ่านไปได้โดยไม่เป็นอันตรายมาวางพาดไว้และจะต้องแสดงเครื่องหมายจราจรให้รถยนต์ที่ผ่านไปมาทราบชัดเจนทั้ง กลางวันและกลางคืน โดยอาศัยข้อบังคับตามกฎหมายจราจรของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ

3.4 ดินที่ขุดขึ้นจากร่องดิน ผู้รับจ้างจะต้องกองไว้ข้างร่องดิน โดยมีระยะห่างร่องดินซึ่งดินจะไม่ร่วงหล่นลงในร่องดินได้ และไม่เป็นกีดขวางทางจราจร

3.5 หลังจากขุดร่องดินจนได้ความลึกตามที่กำหนดแล้ว หากพื้นร่องดินที่ขุดเป็นชั้นของดินอ่อน (Soft Soil) ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ ให้ผู้รับจ้างขุดลอกชั้นดินอ่อนนั้นต่อไปจนหมด แล้วใช้ทรายหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมจนถึงระดับความลึกของร่องดินที่กำหนด แล้วรองพื้น ร่องดินด้วยทรายบดอัดและเกลี่ยให้เรียบตลอดความยาวเพื่อใช้เป็นพื้นฐานรองท่อ ความหนาของชั้นทรายที่รองพื้น จากท้องท่อจนถึงพื้นรองท่อต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐานการวางท่อในร่องดินและในกรณีที่ดินชั้นดินอ่อนมีความลึกมากจนไม่สามารถขุดลอกได้ ให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

3.6 เมื่อทำการต่อท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมผิวเคลือบข้อต่อ อุปกรณ์เหล็กหล่อหรืออุปกรณ์เหล็กหล่อแกรไฟต์กลบตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตแล้วเสร็จครบทุกจุด จึงจะทำการกลบวัสดุหลังท่อ การกลบวัสดุหลังท่อจะต้องปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐานงานวางท่อในร่องดิน และเว้นให้เห็นข้อต่อและอุปกรณ์ทุกช่อง หลังจากนั้นให้ทำการทดสอบความดันน้ำ ในเส้นท่อ

3.7 เมื่อได้ทดสอบความดันน้ำ แล้วโดยไม่ปรากฏมีรอยรั่ว ท่อและอุปกรณ์ท่อไม่แตกหรือชำรุด จึงจะทำการกลบและบดอัดวัสดุหลังท่อให้เรียบร้อย ดินที่เหลือให้เกลี่ยพูนไว้บนร่องดินทั้ง หดหรือนำไปกองไว้ ตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ ห้ามใช้ขยะหรือมูลฝอยต่างๆ ในการกลบร่องดิน

3.8 ในการกลบท่อ ผู้รับจ้างจะต้องอัดหรือกระทุ้งดินให้แน่นและระมัดระวังมิให้เกิดอันตรายกับท่อที่วางไว้แล้ว กรรมวิธีการกลบดินและการใช้เครื่องมือสำหรับบดอัดดินหลังท่อให้ฯ รองพื้น และการบดอัดร่องดินสำหรับวางท่อ ข้อ 3.10

3.9 การขุดร่องดินสำหรับวางท่อบางช่วง ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์และเครื่องใช้ในการก่อกันดินพังหรือระบบค้ำยันป้องกันการชำรุดของชั้นโครงสร้างทาง เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิวถนน สิ่งปลูกสร้างอุปกรณ์สาธารณูปโภคหรือทรัพย์สินส่วนบุคคลที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้างการก่อกันดินพังนี้จะต้องทำให้แข็งแรง และเพียงพอที่จะป้องกันการเคลื่อนตัวของดินชั้นล่างหรือตามที่คุณว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะพิจารณาสั่งการ การรื้อถอนแผงก่อกันดินพังนี้ผู้รับจ้างต้องทำด้วยความระมัดระวังและต้องกลบพร้อมบดอัดดินให้ได้ตามมาตรฐาน หรือตามเจ้าของกรรมสิทธิ์กำหนด ทั้งนี้

ผู้รับจ้างสามารถรื้อถอนแผงกรงกันดินฝังได้ก็ต่อเมื่อผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างอนุญาตแล้ว ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการนี้ป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.10 การรอฟื้น และการบดอัดร่องดินสำหรับวางท่อ

3.10.1 ก่อนการรอฟื้น ชั้นวางท่อจะต้องปรับพื้นร่องวางท่อประปาให้เรียบปราศจากสิ่งปะปนต่างๆ เช่น เศษวัสดุ เศษคอนกรีต เป็นต้น

3.10.2 รูปแบบและการบดอัดดินร่องดินสำหรับวางท่อ ให้เป็นไปตามแบบมาตรฐานงานก่อสร้าง

3.11 วัสดุกลบหลังท่อจะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

3.11.1 วัสดุกลบหลังท่อ จะต้องมีความสมบัติตามที่ระบุในแบบมาตรฐาน

3.11.2 ดินที่ขุดมาจากร่องดิน สามารถนำมาใช้กลบร่องท่อประปา แต่ต้องปราศจากอินทรีย์วัตถุ เช่น เศษไม้ ใบไม้หญ้า ขยะ และสิ่งปฏิกูลอื่นๆ เป็นต้น สำหรับก้อนหิน หรือก้อนกรวดขนาดใหญ่ เศษคอนกรีตจากการทุบผิวดินที่อาจทำความเสียหายต่อท่อประปา ไม่ให้นำมาใช้เป็นวัสดุกลบหลังท่อ

3.12 การทดสอบการบดอัดในสนาม

กรณีวางท่อในผิวจราจรผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการบดอัดดินในร่องดินสำหรับวางท่อทุกๆ 250 ม. กรณีความยาวท่อน้อยกว่า 250 เมตร กำหนดให้ทำการทดสอบ 1 จุด และให้เป็นไปตามแบบมาตรฐาน โดยดำเนินการทดสอบและรับรองผลโดยสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยสามารถเลือกใช้วิธีทดสอบการบดอัดในสนาม ดังนี้

3.12.1 การทดสอบการบดอัดในที่ โดยการหาปริมาตรของหลุมโดยใช้ทราย ใช้มาตรฐาน ASTM D1556 "Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method"

3.12.2 การทดสอบการบดอัดในที่ โดยการใช้ น้ำ ในการหาปริมาตรของหลุม ใช้มาตรฐาน ASTM D2167 "Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method"

4. แนวท่อและระดับของดิน

4.1 ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อในแนวที่กำหนดให้ ด้วยความลาดที่สม่ำเสมอ โดยหลีกเลี่ยงการยกท่อขึ้น หรือกดท่อดลงโดยกระทันหัน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อให้ระดับความลึกหลังท่อไม่ น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ ข4-1 "มาตรฐานความลึกหลังท่อ" ถ้าไม่อาจวางท่อตามกำหนดไว้ได้ก็ให้ผู้รับจ้างทำความเข้าใจกับผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างในอันที่จะแก้ไขทดแปลง เพื่อให้งานดำเนินได้ด้วยดีและถูกต้องตามหลักวิชาการ ระดับความลึกของท่อตามกำหนดนั้นอนุญาตให้เปลี่ยนแปลงได้เฉพาะในกรณีดังต่อไปนี้

4.1.1 แนวท่อที่วางผ่านบริเวณที่ระดับของพื้นที่เปลี่ยนแปลงโดยกะทันหัน

4.1.2 แนวท่อที่ต้องวางผ่านสิ่งกีดขวางซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เช่น ต้นไม้ใหญ่ หินหรือสิ่งก่อสร้าง เช่น ฐานราก อาคาร ท่อประปาเดิม ท่อระบายน้ำ ฯลฯ การวาง ท่อในช่วงนี้ควรวางให้มีความลาดที่เหมาะสม ดังนั้น ความลึกของท่ออาจเปลี่ยนแปลง เพื่อหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางดังกล่าวตามความจำเป็น

4.1.3 แนวท่อช่วงที่วางลอดใต้ลาคลอง (บริเวณท้องคลองไม่สามารถวางลึกตามกำหนดได้ หรือที่ลุ่มหรือท่อลอดถนนที่วางเชื่อมต่อ 2 ทาง (ความลึกกำหนดโดยท่อเดิม) โดยวางไปเชื่อมกับท่อเดิมหรือวางไปเชื่อมกับท่อที่มีขนาดต่างกัน เป็นต้น

4.1.4 โดยปกติระดับความลึกของท่อแต่ละขนาดให้มีความคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดได้ โดยอนุโลมให้วางตื้นกว่าที่กำหนดได้ไม่เกิน 5 เซนติเมตร นอกจากกรณีตามข้อ 4.1.1 - 4.1.4 ถ้าการวางท่อจุดใดไม่ได้ระดับความลึกตามที่กำหนด ผู้ว่าจ้างจะพิจารณาให้แก้ไขหรือหักเงินค่าแรงวางท่อในช่วงนั้นๆ เช่น แนวท่อประปาที่วางขนานบนแนวท่อประปาเดิมหรือท่อระบายน้ำ ฯลฯ

ตารางที่ ข4-1 มาตรฐานความลึกหลังท่อ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ความลึกหลังท่อ (ม.)	หมายเหตุ
100	0.60	1. ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2" - 3" ให้ความลึกหลังท่อไม่น้อยกว่า 0.30 ม. 2. ความลึกหลังท่อในทางเท้าให้ใช้ความลึกท่อ ไม่น้อยกว่า 1/2 ของมาตรฐานความลึกหลังท่อ
150	0.60	
200	0.80	
250	0.80	
300	1.00	
400	1.00	
500	1.00	
600	1.00	
>700	1.20	

4.2 การวางท่อต้องให้ได้แนวตรงและการเบี่ยงเบนแนวท่อสำหรับข้อต่อแบบต่างๆ อาจจะทำให้แต่ต้องไม่เกินข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตท่อหรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้

4.3 หากจำเป็นต้องวางท่อซ้อนกัน กรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ให้ผู้รับจ้างทำความเข้าใจกับผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างในอันที่จะแก้ไขตัดแปลงหรือย้ายแนวท่อไปวางในที่ที่เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดีและถูกต้องตามหลักวิชาการ

4.4 ฝาคบรอบตลอดกันดินประตุน้ำจะต้องยกสูงให้ได้ระดับพอดีกับผิวถนนหรือผิวทางเท้า

4.5 แนวท่อ จุดติดตั้งอุปกรณ์ เช่น ประตูน้ำ ประตูระบายอากาศ ฯลฯ ตลอดจนจุดก่อสร้างเสา ค.ส.ล.รับท่อ ตามกำหนดในผังแนวท่ออาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม โดยผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการนี้ถ้าเพิ่มขึ้นเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

5. การสูบน้ำในร่องดินที่จะทำการวางท่อ

ผู้รับจ้างจะต้องไม่ปล่อยให้ น้ำขังอยู่ในท้องร่อง ซึ่งจะทำให้ดินข้างๆ ร่องพังหรือยุบตัวและไม่สะดวกในการวางท่อ ถ้ามีน้ำขังอยู่ในท้องร่อง ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ภายในท่อสกปรก ผู้รับจ้างจะต้องสูบน้ำ หรือวิดน้ำออกจนแห้ง แล้วจึงทำการต่อท่อหรือติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ได้

6. การข่มถนนและทางเท้า

ในการวางท่อไปตามถนนหรือทางเท้า ถ้าจำเป็นต้องขุดเจาะถนน ทางเท้า หรือถ้าปรากฏว่าทำให้ทรัพย์สินของเอกชนหรือทางราชการชำรุดเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาซ่อมแซมให้มีสภาพดีดังเดิมตามมาตรฐานเจ้าของกรรมสิทธิ์ ในถนนกำหนดและภายในระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างกำหนด หากพ้นระยะเวลาดังกล่าว ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเพิ่มมากขึ้น ค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

7. การยกเลิกท่อเดิมและการรื้อหัวดับเพลิงเดิมที่ยกเลิก

เมื่อมีการวางท่อใหม่แทนท่อเดิมตามที่ระบุในแบบแปลน หากท่อเดิมวางลอยอยู่เหนือพื้นดิน ให้ผู้รับจ้างรื้อออกพร้อมทำความสะอาดและนำส่งคืนการประปา ส่วนท่อเดิมที่อยู่ใต้ดินหากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่นไม่ต้องรื้อขึ้นมา เว้นแต่จะเป็นอุปสรรคต่อการวางท่อใหม่ทั้งนี้การดำเนินการให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

การวางท่อใหม่แทนท่อเดิมนั้น เมื่อตัดท่อเดิมออกจากระบบแล้วผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าท่อเดิมจะไม่มีน้ำ ไหลออกมาอีกแล้ว และการยกเลิกท่อเดิมต้องเป็นการยกเลิกโดยเด็ดขาด ไม่มีน้ำไหลในเส้นท่อ เช่น การทุบทิ้ง เป็นต้น

ชุดหัวดับเพลิง (พร้อมประตูน้ำ ขนาด 100 มม.) ของท่อเดิมที่ยกเลิก หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องรื้อขึ้นทั้งชุด (ยกเว้นสามทางที่ท่อเดิม) พร้อมทั้งทำความสะอาดและนำส่งคืนการประปา

8. การวางท่อตามชนิดระบุ

นอกจากปฏิบัติตามข้อ 1-7 แล้ว ต้องปฏิบัติตามการวางท่อตามชนิดระบุ หากมีข้อความใดขัดแย้งกัน ให้ถือปฏิบัติตามการวางท่อตามชนิดระบุ

8.1 ท่อซีเมนต์ใยหิน และท่อ PVC

ผู้รับจ้างจะต้องใช้ท่อเหล็กขนาดเท่าท่อซีเมนต์ไยหิน และท่อ PVC ที่ระบุในแบบแปลนในกรณีต่อไปนี้

8.1.1 ท่อที่วางเกาะสะพานข้ามคลองหรือแม่น้ำ และช่วงที่วางลอยเหนือพื้นดินให้ใช้ท่อเหล็กเริ่มต้นจากจุดที่อยู่ระดับความลึกหลังท่อ

8.1.2 ท่อที่วางข้ามหรือลอดท่อระบายน้ำ หรือรางระบายน้ำ

8.1.3 ท่อที่วางข้ามหรือลอดคู คลอง หนอง บึง (ยกเว้นจุดที่กำหนดให้ทำเสา ค.ส.ล. รับท่อซึ่งได้กำหนดชนิดท่อไว้ในแบบแล้ว)

8.1.4 ท่อวางลอดถนนที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ ในถนนกำหนดให้ใช้ท่อเหล็ก

8.2 ท่อเหล็ก

8.2.1 ก่อนที่จะนำท่อลงสู่ร่องดิน จะต้องตบแต่งพื้นร่องดินให้เรียบเสียก่อน เว้นแต่บริเวณที่เป็นข้อต่อ และผู้รับจ้างจะต้องไม่ปล่อยให้เครื่องมือจักรหรือวัสดุหนักๆ ไปกระแทกถูกท่อไม่ว่าภายในหรือภายนอก

8.2.2 การต่อท่อเหล็กเหนียวเข้ากับท่อชนิดอื่น จะต้องเป็นไปตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ในขณะก่อสร้าง

8.2.3 การยกท่อหรือเคลื่อนย้ายท่อและอุปกรณ์ ต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันมิให้วัสดุที่ใช้เคลือบภายนอกหรือวัสดุเคลือบภายในชำรุดเสียหาย อุปกรณ์ที่ใช้ในการยกท่อได้แก่ ฝ่าใบผืนกว้าง ห้ามใช้โซ่เปลือย ลวดสลิง ขอบเกี่ยวหรือแท่งโลหะในการยกท่อ และห้ามทิ้ง หรือทิ้งท่อลงจากรถบรรทุก ในกรณีที่เกิดความเสียหาย ผู้ว่าจ้างจะพิจารณาให้นำไปใช้หรือไม่ให้ใช้หรือให้นำไปซ่อมแซมตามมาตรฐานตามการเคลือบผิวท่อนั้นๆ

8.2.4 ในการติดตั้งอุปกรณ์ หากการใช้อุปกรณ์ตามที่ระบุในแบบแปลนไม่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่เฉพาะแห่ง อนุญาตให้ผู้รับจ้างใช้อุปกรณ์แบบพิเศษได้ตามความจำเป็น แต่ทั้งนี้จะต้องเสนอแบบแปลนของอุปกรณ์พิเศษนั้นๆ ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน

8.2.5 ในกรณีที่จำเป็นต้องตัดท่อในสนามทั้งการตัดตรงและตัดเฉียง เช่น การประกอบท่อกับข้อต่อ หน้างาน เป็นต้น จะต้องกระทำโดยใช้เครื่องเชื่อมแก๊สหรือเครื่องมือตัดท่อที่เหมาะสม ซึ่งต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน รอยตัดจะต้องเรียบเป็นเส้นตรงและต้องได้ฉากกับแกนของท่อหรือตั้งได้ฉากกับแนวเฉียงที่ตัด การตัดท่อในสนามจะต้องกระทำให้น้อยที่สุดและจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน

8.2.6 การเชื่อมท่อในสนามจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 427 หรือ AWWA C 206 "Field Welding of Steel Water Pipe" โดยแนวเชื่อมตามแบบมาตรฐาน และผู้รับจ้างจัดหาช่างเชื่อมฝีมือดีมาดำเนินการเชื่อมท่อ ผู้รับจ้างจะต้องทำการเตรียมแนวที่จะเชื่อมให้ได้ตามมาตรฐานที่ระบุข้างต้น และได้รับการตรวจสอบเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างแล้ว จึงจะทำการเชื่อมได้หลังจาก

รอยเชื่อมได้รับการตรวจสอบเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างแล้วผู้รับจ้างจึงจะทำการเคลือบภายนอกท่อและ/หรือภายในท่อบริเวณแนวเชื่อมตามมาตรฐานการเคลือบผิวท่อเหล็กเหนียว

8.2.7 ในการติดตั้งอุปกรณ์ท่อชนิดต่างๆ ทุกจุด ผู้รับจ้างจะต้องทำแท่นยึดอุปกรณ์ท่อขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดตามแบบแปลน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดแรงดันน้ำ และสภาพพื้นที่ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการขยับเขยื้อนจนเกิดการรั่วซึมหรือหลุดที่ข้อต่อได้ขณะทำการจ่ายน้ำในเส้นท่อ และในกรณีที่มีสถานที่จำกัดและต้องการความแข็งแรงของข้อต่อเป็นพิเศษ การยึดข้อโค้งหรือข้อต่อสามารถกระทำได้โดยการประกอบติดตั้งเป็น Restrained Joint ณ จุดนั้นๆ แทนการทำแท่นยึดตามแบบแปลน ค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อที่เป็นชนิด Restrained Joint เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น และในกรณีผู้รับจ้างมีความประสงค์จะขอใช้ข้อต่อแบบ Restrained Joint ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบแปลน รายละเอียดและรายการคำนวณ Restrained Joint ที่ใช้กับท่อที่จะวาง ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างพิจารณารับรองก่อนที่จะนำไปใช้งาน โดย Restrained Joint ที่เสนอนั้น อาจเป็นแบบเฉพาะของผู้ผลิตหรือแบบ Pipe Clamps พร้อมหุคล้องและเหล็กยึดตามกำหนดในแบบแปลนก็ได้

8.2.8 สำหรับข้อต่อแบบ Mechanical Coupling และข้อต่อแบบ Restrained Joint เฉพาะส่วนที่เป็น Mechanical Coupling ที่วางใต้ดินให้เทหุ้มด้วย Cement-Mortar ใช้อัตราส่วนโดยปริมาตรของซีเมนต์ต่อทรายประมาณ 1 ส่วน ต่อ 3 ส่วน และในการเทหุ้มข้อต่อให้ใช้วิธีตั้งแบบเทแล้วกระทุ้งให้แน่นให้มี Covering ด้านละไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร ยกเว้นกรณีที่ใช้ระบบท่อระบุให้ใช้ระบบ Cathodic Protection ไม่ต้องเทปูนทรายหุ้ม

8.2.9 การวางท่อเหล็กเหนียว หากมีข้อขัดแย้งใดๆ เกี่ยวกับข้อกำหนดนี้ ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานของ AWWA C 600 "Installation of Ductile-Iron Water Mains and Appurtenances" เท่าที่จะนำมาใช้ได้กับการวางท่อเหล็กเหนียวหรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้

8.2.10 ช่างเชื่อมที่ดำเนินการต่อท่อเหล็ก-เชื่อมท่อประจำหน่วยงานก่อสร้าง ต้องเป็นผู้ผ่านการฝึกอบรมฝีมือแรงงาน และได้รับการรับรองจากกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน มีใบประกาศพร้อมทั้งตราหมายเลขช่างเชื่อมที่ออกโดยกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

8.2.11 ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบความสมบูรณ์ของการเคลือบผิวท่อเหล็กในสนาม โดยวิธี High Voltage Holiday Test ตามมาตรฐาน NACE RP0188-99 ที่แรงดันไฟฟ้า 3,000 โวลต์ โดยสุ่มทดสอบจำนวน 5% ของจำนวนท่อที่วางในคราวนั้นๆ และการตรวจสอบด้วยสายตาความไม่สมบูรณ์ของการเคลือบผิวที่มีความเสียหายเล็กน้อย เช่น รอยบวม ร่องลึก แอ่ง ต้องไม่เกิน 10% ของพื้นที่เคลือบผิว แต่ความไม่สมบูรณ์ของการเคลือบผิวต้องไม่มีความเสียหายจากรอยแยก รอยฉีกขาด รอยจากฟองอากาศ รอยโป่งพองและรอยคลิ่น

8.2.12 กรณีผิวเคลือบภายนอกของท่อเหล็กและอุปกรณ์ท่อเหล็กชนิดวางใต้ดิน ชำรุดเสียหาย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการซ่อมแซมให้สมบูรณ์ก่อนยกวางในร่องดิน หรือก่อนถมดินในร่องวางท่อ

วิธีการซ่อมแซมให้เป็นไปตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต โดยต้องเสนอกรรมวิธีการซ่อมแซมให้ผู้ควบคุมงาน หรือผู้ออกแบบตรวจสอบเห็นชอบก่อนดำเนินการ

8.2.13 การเคลือบผิวภายนอกสำหรับแนวเชื่อมต่อท่อเหล็ก และอุปกรณ์ท่อเหล็กชนิดวาง ใต้ดิน (Field Welded Joint) ที่เคลือบผิวภายนอกด้วยสี Polyurethane (PU) ต้องเตรียมผิวรอยเชื่อม ให้สะอาด ให้ดำเนินการดังนี้

- (1) ทำความสะอาดผิวให้สะอาดปราศจากสนิมและสิ่งสกปรกต่างๆ ผิวที่เกิดรอย ไหม้จากการเชื่อมและสีที่เสียหายจากการเชื่อม จะต้องขัดและเอาสีส่วนที่ไหม้ ออกให้หมด โดยใช้จานเฟืองเหล็ก (Rotating Blaster Disc) หรือจานลวดเหล็ก แข็งพิเศษ (Bristle Blaster Disc) ขัดผิวในส่วนที่สีไหม้ ออกให้หมด และขัด บางๆ เลยไปในส่วนที่สีไม่ไหม้อีกประมาณ 1 - 2 นิ้ว เพื่อเพิ่มความขรุขระของ ผิวให้เกิดการยึดเกาะระหว่างสีเก่าและสีใหม่ที่มาเคลือบลงไป
- (2) ผิวที่เกิดจากการขีดขีดหรือกระแทกจนสีหลุดออกมา ให้ทำการขูดสีในส่วนที่ถูก กระแทกหรือที่แตกออก โดยใช้จานเฟืองเหล็ก (Rotating Blaster Disc) หรือ จานลวดเหล็กแข็งพิเศษ (Bristle Blaster Disc) ขัดแล้วจึงทาสี Polyurethane (PU) ทับ
- (3) หลังจากเตรียมผิวเรียบร้อยแล้ว ให้ทาสี Polyurethane, Solid Content 100% ชนิด Brush Grade หรือ Trowel Grade ที่ผสม Part A และ Part B เข้าด้วยกัน อย่างสมบูรณ์ลงไปในพื้น ที่ผิวที่เตรียมไว้ โดยใช้แปรงหรือเกรียง ทาทับจนกว่าจะได้ความหนาสีไม่น้อยกว่า 625 ไมครอน และสี Polyurethane (PU) ที่ใช้ทาแนวเชื่อม ต้องมาจากบริษัทผู้ผลิตรายเดียวกับสีที่ใช้เคลือบผิว ภายนอกท่อเหล็ก
- (4) ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของรอยเชื่อมต่อด้วยกรรมวิธี High Voltage Holiday Test ที่แรงดันไฟฟ้า 3000 โวลต์ โดยกำหนดให้ทำการทดสอบทุก รอยเชื่อม
- (5) ในกรณีที่ไม่ได้เคลือบผิวรอยเชื่อมต่อท่อเหล็กด้วยสี PU ให้ผู้รับจ้างส่งรายละเอียด คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนและกรรมวิธีการเคลือบผิวมายังกองมาตรฐาน วิศวกรรมฝ่ายวิศวกรรม เพื่อประกอบการพิจารณา และต้องได้รับความเห็นชอบ ก่อนดำเนินการ

8.2.14 กรณีท่อเหล็กวางใต้ดินมีการเว้นการเคลือบผิวภายนอกไว้ที่ปลายท่อสำหรับการ เชื่อมต่อเข้ากับท่อหรือข้อต่อ เมื่อมีการเชื่อมต่อเข้ากับท่อหรือข้อต่อแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องขัดทำความสะอาดปลายท่อและบริเวณแนวเชื่อมให้ปราศจากสนิมและสิ่งสกปรกต่างๆ หรือผิวที่เกิดรอยไหม้จากการ

เชื่อมโดยใช้จานเฟืองเหล็ก (Rotating Blaster Disc) หรือจานลวดเหล็กแข็งพิเศษ (Bristle Blaster Disc) ขัดส่วนที่เว้นไว้ออกให้หมด แล้วทำการเคลือบผิวภายนอกด้วยวัสดุเคลือบผิวชนิดเดียวกับท่อ หรือวัสดุเคลือบผิวตามที่ผู้แทนผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบ ให้ครอบคลุมบริเวณปลายท่อที่เว้นการเคลือบผิวไว้ให้หมดกรรมวิธีเคลือบให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตท่อ หรือโรงงานผู้ผลิตวัสดุเคลือบผิว

8.2.15 การทดสอบการรั่วซึมที่ข้อต่อ

สำหรับท่อปลายปากกระพริงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ใหญ่กว่า 700 มิลลิเมตรขึ้นไป ที่มีรอยเชื่อม จะทำการทดสอบการรั่วซึม โดยใช้ความดันอากาศ 2.8 กก./ตร.ซม. อัดผ่านรูที่ติดกับท่อ ลมมม ๘ 6 มม. ระหว่างรอยเชื่อม 2 รอย บริเวณปลายปากกระพริง ทารอยเชื่อมด้วยน้ำสบู่ ทำเครื่องหมายชี้จุดรั่วบริเวณที่มีฟองอากาศหลังจากทำการทดสอบ รูเปิด ๘ 6 มม. จะต้องปิดด้วยปลั๊กหรือการเชื่อม หรือวิธีทดสอบรอยเชื่อมแบบไม่ทำลาย หลังจากกวาดท่อได้ ตามความยาวที่กำหนด ท่อที่ผ่านการทดสอบการรั่วซึมที่ข้อต่อแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบความดันและการรั่วซึมของท่อ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบสำหรับการซ่อมรอยรั่ว

9. การทดสอบความดันน้ำในท่อ และการทดสอบการรั่วซึมของท่อ

น้ำที่ใช้ในการทดสอบท่อจะต้องเป็นน้ำประปาหรือน้ำจากแหล่งอื่นที่สะอาด ซึ่งผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ท่อที่ทดสอบจะต้องปราศจากฟองอากาศภายในท่อ ซึ่งในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งระบบไล่ฟองอากาศจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ท่อที่ทดสอบแต่ละช่วงจะต้องมีความยาวไม่เกิน 500 เมตร หรือตามที่ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ผู้รับจ้างต้องทำการกลบวัสดุหลังท่อ การกลบวัสดุหลังท่อจะต้องปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐานงานวางท่อในร่องดิน และเว้นให้เห็นข้อต่อและอุปกรณ์ทุกช่อง หลังจากนั้นให้ทำการทดสอบความดันน้ำในเส้นท่อ

การทดสอบความดันน้ำในท่อและการทดสอบการรั่วซึมของท่อ ให้กระทำเป็นช่วงๆ หลังจากผู้รับจ้างได้วางท่อในช่วงนั้นแล้วเสร็จ และต้องขังน้ำไว้ให้เต็มท่อช่วงที่จะทดสอบนั้นก่อน ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) เพื่อใช้วัดความดันในการทดสอบที่มีความละเอียด ± 0.01 เมกะพาสคัล (± 0.1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) ที่นำมาใช้ ผู้รับจ้างจะต้องนำไปปรับความเที่ยงตรง (Calibrate) รับรองโดยสถาบันที่เชื่อถือได้เป็นระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน และผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาตรวัดความดันที่เป็นชนิดและขนาดเดียวกับที่ผู้รับจ้างจะใช้ในการทดสอบท่อ จำนวน 1 ชุด ให้ผู้แทนผู้ว่าจ้างไว้ใช้ตรวจสอบผลการทดสอบความดันน้ำของผู้รับจ้างด้วย ค่าใช้จ่ายในการจัดหาแรงงาน อุปกรณ์ เครื่องสูบน้ำ มาตรวัดความดัน ฯลฯ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการแก้ไขรอยรั่ว เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

9.1 การทดสอบท่อส่งน้ำ/ท่อจ่ายน้ำที่วางใหม่

ท่อส่งน้ำ/ท่อจ่ายน้ำที่วางใหม่และท่อแยกเข้าบ้าน รวมทั้งอุปกรณ์, ประตุน้ำที่ติดตั้งจะต้องทดสอบความดันน้ำในเส้นท่อ (Pressure Test) และทดสอบการรั่วซึม (Leakage Test) โดยให้ปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน AWWA C 603 “Installation of Asbestos Cement Pressure Pipe” สำหรับท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อพีวีซี หรือมาตรฐาน AWWA C 600 “Installation of Ductile Iron Water Mains and Appurtenances” สำหรับท่อเหล็ก หรือมาตรฐาน SFS 3115 : E “Plastic Pipes Water tightness Test for Pressure Pipelines” สำหรับท่อเอชดีพีอี หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดเป็นอย่างอื่น การทดสอบจะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

9.1.1 การทดสอบท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อพีวีซี ท่อเหล็ก ท่อเหล็กหล่อเหนียวหรือระบบท่อที่มีส่วนประกอบของท่อเหล่านี้

- ให้ใช้แรงดันทดสอบ 0.60 ± 0.02 เมกะพาสคัล (6.0 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อซีเมนต์ใยหิน ท่อพีวีซี
- ให้ใช้แรงดันทดสอบ 1.00 ± 0.02 เมกะพาสคัล (10.0 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อเหล็ก

ในการทดสอบต้องคงความดันนี้ให้ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง หากการทดสอบให้ผลไม่เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบ ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ ที่จะสั่งการให้ทำการทดสอบต่อไปได้ปริมาณการรั่วซึมสูงสุดที่ยอมได้ ให้ใช้สูตรคำนวณดังต่อไปนี้

$$L = (ND)(10P)^{1/2} / 18,000$$

L = ปริมาณการรั่วซึมที่ยอมให้เป็นลิตรต่อชั่วโมง

N = จำนวนของข้อต่อ (ข้อต่อที่ใช้แหวนยางสองชั้นให้นับเป็นสองข้อต่อ แต่ถ้ามีแหวนยางอื่นเพิ่มขึ้นอีกไม่ต้องนับ)

P = ความดันระหว่างการทดสอบเป็นเมกะพาสคัล

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเป็นมิลลิเมตร

9.1.2 การทดสอบท่อเอชดีพีอี ให้ทดสอบตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ใช้แรงดันทดสอบดังนี้

- แรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 0.77 ± 0.02 เมกะพาสคัล (7.7 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อเอชดีพีอี PN 10
- แรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 0.62 ± 0.02 เมกะพาสคัล (6.2 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อเอชดีพีอี PN 8
- แรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 0.49 ± 0.02 เมกะพาสคัล (4.9 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อเอชดีพีอี PN 6

ระยะเวลาทดสอบ $2 + 0.1$ ชั่วโมง เมื่อแรงดันในท่อลดลงมากกว่า 0.02 เมกะพาสคัล (0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ให้เติมน้ำเข้าไปจนได้แรงดันทดสอบ

ขั้นตอนที่ 2 เพิ่มแรงดันทดสอบเท่ากับ 1.3 เท่า ของแรงดันทดสอบขั้นตอนที่ 1 ภายในเวลาไม่เกิน 6 นาที โดยใช้เครื่องสูบน้ำตามผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างกำหนด

- แรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 1.00 ± 0.02 เมกะพาสคัล (10 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อเอชดีพีอี PN 10
- แรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 0.80 ± 0.02 เมกะพาสคัล (8 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อเอชดีพีอี PN 8
- แรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 0.64 ± 0.02 เมกะพาสคัล (6.4 ± 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) สำหรับท่อเอชดีพีอี PN 6(PE100)

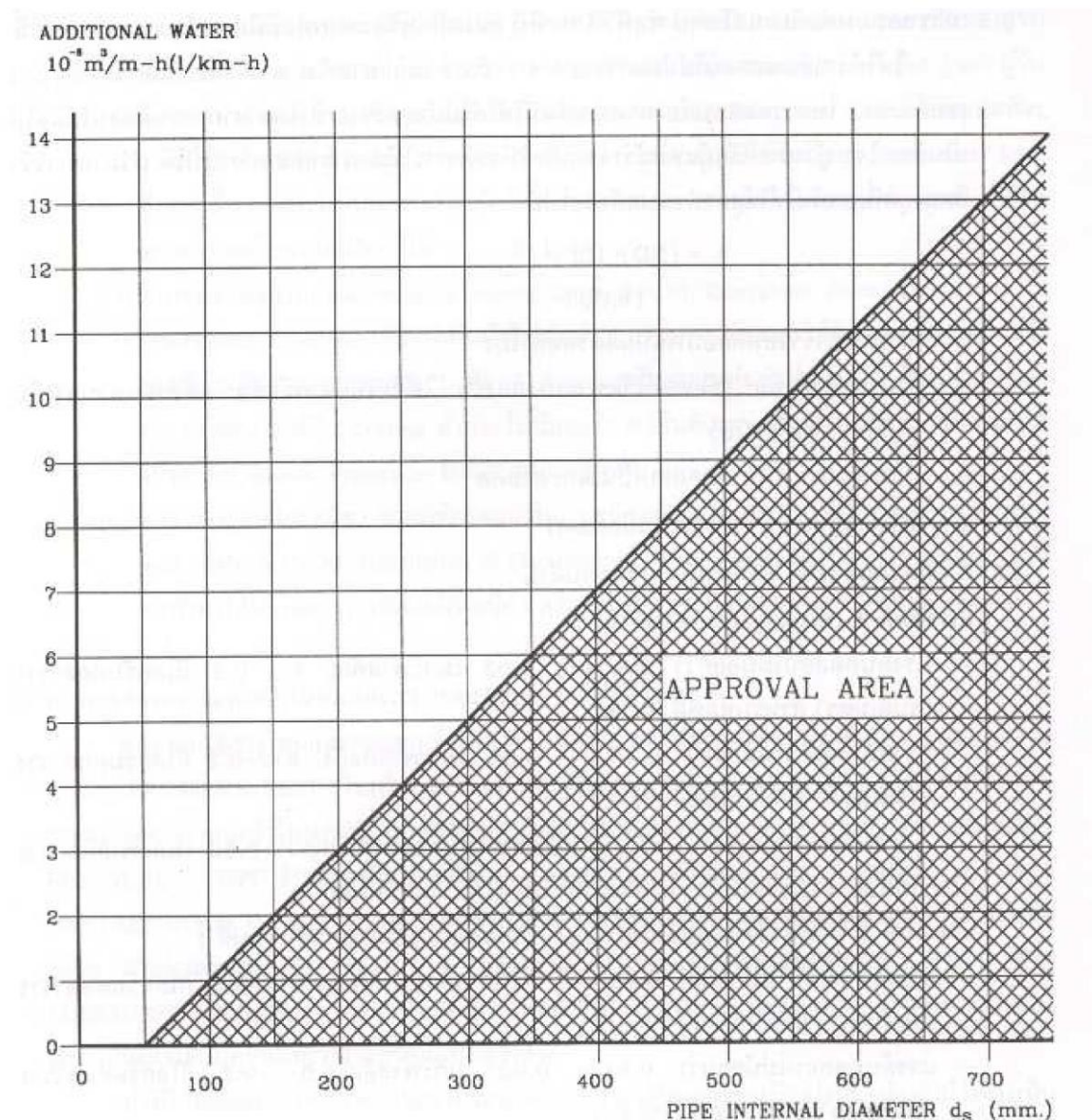
ระยะเวลาทดสอบ $2 + 0.1$ ชั่วโมง เมื่อแรงดันในท่อลดลงมากกว่า 0.02 เมกะพาสคัล (0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ให้เติมน้ำเข้าไปจนได้แรงดันทดสอบ

ขั้นตอนที่ 3 ลดแรงดันในท่อให้เหลือเท่ากับแรงดันทดสอบในขั้นตอนที่ 1 ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 6 นาที แล้วปิดประตูน้ำทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จึงวัดปริมาณน้ำที่เติมเข้าไปเพื่อให้แรงดันในท่อเท่ากับแรงดันทดสอบในขั้นตอนที่ 1 ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อกิโลเมตรต่อชั่วโมง) ที่เติมไปนั้น จะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในรูปที่ ข9-1 “Pressure Test : Limits of Approval / Non Approval” หากมีปริมาณน้ำรั่วซึมจากท่อเกินกว่าปริมาณที่กำหนดไว้

ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบหารอยรั่วและแก้ไขให้เรียบร้อย แล้วทดสอบใหม่ตามวิธีการเดิม

9.2 การทดสอบท่อบริการหลัก และท่อบริการ

เมื่อทำการติดตั้งท่อบริการหลักและ/หรือท่อบริการ ประสานเข้ากับมาตรผู้ใช้น้ำ (จนถึงประตูน้ำหน้ามาตร) แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบความดันและการรั่วซึมของน้ำทั้งระบบหรือแยกทดสอบเป็นส่วนๆ ของระบบตามดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยให้ใช้น้ำ ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานน้ำประปาอัดเข้าระบบ ให้มีความดันสูงกว่าความดันที่ใช้งานจริงร้อยละ 50 (ไม่เกิน 3 Bar) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง แล้วจึงชั่วคราวตรวจสอบหารอยรั่ว หากพบว่าส่วนใดของระบบรั่วซึม จะต้องแก้ไขให้เรียบร้อย ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น



รูปที่ ข9-1 Pressure Test : Limits of Approval / Non Approval

10. การฆ่าเชื้อโรคในท่อ

ภายหลังจากที่ได้ทำการวางท่อและการทดสอบท่อผ่านเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการฆ่าเชื้อโรคในท่อและล้างท่อให้สะอาด การฆ่าเชื้อโรคในท่อนี้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการภายใต้การควบคุม และได้ผลเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยทั่วไปแล้ว วิธีการฆ่าเชื้อโรคกระทำโดยปล่อยน้ำเข้าสู่ท่อเพื่อทำการล้างชำระสิ่งสกปรกต่างๆ ออกไปให้หมด หรือจนกว่าน้ำที่ปล่อยออกจากเส้นท่อจะใสแล้วจึงใส่น้ำผสมสารเคมีเข้าไปในท่อตามปริมาณและส่วนผสมที่ได้รับอนุญาตแล้ว โดยผ่านเข้าทางท่อแยก

ที่อยู่ปลายด้านหนึ่งของท่อในเวลาเดียวกันก็ระบายน้ำออกจากท่อทางปลายอีกด้านหนึ่ง จนกระทั่งตรวจสอบได้ว่า สารเคมีได้กระจายปนอยู่ในท่อสม่ำเสมอ แล้วปิดปลายท่อ ปลอยให้น้ำยาผสมสารเคมีขังไว้ในท่อเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง อัตราคงอยู่ของคลอรีน (Residual Chlorine) จะต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคคือ คลอรีนผง (Calcium Hypochlorite) หรือสารเคมีอย่างอื่นที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้ว ยกเว้นท่อน้ำดิบให้ล้างด้วยน้ำ สะอาดไม่ต้องมีการฆ่าเชื้อโรค

11. เครื่องมือและอุปกรณ์ใช้สำหรับงานวางท่อ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวางท่อเพื่อความเรียบร้อยและความสะดวกรวดเร็วของงาน นอกจากเครื่องมือแรงต่างๆ แล้ว ในกรณีที่มีการวางท่อตามสัญญาที่มีงานที่จะต้องดำเนินการเกี่ยวข้องกับเครื่องมือชนิดใดที่จะกำหนดในข้อ 11.1-11.5 ให้ผู้รับจ้างจัดหาเครื่องมือชนิดนั้นเตรียมไว้ ณ สถานที่ก่อสร้างตามกรณี สำหรับรายการเครื่องมือที่กำหนดมีดังรายการต่อไปนี้

- 11.1 เครื่องมือตัดหรือเจาะถนนคอนกรีตจำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
- 11.2 เครื่องมือตัดและต่อท่อที่มีความเหมาะสมจำนวนอย่างน้อย 1 ชุด ตามขนาดและชนิดท่ออื่นๆ
- 11.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบแรงดันน้ำในเส้นท่อ ขนาดวัดความดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะพาสคัล (10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
- 11.4 เครื่องมือและอุปกรณ์เจาะถนนหรือเครื่องมือดันท่อ ปลอกเหล็กกลดถนน ที่สามารถใช้ให้มีความเหมาะสมกับขนาดท่อปลอกเหล็ก จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
- 11.5 รถยกหรือเครนที่สามารถยกท่อเหล็กหรือท่อซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มม. ขึ้นไป 2 ชุด
- 11.6 เครื่องมือบดอัดดินที่เหมาะสมกับงานวางท่อ จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด ก่อนดำเนินการวางท่อให้ผู้รับจ้างแสดงบัญชีรายการเครื่องมือและอุปกรณ์แก่ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง พร้อมจัดเตรียมหรือนำเครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านั้น เก็บประจำไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง แต่ละงวดงานวางท่อที่ผู้รับจ้างส่งมอบแก่ผู้ว่าจ้าง เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมที่จะนำไปใช้งานในสนามได้ตลอดเวลา การถอนหรือเคลื่อนย้ายเครื่องมือกลับจะกระทำได้เมื่องานวางท่อแล้วเสร็จสมบูรณ์หรือหมดความจำเป็นที่จะใช้เครื่องมือชนิดนั้นแล้ว แต่ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจและได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างแล้ว

12. ความปลอดภัยในการทำงานวางท่อประปา

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างให้เพียงพอ ตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างเอง โดยจะต้องดำเนินการดังนี้

12.1 จัดหาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลให้แก่คนงานสวมใส่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ได้แก่ หมวกแข็ง (สีขาวและสีเหลืองเท่านั้น) และรองเท้าบูท ฯลฯ

12.2 จัดหาบันไดวางพาดในร่องดินในกรณีขุดร่องดินลึกเกินกว่า 1.50 เมตร

12.3 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบสภาพเครื่องมือเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ทุกชิ้นให้อยู่ในสภาพปลอดภัยที่จะใช้งาน เช่น รถเครน รถดั้มพ์ ลวดสลิงของรถเครน สายไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำ ฯลฯ

12.4 ตรวจสอบสมรรถภาพของเครื่องจักรกล หากเห็นว่าสมรรถภาพไม่เพียงพอกับการใช้งานให้ปลอดภัยแล้ว จะต้องเปลี่ยนหรือเพิ่มกำลังขีดความสามารถให้สูงขึ้นตามความเหมาะสมและเห็นชอบของผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

12.5 จัดสัญญาณเกี่ยวกับความปลอดภัยติดตั้ง ให้ผู้สัญจรไปมาให้ชัดเจน จัดกั้นคอก สังกะสี ปิดล้อมร่องดินที่ต้องเปิดทิ้งไว้พร้อมทั้งติดสัญญาณเตือน

12.6 ผู้รับจ้างจะต้องกวดขันการปฏิบัติงานของผู้ควบคุมเครื่องจักรกล คนงาน ช่างฝีมือไม่ให้ปฏิบัติงานในลักษณะที่ไม่ปลอดภัย

13. การตรวจสอบและควบคุมคุณสมบัติท่อ อุปกรณ์ท่อ ประตุน้ำ และอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ

13.1 การควบคุมการผลิต

ผู้รับจ้างต้องแจ้งผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างล่วงหน้า 10 วัน ก่อนทำการผลิตท่อ อุปกรณ์ท่อ ประตุน้ำ และอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ เพื่อไปตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในการผลิต ควบคุมการผลิต เก็บตัวอย่างวัสดุเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกลและเคมี ทดสอบการใช้งาน ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในรายละเอียดและออกใบรับรองไว้ให้เป็นหลักฐานเพื่อจัดส่งไปยังหน่วยงานก่อสร้างพร้อมกับท่อ อุปกรณ์ท่อ ประตุน้ำ ฯลฯ ทั้ง นี้ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ ในการชักตัวอย่างท่อ อุปกรณ์ท่อ และอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ ณ หน่วยงานก่อสร้าง โดยอาจเก็บตัวอย่างท่อ 3 ชุดตัวอย่าง จากท่อต่อระยะ 1,000 เมตร โดยเศษของ 1,000 ม. ให้คิดเป็น 3 ชุดตัวอย่าง หรือผลิตภัณฑ์ 3 ชุดตัวอย่างต่อรุ่น ที่ใช้ในโครงการก่อสร้าง เพื่อทำการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบ

13.2 ใบรับรองวัสดุ (Certificate of material) ใบรับรองผลการวิเคราะห์ (certificate of Analysis)

ผู้รับจ้างต้องแสดงหลักฐานการทดสอบและการรับรอง ในกรณีที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่ใช้ในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ กำหนดดังนี้

(1) อุปกรณ์เหล็กหล่อ อุปกรณ์เหล็กหล่อแกรไฟต์กลมและท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้า ประกอบด้วย วัสดุเหล็กหล่อ เหล็กเหนียว ทองบรอนซ์ ทองเหลือง เหล็กกล้าไร้สนิม ทองเหลือง อาร์เซนิก ฯลฯ

(2) ท่อ HDPE ท่อ PB ท่อ PVC ประกอบด้วย วัสดุเม็ดพลาสติกตามชนิดและชั้นคุณภาพต่างๆ ตามข้อกำหนดระบุเพื่อให้ผู้ว่าจ้างสามารถทราบแหล่งที่มาของวัสดุ คุณภาพ และมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันการปลอมปนวัสดุหรือการใช้วัสดุที่ไม่ได้มาตรฐาน ในการผลิตท่อและอุปกรณ์ท่อต่างๆ ดังกล่าว

13.3 ใบรับรองผลิตภัณฑ์

ผู้รับจ้างต้องแสดงใบกำกับพัสดุ ท่อ อุปกรณ์ท่อ ประตุน้ำ และอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ ในแต่ละงวดงานที่จะส่งไปถึงหน่วยงานก่อสร้าง ใบรับรองออกโดยโรงงานผู้ผลิต

13.4 การอำนวยความสะดวกในการควบคุมการผลิต

ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและจัดหาสถานที่ที่มีความปลอดภัยเพียงพอ มีระบบแสงสว่าง การถ่ายเทอากาศที่ดีและไม่มีสภาวะที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของร่างกายและจิตใจ รวมถึงจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ สำหรับผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยกำหนดไว้ดังนี้

13.4.1 ห้องทำงานและเครื่องใช้สำนักงาน

- ห้องทำงานขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 12 ตร.ม.
- โต๊ะทำงานพร้อมทั้งเก้าอี้ 1 ชุด
- ตู้เอกสารชนิดตั้ง มี 4 ลั่นชัก 1 ตู้ พร้อมกุญแจ
- พัดลมเพดานหรือพัดลมตั้งพื้น
- โทรศัพท์ติดต่อกายนอกประจำโต๊ะทำงาน
- เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด เช่น Vernier Caliper, Micrometer, Dial Caliper Gauge, Metal Tape, เครื่องวัดความหนาสี เป็นต้น

13.4.2 ยานพาหนะสำหรับรับ-ส่งผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบควบคุมการผลิตและเก็บตัวอย่าง อนึ่ง ค่าใช้จ่ายต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องใช้ในการตรวจสอบ ทดสอบ และการรับ-ส่งผู้แทนผู้ว่าจ้างเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

14. การเก็บตัวอย่างท่อ HDPE ณ หน่วยงานก่อสร้าง

การเก็บตัวอย่างท่อ HDPE ในหน่วยงานก่อสร้าง เพื่อส่งตรวจสอบให้ผู้ควบคุมงานก่อสร้างชักตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการสอบทวนคุณภาพปลายทางโดยดำเนินการดังนี้

14.1 การเก็บตัวอย่าง จะดำเนินการเก็บตัวอย่างท่อทุกขนาด ขึ้นความดันระบุ และรุ่นการผลิต ต่อ 1 ตัวอย่าง ในการสอบทวนคุณภาพของท่อ HDPE ที่จัดส่งให้หน่วยงานก่อสร้าง

14.2 ให้ตัดตัวอย่าง ท่อเป็นรูปทรงกระบอก ความยาวประมาณ 200 มม. ขนาดตั้งแต่ 315 มม.ขึ้นไป อนุญาตให้ตัดตัวอย่างเป็นชิ้น ความยาวประมาณ 200 มม. ความกว้างพื้นผิวท่อประมาณ 250 มม. พร้อมแนบสำเนาเอกสารใบรับรองผลการวิเคราะห์ (COA) ที่ใช้ในการผลิตท่อในรุ่นที่จัดส่งมา

14.3 ท่อที่ส่งมาให้ตรวจสอบให้มีเครื่องหมายการค้า ยี่ห้อ ผู้ผลิตแสดงไว้ด้วย ให้ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง ตัวแทนผู้รับจ้าง และผู้จัดการประปา หรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมาย ลงชื่อกำกับที่พื้นผิวด้านตัวอย่าง พร้อมระบุชั้นคุณภาพ (PE) ชั้นความดัน (PN) และรหัสรุ่นที่ผลิต ชื่อโครงการสัญญาเลขที่ไว้ด้วยทุกตัวอย่าง

14.4 การส่งตัวอย่างทดสอบ 1 ชุดตัวอย่าง ประกอบด้วย ชิ้นตัวอย่างจำนวน 3 ชิ้น ตัวอย่างชิ้นที่ 1 ต้องมีรายละเอียด ตามข้อ 14.3 ครบถ้วน ตัวอย่างชิ้นที่ 2 และ 3 ต้องมีรายละเอียดตามข้อ 14.3 ยกเว้นยี่ห้อผู้ผลิต มีหรือไม่มีก็ได้ ตัวอย่างทั้ง 3 ชิ้น ต้องเป็นชิ้นตัวอย่างจากท่อคนละท่อน ในรุ่นผลิต (Lot) เดียวกัน

14.5 การทดสอบ จะทดสอบตัวอย่างที่ 1 (ชิ้นที่มีเครื่องหมายการค้า) ถ้าผ่านการทดสอบ จะไม่ต้องทดสอบชิ้นตัวอย่างที่ 2 และ 3 ถ้าไม่ผ่านการทดสอบในชิ้นตัวอย่างที่ 1 จะทดสอบชิ้นตัวอย่างที่ 2 และ 3 ต่อไป ซึ่งผลการทดสอบ ชิ้นตัวอย่างที่ 2 และ 3 ต้องผ่าน จึงถือว่าผ่านการทดสอบ

14.6 ตัวอย่างที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง จัดส่งให้ กทส. จะส่งทดสอบดังนี้

- (1) ทำการทดสอบอัตราไหลเม็ลท์ฟลอมเฮลว (Melt Flow Rate) ของท่อหรืออุปกรณ์ เพื่อตรวจสอบชั้นคุณภาพของท่อ PE โดยเปรียบเทียบค่าที่ระบุใน COA ที่ใช้ในการผลิต กรณีที่มีค่าแตกต่างกันกว่าร้อยละ 25 จากค่าที่ระบุไว้ใน COA สงวนสิทธิ์ในการระงับหรือถอนการนำมาใช้งาน (โดยถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ผลิต รวมทั้งค่าใช้จ่าย) โดยจะต้องทำการทวนสอบซ้ำ (โดยอาจจะทำการทวนสอบกับผู้ผลิตคอมพาวนด์) และถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ผลิตท่อ เมื่อผลตรวจสอบมีคุณสมบัติตามมาตรฐานเป็นที่เชื่อถือ จึงจะอนุญาตให้นำมาใช้งาน
- (2) ทำการทดสอบค่า OIT เพื่อตรวจสอบระยะเวลาการเกิดออกซิเดชัน OIT ต้องไม่น้อยกว่า 35 นาที เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส กรณีน้อยกว่า 35 นาที สงวนสิทธิ์ในการระงับการนำท่อหรืออุปกรณ์รุ่นนั้นไปใช้ และจะต้องทำการทวนสอบซ้ำก่อน (โดยอาจจะทำการทวนสอบกับผู้ผลิตคอมพาวนด์) โดยถือเป็น

ความรับผิดชอบของผู้ผลิตท่อ เมื่อผลตรวจสอบมีคุณสมบัติตามมาตรฐานเป็นที่เชื่อถือได้ จึงจะออกใบรับรองคุณภาพและนำมาใช้งานได้

- (3) ทำการทดสอบหาค่าอุณหภูมิหลอมเหลว (Melting Point) ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Differential Scanning Calorimetry (DSC) เพื่อตรวจสอบชนิดของวัสดุ (HDPE) LDPE หรือเม็ดพลาสติกอื่นๆ) โดยเปรียบเทียบกับตาราง PE Characterization Tm Crystallinity
- (4) การทดสอบ ดำเนินการโดย
 - หน่วยงานกลางที่ได้รับการรับรอง หรือ
 - โดยใช้เครื่องวัดของโรงงานผู้ผลิตซึ่งได้รับการสอบเทียบความเที่ยงตรงแล้ว ทุก 6 เดือน
- (5) ค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้าง
- (6) การตรวจสอบตามข้อ 14 จะทำการตรวจสอบค่า ตาม (1), (2) และ (3) ก่อนหากผลการตรวจสอบเป็นที่น่าสงสัย สงวนสิทธิ์ในการตรวจค่า Parameter ตัวอื่นต่อไป
- (7) หากมีข้อสงสัย สงวนสิทธิ์ในการทดสอบอื่นๆ ตามที่ระบุ มาตรฐาน มอก.98

15. แบบแสดงการติดตั้งจริง (ASBUILT DRAWING)

หลังจากทำการจัดหาและวางท่อพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ท่อแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบผังแนวท่อแสดงรายละเอียดท่อและอุปกรณ์ โดยให้ระบุตำแหน่ง ขนาด ชนิด ระดับความลึก เป็นต้น ทั้งท่อของเดิม (ถ้ามี) และท่อติดตั้งใหม่ที่ได้ปฏิบัติจริง และทุกจุดประสานท่อให้แสดงแบบขยายหรือรูปตัดไว้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะแบบท่อภายในบริเวณโรงกรองน้ำ ต้องแสดงขนาดท่อ ระดับ ตำแหน่ง ระยะ

จากอาคารข้างเคียง รูปตัดทุกแนวท่ออย่างละเอียด เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาซ่อมแซมหรือปรับปรุงขยายในอนาคต และต้องส่งมอบกระดาษขึ้นฉบับมาตราส่วนเท่าแบบเดิมของผู้ว่าจ้างจำนวน 1 ชุด แบบแปลน FILE AUTOCAD เป็นแผ่น CD จำนวน 5 ชุด และแบบแปลนพิมพ์เขียวขนาดเดียวกับต้นฉบับ จำนวน 5 ชุด และเมื่อได้รับการพิจารณาตรวจสอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างแล้ว ผู้รับจ้างจะขอส่งงานงวดสุดท้ายได้

15.1 การจัดเตรียมงานและการประสานงาน

15.1.1 ต้องดำเนินการตามระเบียบข้อบังคับของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท กรมชลประทาน เทศบาล การรถไฟแห่งประเทศไทย เป็นต้น

15.1.2 ต้องรอให้ตกลงกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อยเสียก่อน จึงจะเข้าดำเนินการใดๆ ในเขตรับผิดชอบของหน่วยงานนั้นได้

15.1.3 ความลึกหลังท่อหรือหลังท่อปลอก จะต้องไม่น้อยกว่าระยะซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้กำหนด

16. การดันท่อลอด

16.1 ในงานดันท่อลอด จะต้องสำรวจสี Mng ก่อสร้างและสาธารณูปโภคใต้ดินต่างๆ ที่จะวางท่อประปาผ่าน

16.2 จะต้องตรวจวัดและบันทึกค่าระดับผิวดินเดิมและผิวทางอย่างต่อเนื่องทั้งก่อนการก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง

16.3 จะต้องใช้มาตรการต่างๆ ที่จำเป็น เพื่อป้องกันมิให้ระดับผิวดิน หรือผิวทางดังกล่าวมีการทรุดตัวเกิดขึ้น ถ้าพบว่าเกิดการทรุดตัว จะต้องหยุดงานและแจ้งให้แก่หน่วยงานที่รับผิดชอบทราบในทันที

16.4 งานดันท่อลอด อาจใช้หัวเจาะแบบปิดหน้า (Closed Face Shield) หรือหัวเจาะแบบเปิดบางส่วน (Blind Shield) และจะต้องมีระบบบังคับทิศทางที่ช่วยให้หัวเจาะและท่อดันสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระต่อกัน

16.5 การวางท่อลอดถนนให้ใช้ท่อเหล็กหรือท่อปลายเหล็ก โดยต้องมีความยาวจากแนวท่อด้านหนึ่งถึงแนวท่ออีกด้านหนึ่ง หรือถึงจุดแนวเขตทาง โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้รับผิดชอบจะกำหนดให้แล้วแต่กรณี นอกจากนี้ต้องปฏิบัติตามระเบียบของเจ้าของกรรมสิทธิ์ในถนนที่วางท่อ

16.6 ท่อประปาที่วางลอดหรือข้ามที่ระบายน้ำ หรือรางระบายน้ำ สาธารณะและส่วนต่อเนื่องที่โผล่เหนือดินขึ้นมา 1 เมตร จะต้องใช้ท่อเหล็กเหนียวชนิดใต้ดิน การเชื่อมต่อเหล็กเหนียวต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AWWA C206

16.7 ภายหลังจากที่งานสอดท่อประปาแล้วเสร็จ จะต้องอุดช่องว่างระหว่างท่อประปาและท่อปลอก ตลอดช่องความยาวของการดันท่อลอดด้วยทราย กรวดขนาดเล็ก คอนกรีต กำลังต่ำ หรือวัสดุอื่นๆ ที่ผ่านการพิจารณาอนุมัติแล้ว หากใช้ทราย กรวด หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีลักษณะเป็นเม็ดจะต้องอุดปลายท่อปลอกทั้งสองข้างด้วยคอนกรีตกำลังต่ำเป็นระยะ 1 เมตร จากปลายท่อปลอก

16.8 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบแปลน ช่วงการดันท่อลอดตามทางยาวถนนจะต้องอยู่ระหว่าง 200 ถึง 300 เมตร สำหรับช่วงการดันท่อที่นอกเหนือช่วงดังกล่าวจะต้องเสนอวิธีดำเนินการให้หน่วยงาน

16.9 การดันท่อลอดจะต้องมีการเบี่ยงเบนของแนวและระดับท่อลอดไม่เกิน 30 เซนติเมตรจากแนวท่อที่ระบุไว้ในแบบแปลน

16.10 ต้องก่อสร้างบ่อดันและบ่อรับอยู่ในบริเวณที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการจราจรน้อยที่สุด

16.11 บ่อต้นและบ่อรับอาจเป็นบ่อชั่วคราวที่ใช้เข็มพืดเหล็กตอกกันดิน และมีค้ำยันด้านใน หรือใช้เป็นบ่อเหล็กหรือบ่อคอนกรีต โดยรูปร่างบ่ออาจเป็นบ่อรูปสี่เหลี่ยมหรือรูปทรงอื่นๆ บ่อต้นและบ่อรับที่อยู่บริเวณผิวจราจรจะต้องออกแบบให้ยานพาหนะต่างๆ สามารถวิ่งผ่านได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

16.12 บ่อต้นจะต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นในการดันท่อ และมีพื้นที่เพียงพอที่จะสามารถทำงานต่างๆ ภายในบ่อได้อย่างปลอดภัย จะต้องมีการสูบน้ำเพื่อระบายน้ำทิ้ง และจะต้องมีอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับลำเลียงท่อ ดินที่ขุดออกมาและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการดันท่อ

16.13 บ่อรับจะต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับที่จะนำหัวเจาะดินออก และสามารถต่อบรรจุบ่อได้อย่างสะดวก

หมวดที่ 17

มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

1. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ประกอบด้วยคอนเดนซิงยูนิต แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องส่งลมเย็น (Fan Coil Unit) และ/หรือ เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (Air Handling Unit) โดยทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานในต่างประเทศ หรือประกอบภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น และจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน
- 1.2 ขนาดการทำความเย็นรวม (Matching Capacity) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ (Drawings) ถ้าในแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้เงื่อนไขดังนี้
 - 1.2.1 สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (Air Entering Condenser Coil Temperature) 80°F db. 67°F wb. หรือตามที่ระบุในแบบ
 - 1.2.2 ช่วงอุณหภูมิไอน้ำยาทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature Range) 34°F - 47°F
 - 1.2.3 สภาวะอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Air Entering Cooling Coil Temperature) 95°F db., 83°F wb.
- 1.3 เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นเกินกว่า 200,000 บีทียูต่อชั่วโมง จะต้องสามารถลดขนาดทำความเย็น (Capacity Unloading) อย่างน้อย 2 ขั้น (2 Steps)
- 1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบเพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์
- 1.5 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องเป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันส่งมอบงานหากเครื่องหรืออุปกรณ์เสียหายเนื่องจากโรงงานผู้ผลิตหรือความบกพร่องในการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิมโดยไม่คิดมูลค่า ผู้รับจ้างจะต้องส่งช่างผู้ชำนาญงานมาตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุก 2 เดือน ภายในระยะเวลาประกัน 2 ปี

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 รายละเอียดของเครื่องปรับอากาศพร้อมอุปกรณ์และติดตั้ง

เครื่องปรับอากาศที่เสนอต้อง เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น ยี่ห้อ TRANE, MITSUBISHI หรือ DAIKIN โดยผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีชื่อเสียงเสื่อมเสีย, หรือเคยมีคดีความฟ้องร้องในการหลีกเลี่ยงภาษีสรรพสามิตโดยสามารถพิสูจน์ได้ ถ้าประกอบภายในประเทศ จะต้องได้รับลิขสิทธิ์ (LICENSE) ให้ผลิต หรือประกอบในประเทศไทย โดยผู้รับจ้าง จะต้องแนบเอกสาร (LICENSE) ดังกล่าวมาพร้อมกับใบเสนอราคาด้วย และโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001, TIS 18001, OHSAS 18001

2.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE AIR CONDITIONERS) ขนาดตั้งแต่ 12,000 – 60,000 BTUH

- เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR-COOLED CONDENSING UNIT) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ถูกผลิตแนะนำและมีหลักฐานยืนยันแล้ว จะต้องสามารถทำความเย็นรวม (MATCHING CAPACITY) ได้ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็น (COOLING COIL) ประมาณตามที่กำหนดที่ 26.7 °CDB, 19.4 °CWB (80°FDB, 67 °FWB)
- เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบด้วยเครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) และเครื่องระบายความร้อน (AIR COOLED CONDENSING UNIT) ใช้น้ำยา R-22 เป็นสารทำความเย็น และแต่ละชุดสามารถทำความเย็นได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบที่สภาวะตามที่กำหนดไว้ในแบบ และมี SUCTION TEMP. ไม่เกิน 45 °F
- สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน 40,000 BTU/H ที่เสนอต้องได้รับการรับรอง มอก. 2134-2545 จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) โดยผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารรับรองมาเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย
- สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแขวนได้ฟ้าขนาด 42,000 - 60,000 BTU/H ต้องได้รับการทดสอบจากห้องทดสอบของหน่วยงานรัฐบาลหรือจากห้องทดสอบของสถาบันที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานให้ใช้ผลทดสอบพิจารณาได้ โดยมีหนังสือรับรองห้องทดสอบจากหน่วยงานราชการที่เชื่อถือได้

- เครื่องระบายความร้อน

- ตัวถังเครื่อง (CASING)

ต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง ประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่นความหนาไม่น้อยกว่าเบอร์ 21 ผ่านกรรมวิธีเคลือบผิว POWDER PAINT สำหรับการติดตั้งภายนอกอาคาร โดยขารองรับตัวถังทำด้วยเหล็กแผ่น ELECTRO GALVANIZED STEEL ความหนาไม่น้อยกว่าเบอร์ 18 ด้วยวิธีการขึ้นรูป หรือไม่น้อยกว่าเบอร์ 14 ด้วยการพับอย่างแข็งแรง

- คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR)

เป็นแบบปิดมิดชิด (HERMATIC) สำหรับเครื่องขนาดไม่เกิน 36,000 BTU/H ใช้กับไฟฟ้า 220V/1Ph/50Hz โดย COMPRESSOR เป็นแบบ ROTARY หรือ SCROLL และสำหรับเครื่องขนาดมากกว่า 36,000 BTU/H ขึ้นไปใช้กับไฟฟ้า 380V/3Ph/50Hz เป็นแบบ SCROLL ติดตั้งบนลูกยางกันกระเทือนหรือสปริงกันกระเทือน

- แผงระบายความร้อน (CONDENSER COIL)

คอยล์ระบายความร้อนทำด้วยท่อทองแดงผิวเรียบ (SMOOTH) หรือท่อทองแดงทำร่องเกลียวบนผิวภายใน (INNER GROOVED) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกไม่น้อยกว่า 3/8 นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า 2 แถว และมีครีบอลูมิเนียมระบายความร้อน (ALUMINIUM FIN) จัดวางเป็นรูปตัว L อัดติดแน่นกับท่อทองแดงด้วยวิธีกล มีครีบบระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 14 ครีบท่อระยะ 1 นิ้ว และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต และคอยล์ระบายความร้อนต้องได้รับการเคลือบน้ำยาป้องกันการกัดตัวของเมือกและการผุกร่อนมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยน้ำยาที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบ Natural Salt Spray 3,000 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน ASTM B117 และผ่านการทดสอบการกัดตัวของเชื้อราตามมาตรฐาน ASTM D3273

- พัดลมของแผงระบายความร้อน (CONDENSER FAN)

เป็นแบบ PROPELLER ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์ และได้รับการถ่วงสมดุลย์ทางด้าน STATIC และ DYNAMIC จากโรงงานผู้ผลิต ใบพัดลมทำจากพลาสติก

- ระบบป้องกัน จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ ดังนี้

- * Compressor Magnetic Contactor
- * Compressor Overload Protection Device
- * Fan Motor Overload Protection Device
- * Filter Drier
- * Refrigerant Service Valve



ข้อกำหนดมาตรฐานงานก่อสร้างและติดตั้ง

- * 3-MINUTE DELAY FOR COMPRESSOR
- * HI-LOW PRESSURE SAFETY SWITCH (เฉพาะเครื่องที่มีขนาด 48,000 BTU/H ขึ้นไป)
- เครื่องเป่าลมเย็นแบบแขวนได้ฟ้า (CONVERTIBLE FAN COIL UNIT)
 - ตัวถังเครื่อง (CASING)

ต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง ประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่น ELECTRO GALVANIZED STEEL ผ่านกรรมวิธีเคลือบผิว POWER PAINT จากโรงงานผู้ผลิต หรือ ประกอบขึ้นจากแม่แบบพลาสติกตามแบบของโรงงานผู้ผลิต ภายในตัวเครื่องบุฉนวนหนาที่ทำจาก Polyethylene หนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร โดยมีช่องส่งลมเย็นที่ด้านบนและด้านล่างของเครื่อง
 - พัดลมส่งลมเย็น

เป็นแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL) จำนวน 2 ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ตัวพัดลมได้รับการถ่วงสมดุลย์ทางด้าน STATIC และ DYNAMIC มาแล้ว จากโรงงานผู้ผลิต ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (DIRECT DRIVE) สามารถปรับความเร็วได้ 3 ระดับ ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V/1Ph/50Hz
 - แผงคอยล์เย็น

เป็นแบบ DIRECT EXPANSING COIL ทำด้วยท่อทองแดงทำร่องเกลียวบนผิวภายใน (INNER GROOVED) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกไม่น้อยกว่า 7 มิลลิเมตร จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า มีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียม (ALUMINIUM FIN) อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกลไม่น้อยกว่า 16 ครีบริบายระยะ 1 นิ้ว และผ่านการทดสอบรอยรั่ว และขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต
 - อุปกรณ์ควบคุม ติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต
 - * สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 15-30 องศาเซลเซียส
 - * สามารถเลือกแสดงอุณหภูมิได้ทั้งองศาเซลเซียสหรือองศาฟาเรนไฮต์
 - * มีฟังก์ชันตั้งเวลาเปิด-ปิดล่วงหน้าได้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
 - * มีฟังก์ชัน SWEEP MODE ส่งความเย็นกระจายได้ทั่วทุกมุมห้อง โดยอัตโนมัติ (สำหรับรุ่นที่มีขนาดไม่เกิน 30,000 BTU/H)
 - * ปรับตั้งความเร็วพัดลมได้ทั้งระดับ สูง กลาง ต่ำ และอัตโนมัติ
 - * มีฟังก์ชันเร่งความเย็นเร็ว
 - * มีฟังก์ชัน DRY MODE เพื่อควบคุมความชื้นภายในห้อง

- * จอ LCD พร้อมไฟส่องสว่าง
- อุปกรณ์ประกอบ มีดังต่อไปนี้
 - * อุปกรณ์ลดความดันน้ำยา (CAPILLARY TUBE)
 - * ถาดน้ำทิ้งพร้อมข้อต่อขนาดไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว
 - * แผงกรองอากาศชนิดถอดล้างได้
- เครื่องเป่าลมเย็นแบบซ่อนในฝ้า (CONCEALED FAN COIL UNIT)
 - ตัวถังเครื่อง (CASING)

ต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง ประกอบขึ้นจากเหล็กแผ่น ELECTRO GALVANIZED STEEL จากโรงงานผู้ผลิต หรือประกอบขึ้นจากแม่แบบพลาสติกตามแบบของโรงงานผู้ผลิต ภายในตัวเครื่องบุฉนวนหนาที่ทำจาก Polyethylene หนาไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
 - พัดลมส่งลมเย็น

เป็นแบบหอยโข่ง (CENTRIFUGAL) จำนวน 2 ชุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว ตัวพัดลมได้รับการถ่วงสมดุลย์ทางด้าน STATIC และ DYNAMIC มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต ใช้กับมอเตอร์แบบขับตรง (DIRECT DRIVE) สามารถปรับความเร็วได้อย่างน้อย 3 ระดับ ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V/1Ph/50Hz
 - แผงคอยล์เย็น

เป็นแบบ DIRECT EXPANSING COIL ทำด้วยท่อทองแดงผิวเรียบ (SMOOTH) หรือท่อทองแดงทำร่องเกลียวบนผิวภายใน (INNER GROOVED) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกไม่น้อยกว่า 3/8 นิ้ว จัดเรียงกันไม่น้อยกว่า 3 แถว มีครีบบระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียม (ALUMINIUM FIN) อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกลไม่น้อยกว่า 14 ครีบท่อ ระยะ 1 นิ้ว และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นจากโรงงานผู้ผลิต
 - อุปกรณ์ประกอบ มีดังต่อไปนี้
 - * อุปกรณ์ลดความดันน้ำยา (CAPILLARY TUBE)
 - * ถาดน้ำทิ้ง ด้านในทำจากพลาสติกบุด้วยฉนวน POLYSTYLENE FOAM และปิดทับด้วยแผ่น GALVANIZED STEEL SHEET ที่ด้านนอก พร้อมข้อต่อขนาดไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว
 - * ท่อน้ำทิ้งแบบ FLEXIBLE HOSE

2.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 75,000-240,000 BTUH

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบด้วยเครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) และเครื่องระบายความร้อน (AIR COOLED CONDENSING UNIT) ใช้กับน้ำยา R-22 เป็นสารทำความเย็น และแต่ละชุดสามารถทำความเย็นได้ตามที่กำหนด ที่สภาวะอุณหภูมิก่อนเข้าคอยล์เย็นที่อุณหภูมิ 80°FDB, 67°FWB และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนที่อุณหภูมิ 95°FDB, 83°FWB โดยต้องแนบเอกสารรับรองความสามารถในการทำทำความเย็น (MATCHING CAPACITY) มาด้วย และ SUCTION TEMP. ต้องไม่เกิน 45°F

- เครื่องระบายความร้อน

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนประกอบด้วย COMPRESSOR เป็นแบบ HERMETIC SCROLL COMPRESSOR จำนวน 1 ชุด สำหรับเครื่องขนาดต่ำกว่า 130,000 BTUH และ จำนวน 2 ชุดและ 2 วงจรน้ำยา สำหรับเครื่องขนาดมากกว่า 130,000 BTUH ใช้กับน้ำยา R-22 ระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต

- ตัวถังเครื่อง (CASING) ทำด้วยเหล็กชนิด GALVANIZED STEEL เกรด 18 ฟัน สีกันสนิมและสีภายนอก ด้วยขบวนการ POLYESTER POWDER PAINT ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

- คอมเพรสเซอร์ (COMPRESSOR) เป็นแบบปิดมิดชิด (HERMATIC) แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง มีลูกยางกันกระแทกรองรับและ มีช่องดูระดับน้ำมันคอมเพรสเซอร์ (OIL SIGHT GLASS)

- แผงระบายความร้อน (CONDENSER COIL) ทำด้วยท่อทองแดง ขนาด 3/8 นิ้ว จำนวน 2 แถว (ROW) มีครีระบายความร้อนทำด้วย ALUMINIUM อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 192 ครี ต่อความยาวหนึ่งฟุต (192 FIN/FT) และคอยล์ระบายความร้อนต้องได้รับการเคลือบน้ำยาป้องกันการกัดตัวของเมือกและการผุกร่อนมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยน้ำยาที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบ Natural Salt Spray 3,000 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน ASTM B117 และผ่านการทดสอบการกัดตัวของเชื้อราตามมาตรฐาน ASTM D3273

- พัดลมของแผงระบายความร้อน (CONDENSER FAN) เป็นแบบ PROPELLER TYPE ขนาด 28 นิ้ว ขับด้วยมอเตอร์ชนิด WEATHER PROOF

- รายละเอียดและอุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้



- THERMAL OVERLOAD PROTECTION DEVICES FOR COMPRESSOR.
 - COMPRESSOR CONTACTOR.
 - HIGH PRESSURE SWITCH
 - LOW PRESSURE SWITCH
 - REFRIGERANT FILTER DRIER
 - SERVICE VALVES
- FACTORY LEAK AND PROOF TESTED AT 375 PSIG.
 - UNIT PANELS SHALL BE CONSTRUCTED OF 18 GAUGE GALVANIZED STEEL.
 - TIME DELAY RELAY.
- เครื่องเป่าลมเย็น (FAN COIL UNIT) ขนาด 75,000-240,000 BTUH
 - ตัวถังเครื่อง (CASING) ต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง ทำด้วยเหล็กชนิด GALVANIZED STEEL และสีภายนอกอย่างดี ด้วยขบวนการ POLYESTER POWDER PAINT ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวน POLYETHYLENE FOAM ความหนา 10 มิลลิเมตร โดยถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อนประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต
 - พัดลมส่งลมเย็น และมอเตอร์ พัดลมส่งลมเย็นเป็นแบบ CENTRIFUGAL BLOWER ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียวหรือสองตัวตั้งอยู่บนชาฟท์เดียว และมอเตอร์ขับพัดลมผ่านสายพาน พูเลย์ ตัวขับเป็นแบบปรับความเร็ว สายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน STATICALLY และ DYNAMICALLY BALANCED มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต
 - แผงคอยล์เย็น ทำด้วยท่อทองแดงขนาด 3/8 นิ้ว จำนวน 3 แถว (ROW) มีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมอัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีบริบายความร้อนไม่น้อยกว่า 144 ครีบริบายต่อความยาว 1 ฟุต (144 FIN/FT)
 - อุปกรณ์ประกอบ มีดังต่อไปนี้
 - GALVANIZED STEEL CABINET COATED WITH A BAKED POLYESTER POWDER PAINT HEAVY GAUGE.
 - COMPLETELY INSULATED WITH POLYETHYLENE FOAM TO UNIT CASING

- THERMAL EXPANSION VALVE (S), FACTORY INSTALLED.
- EVAPORATOR COIL SHALL BE PROOF TESTED LEAK TESTED AT 375 PSIG.
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION ON EVAPORATOR FAN MOTOR
- 1 INCH ALUMINIUM WASHABLE AIR FILTERS

2.4 ท่อน้ำยา (Refrigerant Piping)

- 2.4.1 ท่อทองแดงไร้ตะเข็บ แบบ Hard Drawn, Type L การต่อเป็นแบบเชื่อมเงิน ยกเว้นจุดที่มีการติดตั้ง Valve หรือ Thermostatic Expansion Valve ให้ต่อแบบ Flare
- 2.4.2 ท่อน้ำยาด้าน Suction ให้หุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Elastomeric Foam หนา 20 mm. (3/4") มีคุณสมบัติและมาตรฐานเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น
- 2.4.3 ในกรณีที่คอนเดนซิ่งยูนิตติดตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าเครื่องส่งลมเย็นเพื่อให้ น้ำมันหล่อลื่นวนกลับเข้าเครื่องอัดน้ำยาได้ดี ท่อน้ำยาด้าน Suction ให้มี U-Trap ทุก ๆ 3-5 เมตร ในแนวดิ่ง หรือ เป็นท่อคู่ถ้าจำเป็นและให้ปฏิบัติตาม คำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดและถูกต้อง
- 2.4.4 ท่อน้ำยาจะต้องติดตั้ง ตัวกรองสิ่งสกปรกและความชื้น (Filter Drier) และตาแมว (Sight Glass)

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 การติดตั้งเครื่อง

- 3.1.1 จะต้องมีที่รองรับการสั่นสะเทือนประเภทยางหรือสปริง และสำหรับเครื่อง Fan Coil Unit ชนิดแขวนจะต้องติดตั้งโดยมีเหล็กยึดแขวนติดกับโครงสร้างอย่างแข็งแรง
- 3.1.2 ท่อที่นำเข้ามาเก็บที่หน่วยงานจะต้องมีการอุดหัวท้ายท่อด้วยปลั๊กอุด เพื่อป้องกันสิ่งของที่จะเข้าไปในท่อ ในขณะที่ติดตั้งท่อเมื่อเลิกงานให้อุดด้วยปลั๊กอุด ที่ปลายท่อที่ยังไม่ได้ต่อ
- 3.1.3 จำนวนน้ำยาและน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องใช้อัด ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต เพื่อให้อายุการใช้งานของเครื่องอัดน้ำยายาวนาน
- 3.1.4 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจะต้องมีแรป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางทางไหลของน้ำ

3.2 การหุ้มฉนวน

- 3.2.1 รอยต่อของฉนวนจะต้องสนิทกันโดยใช้น้ำยาเชื่อมฉนวนของโรงงานผู้ผลิตฉนวน
- 3.2.2 ท่อน้ำยาทางด้าน Suction ที่มีฉนวนหุ้มซึ่งอยู่ภายนอกอาคารให้มีการหุ้มแผ่นอลูมิเนียม (Aluminum Jacket) ทับฉนวนอีกชั้นหนึ่ง หรือใช้ฝาครอบสำเร็จรูปก็ได้
- 3.2.3 ตรงบริเวณที่เป็นจุดยึดท่อหรือแขวนท่อให้ใช้ Protection Shield ทำด้วยวัสดุที่มีความหนาและความยาวพอเหมาะเพื่อใช้รองรับระหว่างที่แขวนต่อกับฉนวนกันมิให้น้ำหรือฉนวนบริเวณที่แขวนเสียรูปไป

5. พัฒลระบายอากาศ

1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 พัฒลระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับงานต่าง ๆ ตามที่ระบุในแบบและมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
- 1.2 Gravity Shutter ใช้สำหรับพัฒลระบายอากาศแบบติดผนัง ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (Weather Proof) ใบปิด-เปิดทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิทสามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้
- 1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 70 dBA (RE 10-12 Watts) ที่ Octave Band 2-8 และสำหรับพัฒลที่ติดตั้งในลักษณะ Free Blow จะต้องดังไม่เกิน 50 dBA (RE 10-12 Watts) ที่ Octave Band 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้
- 1.4 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัฒล ผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ Totally Enclose Fan Cooled (TEFC), Squirrel Cage, Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 V/ 3 Ph/ 50 Hz. หรือ 220 V/ 1 Ph/ 50 Hz. มาตรฐาน IEC, Synchronous Speed 1,450 RPM, ฉนวนไฟฟ้าเป็น Class B, Rotor Torque Class 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 kW (3/4 HP) และ Rotor Torque Class 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่โตกว่าและเท่ากับ 0.55 kW (3/4 HP), Class Of Protection ไม่ต่ำกว่า IP54, Mounting Arrangement จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัฒลขนาดของมอเตอร์ (Nameplate kW Rating) ของพัฒลที่มีใบพัด

แบบ Backward Curve หรือ Air Foil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุด (Maximum Brake Power) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curve ขนาดของมอเตอร์ จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 20%

1.5 สมรรถนะของพัดลมต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแบบ โดยได้รับการทดสอบและวัดค่าสมรรถนะจากโรงงานผู้ผลิตทำตามมาตรฐาน AMCA Standard 210 and The Certified Rating Program ฉบับล่าสุด หรือ DIN Standard และต้องได้รับการรับรองสมรรถนะที่ทดสอบได้จาก AMCA หรือ DIN ด้วย ระดับความดังของเสียงต้องเหมาะสมกับการใช้งาน โดยให้แสดง Sound Power Level มาด้วย

1.6 ชนิด และประเภทของพัดลม ให้ยึดในแบบเป็นหลัก

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 พัดลมแบบ Centrifugal

2.1.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

2.1.2 ใบพัด (Fan Wheel) เป็นแบบ Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ตามที่ระบุในแบบทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียม ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรงไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศ ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต

2.1.3 เพลาพัดลมทำด้วยเหล็กกล้า สามารถทนต่อการใช้งานได้ดีที่ความเร็วรอบต่าง ๆ จนถึง 2 เท่าของความเร็วรอบสูงสุดที่เลือกใช้งาน

2.1.4 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Self Alignment มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 20,000 ชั่วโมง (Average Bearing Life) การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิด ต้องต่ออัดจาระบี (Grease Fitting) ออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้ สะดวก ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องอยู่ด้านตรงข้ามปากทางดูดอากาศเข้า

2.1.5 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (2,000 ฟุตต่อวินาที)

- 2.1.6 ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพาน และมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบได้ มีฝาคกรอบสายพาน (Belt Guard) ชนิดที่สามารถวัดความเร็วรอบพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดมอเตอร์ออกและฝาคกรอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดอันเดียวกับฐานพัดลม
- 2.1.7 ที่ตัวถังพัดลมขนาดใหญ่ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบและทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- 2.2 พัดลมแบบ Inline Cabinet Fan
 - 2.2.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น (Steel Sheet) ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
 - 2.2.2 ใบพัดเป็นแบบ Centrifugal ทำด้วยเหล็กหรืออลูมิเนียม โดยได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
 - 2.2.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct Drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
 - 2.2.4 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ สำหรับติดตั้งภายในฝ้าเพดานซึ่งมีเนื้อที่ภายในฝ้าเพดานจำกัด
 - 2.2.5 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
 - 2.2.6 Inlet และ Outlet ของพัดลมจะอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน โดยมีขนาดความสูงเท่ากัน
- 2.3 พัดลมแบบ Direct Drive Axial Flow Fan
 - 2.3.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียม หรือเหล็ก ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
 - 2.3.2 ใบพัดเป็นแบบ Mixed Flow หรือ Air Foil ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็ก ได้รับการปรับสมดุลย์ทั้งทาง Static และ Dynamic มาจากโรงงานผู้ผลิต
 - 2.3.3 การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ Direct Drive มอเตอร์ตามมาตรฐาน (Standard Model) ของผู้ผลิต
- 2.4 พัดลมแบบ Ceiling Fan
 - 2.4.1 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal พร้อมทั้งมี Outlet Gravity Damper ดังที่ระบุในแบบ

- 2.4.2 พัฒนต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ
- 2.4.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลม และ Static Pressure รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย
- 2.5 พัฒนแบบ Roof Ventilator
 - 2.5.1 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - 2.5.2 ใบพัดเป็นแบบ Propeller หรือ Centrifugal, Multi-Blades, Backward หรือ Forward Curve ดังที่ระบุในแบบ ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรืออลูมิเนียมผ่านกรรมวิธีป้องกันการสนิมตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิตชุดใบพัดมีการเสริมความแข็งแรง ไม่บิดเสียรูปเนื่องจากการเร่งความเร็ว (Acceleration) และแรงดันอากาศใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic
 - 2.5.3 ขับเคลื่อนโดยใช้สายพานหรือต่อโดยตรง ความเร็วรอบมอเตอร์ไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที
- 2.6 พัฒนสำหรับ Smoke Extract
 - 2.6.1 ชนิดของพัฒนเป็นไปตามที่ระบุในแบบ
 - 2.6.2 การขับเคลื่อนพัฒนให้ใช้ชนิด Direct Drive เท่านั้น
 - 2.6.3 มอเตอร์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิด Insulation Class H สามารถใช้งานที่อุณหภูมิ 250°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตาม BS. Standard 7346 Class D
- 3 วิธีการก่อสร้าง
 - 3.1 การติดตั้ง Vibration Isolator ของพัฒนขนาดเล็กชนิด Direct Drive เป็นแบบยาง Acoustic Pad ความหนาไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) หรือ Rubber-In-Shear
 - 3.2 การติดตั้ง Vibration Isolator ของพัฒนขนาดใหญ่ชนิด Belt Drive เป็นแบบสปริงชนิดมี Acoustic Pad รองและให้ Static Deflection ไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน Maximum Load ตามคำแนะนำของผู้ผลิต Vibration Isolator
 - 3.3 พัฒนทุกชุดที่ต่อกับท่อลม ต้องต่อด้วยหน้าแปลน (Flange) พร้อมทั้งติดตั้ง Flexible Duct Connection ไว้ในตำแหน่งใกล้พัฒนมากที่สุด

- 3.4 ปากพัดลม (Inlet และ Outlet) ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรงเหล็ก (Screen) ชนิดไม่เป็นสนิม ขนาดช่องของตะแกรงไม่เล็กกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และไม่ใหญ่กว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
- 3.5 การปิด-เปิดพัดลมขนาดเล็กชนิด Single Phase เป็นสวิตช์ที่มีไฟแสดง
- 3.6 การติดตั้งพัดลมแบบ Roof Ventilator ชุดพัดลมจะต้องติดตั้งอยู่บนฐานหรือแท่นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเหมาะสมกับตัวพัดลม ความสูงของฐานหรือขอบไม่น้อยกว่า 200 มม. หรือ 8 นิ้ว ฐานของพัดลมจะต้องวางลงบนแท่นโดยมีแผ่นยางรอง ขอบนอกอุดด้วยสารกันน้ำซึม

6. ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กสแตนเลส No.304 ความหนาของแผ่นเหล็กที่ใช่จะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ วิธีการประกอบงานท่อลมและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ ASHRAE และ SMACNA ท่อลมจะต้องเป็นแบบตัดและพับสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต โดยใช้เครื่องตัดและพับท่อลมโดยเฉพาะ โรงงานที่ผลิตท่อส่งลมต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2000 มีผลงานเป็นที่ยอมรับ ให้ผู้รับจ้างจัดทำข้อกำหนดความหนาของแผ่นสังกะสีรายละเอียดการประกอบและการขึ้นรูปพร้อมทั้งส่งตัวอย่างต่างๆ ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ
- 1.2 ให้ตรวจสอบขนาด และแนวทางการเดินท่อลมให้สอดคล้องกับงานติดตั้งในระบบอื่นๆ และจะต้องทำการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขัดแย้ง
- 1.3 ข้อโค้งงอต้องเป็นแบบ Full Radius และมีรัศมีความโค้งที่กลางท่อไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้องอหักฉาก (Mitre Bend) มี Turning Vane ข้อโค้งงอของท่อลมกลม (Round Duct) อาจใช้ Round Flexible Duct ขนาดเดียวกันแทนได้

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 วัสดุท่อลม

- 2.1.1 ท่อลมไม่ว่าจะเป็นท่อกลม หรือท่อรูปสี่เหลี่ยม ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กเรียบอาบสังกะสีปริมาณสังกะสีที่อาบไม่น้อยกว่า 275 กรัมต่อตารางเมตร (0.056

ปอนด์ ต่อตารางฟุต) ตามมาตรฐาน มอก. 50/2538 ต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย Zinc Chromate และทาสีภายนอก

- 2.1.2 แผ่นโลหะ (Sheet Metal) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหรือ แผ่นอลูมิเนียมเท่านั้น ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ใช้ชุบ ขนาดและระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบโดยเคร่งครัดการเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะการแขวน และรองรับท่อลม ความหนาของแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับความกว้างของท่อลมดังต่อไปนี้

Largest Dimension	US Gauge
300 mm. (12") AND LESS	NO. 26
325 mm. (13") TO 750 mm. (30")	NO. 24
775 mm. (31") TO 1350 mm. (54")	NO. 22
1375 mm. (55") TO 2100 mm. (84")	NO. 20
2125 mm. (85") AND ABOVE	NO. 18

- 2.1.3 ท่อลมแบบกลมชนิด Flexible Duct จะต้องทำด้วยวัสดุอลูมิเนียมยึดโดยวิธีทางกล แบบ Triple Lock Seam ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตท่อลมกลม สามารถทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 kPa (20" WG) และทนความร้อนได้ถึง 120 องศาเซลเซียส (250 องศาฟาเรนไฮต์)

2.2 Damper

- 2.2.1 Splitter Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เก็ทมากกว่าท่อลมช่วงนั้นอีกสองเบอร์ ความยาวของตัวใบประมาณ 1.10 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

- 2.2.2 Volume Damper เป็นแบบใบเดี่ยว (Single Blade) หรือ หลายใบ (Multiple Blade) โดยใบปรับแต่ละใบของ Multiple Blade จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลม แต่ไม่เกิน 1,000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) ส่วนใบปรับใบเดี่ยวกว้างได้ถึง 350 มิลลิเมตร (14 นิ้ว) ลักษณะใบเป็นแบบ Balance Type ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ขอบใบพับรอย (Hemmed) เป็นแบบ Inter-locking Edge แกนปรับใบ (Damper Rod) จะต้องมียุติปลายด้านหนึ่ง

เป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถึงสอดผ่าน Bearing Plate ชนิดที่เป็น Lever Type Locking Device แกนใบพัดจะต้องมี Nylon Bushing หรือ Bronze Bearing Sleeve รองรับ Damper ชนิดที่มีหลายใบ จะต้องจัดใบเป็นแบบ Opposed Blade หรือ Gang Operated

2.2.3 Fire Damper จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ที่แนบผนังกันไฟ และแนวกำแพงชาฟต์ต่าง ๆ ต่อกับท่อลมที่เดินทะลุผ่าน รวมทั้งที่พื้นคอนกรีต ที่ท่อลมทะลุผ่านทุก ๆ จุด ไม่ว่าจะมึ่ระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม ตัวเรือน (Casing) ทำด้วยเหล็กแผ่น ทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสี ป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี, Fusible Link ของ Fire Damper เป็นชนิด หลอดละลายที่อุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส (160 องศาฟาเรนไฮต์) เป็น ผลิตภัณฑ์ ที่ได้รับการรับรองจาก UL.

2.3 หน้ากากลม

2.3.1 หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทุกอัน ต้องมีประกันแบบไม่ติดไฟ หรือติดไฟ แต่ไม่ลุกลามรอบรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับ ผนังหรือฝ้าเพดาน

2.3.2 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือสีอื่นที่ผู้คุมงานกำหนดใน ภายหลัง

2.3.3 หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser ไม่ว่าจะเป็นแบบกลม หรือแบบจ่ายลมได้ ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบ ทำด้วย Extruded Aluminum, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือก้านขอบ หน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่าย และมีก้านปรับปริมาณลมสามารถ ปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

2.3.4 หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบ ปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกัน และสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบ ปรับด้านหน้า ติดตั้งในแนวนอน ส่วนด้านหลังติดตั้งในแนวตั้ง จะต้อง มี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถ ปรับแต่งปริมาณได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

- 2.3.5 หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser ทำด้วย Extrude Aluminium มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลม (Air Plenum) ตามที่ระบุในแบบช่องจ่ายลมแต่ละช่องต้องมีขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- 2.3.6 หน้ากากลมกลับ (Return Air Grill) ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา
- 2.3.7 หน้ากากลมกลับแบบ Transfer มีลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ ถ้าติดตั้งบนผนังหน้าต้องมีหน้ากากติดตั้งสองด้านของผนัง
- 2.3.8 หน้ากากลมบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้ากากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ถอดหน้ากากออก
- 2.3.9 Outside Air Louver ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับโครงแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ปลายใบทั้งด้านในและด้านนอกหักมุมป้องกันฝนสาด ความหนาของของโครงจะต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ด้านในบุด้วยตาข่ายอลูมิเนียมหรือเหล็กปลอดสนิม มีขนาดรูตาข่ายไม่โตกว่า 5 ตารางเซนติเมตร (1 ตารางนิ้ว) และตาข่ายกันแมลงสามารถถอดล้างได้ ช่องว่างระหว่างโครงกับผนังอาคารอุดด้วยสารกันน้ำทั้งสองด้าน
- 2.3.10 หน้ากากลมระบายอากาศ (Exhaust Air Grille) ลักษณะเหมือนกับหน้ากากลมกลับ หน้ากากลมระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ทางด้านดูดของพัดลมระบายอากาศทุกชุดต้องมี Opposed Blade Volume Damper ด้วย
- 2.3.11 Displacement Diffuser Low Velocity หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ ผลิตจากวัสดุเหล็กกันสนิม หรือสแตนเลส เจาะรูพรมมีรูปแบบและสีตามความต้องการของผู้ออกแบบ สามารถจ่ายลมเย็นที่อุณหภูมิต่ำไม่สูญเสียไปกับการผสมกับลมร้อนภายในห้องและช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO9001:2000 และมีประสบการณ์ในงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 ท่อลมและการติดตั้ง

- 3.1.1 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) จะต้องทำ Cross-Break และทุกทางแยกของท่อลม (Branch Duct) จะต้องติดตั้ง Splitter Damper หรือ Opposed Blade Volume Damper ณ จุดแยกท่อ

- 3.1.2 ท่อลมที่จะเดินทะลุผ่านพื้น หรือกำแพงต้องมีวงกบ (Duct Sleeve) ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟหรือติดไฟแต่ไม่ลุกลามหน้ากว้างเท่ากับความหนาพื้นหรือกำแพง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุทนไฟพร้อมทั้งมีการปิดทั้งสองด้าน
- 3.1.3 ท่อลมที่ไม่ได้หุ้มฉนวนและปรากฏแก่สายตาต้องทาสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- 3.1.4 ท่อลมที่ต่อกับพัดลม และเครื่องปรับอากาศ ต้องใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Duct Connection) ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Cloth เคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถกันน้ำได้ ความยาวของช่วงข้อต่ออ่อนประมาณ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว)
- 3.1.5 รอยต่อท่อลมตามแนวขวาง (Transverse Joint) ทั้งหมดจะต้องอุดตลอดแนวภายนอกและ/หรือภายในท่อลมด้วยวัสดุอุดชนิดไม่ติดไฟ รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมกลมอ่อนกับท่อลมกลมอ่อน หรือท่อลมกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมกลมอ่อนโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมกลมอ่อน และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 3.1.6 จะต้องมีส่วนเปิดบริการ (Access Door) ติดตั้งที่ด้านข้าง หรือด้านใต้ท่อลมขนาดประมาณ 300 มิลลิเมตร X 300 มิลลิเมตร (12 X 12 นิ้ว) ตำแหน่งตามความเหมาะสมสำหรับเปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด Splitter Damper และ Volume Damper ที่มีขนาดในโตกว่า 0.1 ตารางเมตร ทุกชุด Access Door จะต้องเป็นแบบบานพับ (Hinge) มี Sash Lock อย่างน้อยสองตัว มีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีประเก็น Neoprene ติดที่ขอบโดยรอบกันอากาศรั่ว และ Access Door ที่ ติดตั้งบนท่อลมที่มีฉนวนหุ้มต้องทำเป็น 2 ชั้น ระหว่างชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกันที่ใช้หุ้มท่อลม
- 3.1.7 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาด และตำแหน่งของช่องเปิดบนฝ้า เพื่อการตรวจสอบและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำฝ้าค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 3.1.8 สกรู (Screw) สลักเกลียว (Bolt) น็อต (Nut) และหมุดย้ำ (Rivet) ที่ใช้กับงานท่อลมจะต้องทำด้วยวัสดุปลอดสนิม หรือชุบด้วยสังกะสีหรือแคดเมียม
- 3.1.9 ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (Instrument Insert Holes) ท่อลม หรือ Plenum ส่วนใดที่ติดตั้ง Pitot tubes หรือเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศและ Balance ระบบลมนั้น ต้องทำช่องขนาดพอเหมาะไว้

ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่างดังกล่าวต้องหุ้มปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด

3.2 การแขวนยึดท่อลม

3.2.1 การแขวนยึดท่อลมให้ใช้ขนาดเหล็กแขวน (Hanger Rod) และเหล็กกรอง (Support) ตามที่ระบุไว้ในแบบ การแขวนยึดท่อลมห้ามใช้ลวดในการแขวนยึดท่อโดยเด็ดขาด

3.2.2 โครงเหล็กต่าง ๆ ที่ใช้ในการยึดแขวนท่อลม เหล็กเสริมคอนกรีต, Insert, Expansion Bolt และอื่น ๆ ที่ใช้ถือเป็นส่วนหนึ่งของงานติดตั้งระบบท่อลม และให้ทำสีตามรายละเอียดในหมวดการทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

3.2.3 ที่รองรับท่อลม (Duct Supports) การรองรับท่อลมที่เดินตามแนวนอน และมีความเล็กกว่า 1350 มิลลิเมตร (54 นิ้ว) จะต้องห่างไม่เกินช่วงละ 2.40 เมตร (8 ฟุต) ส่วนท่อลมที่มีขนาดใหญ่กว่านั้นต้องรองรับทุก 1.20 เมตร (4 ฟุต) ท่อที่เลี้ยวแยกออกมา ต้องรองรับในลักษณะที่ให้ น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอที่รองรับท่อทุกอันต้องทาสี หรืออย่างอื่นตามที่กำหนด

3.2.4 Duct Sleeves ท่อลมส่วนใดที่ระบุให้เดินผ่านพื้นเพดาน ผนัง หรือหลังคา จะต้องเดินเฉพาะในช่องที่เจาะเตรียมไว้ให้เท่านั้นผู้รับจ้างต้องใช้เหล็กแผ่นอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 20 USG ทำเป็น Sleeve ให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) โดยรอบฝังไว้ในช่อง เมื่อเดินท่อลมผ่านเสร็จแล้วจึงใช้แผ่น (Flashing) ปิดช่องว่างที่เหลือให้แลดูเรียบร้อย

7. ฉนวนหุ้มท่อลม

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ท่อลมต้องได้รับการปิดรอยต่อท่อลมให้เรียบร้อยก่อนทำการหุ้มฉนวน

1.2 การหุ้มฉนวนต้องหุ้มติดตลอดตัวท่อลม

2 วัสดุและโครงสร้าง

ใช้ใยแก้วชนิดไม่ลามไฟหนา 1" ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมด จะต้องหุ้มด้วยฉนวนใยแก้ว ท่อลมกลับที่เดินอยู่ในช่องลมกลับ (Return Air Chamber) ซึ่งอยู่เหนือฝ้าหรือในห้องเครื่องไม่ต้องหุ้มฉนวน ส่วนท่อลม

กลับที่เดินเหนือฝ้าเพดาน และในห้องเครื่องที่ไม่ได้ใช้เป็น Return Air Chamber จะต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์ก่อนเข้าคอยล์เย็น และท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่ว ๆ ไป ไม่ต้องหุ้มฉนวนแต่ท่อลมสำหรับระบายอากาศที่ดูดลมจากห้องปรับอากาศ ต้องหุ้มฉนวนเหมือนท่อส่งลมเย็น ยกเว้นที่เดินในช่องลมกลับ

- 3.2 ก่อนที่จะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลม จะต้องถอดตามตะเข็บ และทาพื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมดให้ทั่วเสียก่อน ด้วยกาวยาซนิตไม่ติดไฟ ตรงรอยต่อของฉนวนจะต้องคาดทับด้วยเทปอลูมิเนียมชนิดมีกาวในตัว ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) คาดรัดด้วยสายรัดอลูมิเนียม หรือพลาสติกขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร รัดรอบฉนวนในแนวที่หุ้มท่อลมทุก ๆ ระยะ 1.2 เมตร ป้องกันไม่ให้ฉนวนใต้ท่อลมตกแอ่นลง การคาดแถบสายรัดจะต้องทำทันทีหลังจากการหุ้มฉนวน และจะต้องหาวิธีป้องกันตรงมุมต่อไม่ให้สายรัดขาด Aluminium Foil ของฉนวน จนฉีกขาดส่วนถลอกฉีกขาดของ Aluminium Foil จะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Aluminium Tape
- 3.3 ทุก ๆ จุดที่แขวนรองรับท่อลมจะต้องใช้ยึดขั้มบอร์ดขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) หนา 6 มิลลิเมตร รองรับใต้ท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนได้รับความเสียหาย หรือถูกกดแบนจากการแขวน
- 3.4 การหุ้มฉนวนภายนอกท่อลม ฉนวนที่ใช้เป็นแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Flexible Type) มีความหนา และความหนาแน่นเพียงพอที่จะไม่ให้เกิด Condensation ได้ และต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และ 24 กก./ลบ.เมตร (1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต) ตามลำดับ ปะทับหลังด้วยแผ่นกระดาษ Kraft ซึ่งมีผิวด้านนอกเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ชนิดทนไฟได้ ทำหน้าที่เป็น Vapor Barrier การยึดแผ่นฉนวนให้ติดกับท่อลมให้ใช้กาวยาซนิตไม่ติดไฟทาลงบนตัวท่อให้ทั่ว แล้วนำแผ่นใยแก้วไปหุ้มทับ พยายามให้รอยต่อของแผ่นฉนวนชนแนบสนิทกัน โดยให้รอยต่อตามยาวอยู่ทางด้านบน ของท่อปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วย Pressure Sensitive Vapor Barrier Aluminum Tape กว้างไม่น้อยกว่า 63 มิลลิเมตร (2.5 นิ้ว) รัดให้ตึง เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถยึดแผ่นฉนวนได้แน่นทั้งสองข้าง สำหรับท่อลมที่มีมิติใดมิติหนึ่งเกินกว่า 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ใช้แถบพลาสติกพร้อมปลอกรัดกว้างไม่น้อยกว่า 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) รัดรอบอีกทีหนึ่งทุก ๆ ระยะ 0.5 เมตร

8. การป้องกันไฟ และควันลาม

1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1 โดยทั่วไป การป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นไปตามหัวข้อ 300-21 ของ NED และ ASTM
- 1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้ง วัสดุ หรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันตามช่องเปิดของท่อต่าง ๆ ซึ่งผ่านแนวนผนังกันไฟและพื้นทุกชั้น

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 2.1.1 วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2.1.2 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
- 2.1.3 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.1.4 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย
- 2.1.5 วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อน หรือหลังเกิดเพลิงไหม้

2.2 ระบบระบายควัน (Smoke Extract)

- 2.2.1 เมื่อเกิดไฟไหม้พัดลมดูดอากาศ Smoke Extract Fan จะทำงานโดยอัตโนมัติ โดยอาศัยสัญญาณจาก Fire Alarm ควันไฟจะถูกระบายออกจนหมด
- 2.2.2 พัดลมจะหยุดการทำงานเมื่อมีคนไปปิดเท่านั้น
- 2.2.3 สายไฟจ่าย Smoke Exhaust ทั้งหมดเป็นสายกันไฟ
- 2.2.4 Smoke Fan จะเป็นชนิด Class D ตาม BS 7346 : PART 2 : 1990
- 2.2.5 พัดลมทั้งชุดขับเคลื่อนและ Motor จะต้องประกอบสำเร็จเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.2.6 พัดลมทุกตัวต้องได้รับการรับรอง Performance Test Certificated จาก Warrington Fire Research หรือ UL หรือสถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับ

3 วิธีการก่อสร้าง

- 3.1 ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง หรือพื้นห้อง หรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์ หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม
- 3.2 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว
- 3.3 ช่องเปิดทุกช่องสำหรับท่อต่าง ๆ ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุ ป้องกันไฟและควันลามด้วย

9. การทำความสะอาดและการตกแต่ง

1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผิวของวัสดุที่เป็นโลหะที่พ่นหรือทาสีมาจากโรงงาน ถ้ามีรอยชำรุดสีลอกจะต้องทำการ ซ่อมสีให้เรียบร้อย
- 1.2 ผิวงานของวัสดุที่ไม่ได้พ่นหรือทาสีมาจากโรงงานจะต้องทำการพ่นและแต่งสีหน้างาน

2 วัสดุและโครงสร้าง

- 2.1 ผิวส่วนที่เป็นโลหะของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิด จะต้องทาหรือพ่นสีซึ่งอาจจำแนก ได้ ดังนี้
 - การพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน (Factory Painting) ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ ทุกชนิดตามมาตรฐานของผู้ผลิต จะต้องพ่นสีเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน
 - ผิวส่วนใดที่เสียหายหรือบุบจะต้องซ่อม และตกแต่งให้สวยงามเข้ากับสีเดิม
- 2.2 การพ่นสีหรือทาสีในสถานที่ติดตั้ง (Field Painting) ผิวของวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ จะต้องได้รับการพ่น หรือทาสี
 - ที่รองรับที่ประกอบขึ้นใช้เอง (Shop Fabricated Supports)
 - ที่แขวนท่อลม
 - ที่รอง และแขวนท่อน้ำ
 - ท่อน้ำเติม (Make-Up Water Pipe)
 - ท่อ Condensate หรือ Bleed-Off
 - วาล์วต่าง ๆ และ
 - ท่อร้อยสายไฟส่วนที่มองเห็นได้ (Exposed Conduit)

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำ

3.1.1 ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่น สิ่งสกปรกและสนิม โดยเก็บ รักษาท่อสูงจากพื้น และปิดปลายท่อทั้งสองด้าน

3.1.2 ระหว่างการติดตั้งท่อ วาล์ว ข้อต่อ ต้องทำความสะอาดโดยไล่สิ่งสกปรกภายใน ออก ให้หมด

3.1.3 ท่อส่วนใดที่ผ่านการทดสอบด้วยความดันแล้ว ให้ระบายน้ำภายในทิ้งให้หมดอุด ปลายท่อทั้งสองด้านให้แน่นป้องกันฝุ่น และสิ่งสกปรกจากภายนอกเข้าไปอีก

3.1.4 หลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจน เต็ม และ ถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และ เติมน้ำใหม่พร้อมทั้ง เดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนในระบบ หลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้ง ใสสะอาดเมื่อดูด้วย ตาเปล่า ตลอดเวลาที่ล้างและทำความสะอาดเครื่อง และ อุปกรณ์ที่มีที่กรองเศษผงจะต้องมีที่กรองติดตั้งอยู่และต้องถอดออกมาทำความสะอาดทุกครั้ง

3.1.5 การทำความสะอาดระบบท่อน้ำครั้งสุดท้าย (Final Cleaning of Piping Systems) ให้ใช้สารเคมี Polyphosphates, Synthetic Detergents หรือ ของผสมระหว่างสารสองอย่างนี้เติมลงในน้ำให้มีความเข้มข้นเหมาะสมแล้วสูบน้ำ ให้ไหลวนเวียนในระบบ เพื่อขจัดคราบน้ำมันสารอัดเกลียว (Pipe Thread Compound) และสิ่งสกปรกอื่น ๆ เป็นเวลาหนึ่ง หรือสองวัน หลังจากนั้นให้ ระบายน้ำทิ้งเติมน้ำอ่อนที่สะอาดลงไปล้าง ระบบให้ทั่วอีกครั้ง เสร็จแล้วต้อง ถอด Strainer และ Dirt Pocket ออกดู และล้างทำความสะอาดให้หมด

3.2 การทำความสะอาดท่อลม

3.2.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษขนวน เศษไม้และ ขยะต่าง ๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม

3.2.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งผ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือ พัดลมของเครื่องปรับอากาศส่งลมทำความสะอาด ภายในท่อลมใช้ เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด

3.2.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเข้าไว้ ด้วย หลังจากการทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้ง แผงกรอง อากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ

10. การปรับแต่งระบบฯ และการทดสอบการใช้งาน

1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ก่อนการตรวจรับมอบงานงวดสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมดให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างทำงานอย่างถูกต้องเรียบร้อยตามสัญญา
- 1.2 การทดลองเดินเครื่องทั้งระบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 5 วัน ๆ ละ 12 ชั่วโมง หยุดพัฒนาการทดลองเป็นเวลา 3 วัน แล้วทำการทดสอบเดินเครื่องใหม่อีก 3 วัน
- 1.3 ระบบปรับอากาศชุดใด ที่มีลักษณะการใช้งานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง ให้ผู้รับจ้างทำการ ทดสอบระบบปรับอากาศชุดนั้น ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 15 วัน
- 1.4 ภายหลังการทดสอบให้ผู้รับจ้าง ยืนยันเป็นหนังสือว่า ระบบปรับอากาศและระบายอากาศนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

2 วัสดุและโครงสร้าง

2.1 ข้อมูลของการทดสอบ

- 2.1.1 ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้ง ลงในแบบฟอร์มที่มีลักษณะคล้ายกับแบบมาตรฐานของ Associated Air Balancing Council แต่ต้องได้รับการเห็นชอบในรายละเอียดจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ
- 2.1.2 แบบฟอร์มการทดสอบแต่ละระบบต้องมีทั้งหมด 3 ชุด และแต่ละชุดต้องระบุถึงชื่อ ระบบ หรือเลขที่ชุดของเครื่องที่ทำการทดสอบอย่างชัดเจน
- 2.1.3 ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ ให้ถูกต้องเที่ยงตรงเสียก่อน
- 2.1.4 ค่าที่บันทึกลงในแบบฟอร์มในขณะที่ทำการทดสอบระบบ ต้องเป็นค่าที่อ่านได้จริงจาก เครื่องวัดโดยยังไม่ต้องคำนึงถึง Correction Factor อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของ เครื่องวัดแต่อย่างใดทั้งสิ้น ตัวเลขใดบันทึกผิดหรือไม่ต้องการให้ขีดฆ่าออก ห้ามทำการขูดลบออกโดยเด็ดขาดแล้วให้ผู้ทำการทดสอบ และตัวแทนของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็น สักขีพยานอยู่ด้วย ณ ที่นั้นเซ็นชื่อกำกับไว้ข้างตัวเลขนั้น

2.1.5 หากผลของการทดสอบปรากฏว่าการทำงานของระบบใดไม่สามารถใช้งานได้ตาม วัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการแก้ไขงานของระบบนั้น หรือส่วนที่เกี่ยวข้องแล้วทำการทดสอบใหม่อีกครั้งโดยมิชักช้า จนกว่าผู้ว่าจ้างจะแน่ใจว่าระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามความต้องการแล้ว

3 วิธีการก่อสร้าง

3.1 การทดสอบระบบทำความเย็น

3.1.1 ภายหลังจากที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องทำความเย็น และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทุกส่วนของตัวเครื่องอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง ก่อนการทำการเริ่มเดินเครื่องโดยต้องปฏิบัติตามขั้นตอน และวิธีการที่ผู้ผลิตเครื่องแนะนำไว้เป็นอย่างเคร่งครัด

3.1.2 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เกี่ยวกับสมรรถนะในการทำความเย็นของตัวเครื่อง ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมทั่วไป และระบบควบคุมความปลอดภัยต่าง ๆ รวมทั้งกำลังไฟฟ้าที่ใช้

3.1.3 เครื่องสูบน้ำเย็นทุกเครื่องต้องติดตั้งให้ไต่ระดับ ท่อส่วนที่ต่อกับตัวเครื่องต้องมีการรองรับเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดึง หรือแรงกดดันต่อกันระหว่างการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบทิศทางการหมุน และบันทึกลักษณะการทำงานของตัวเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรายงานผลการทดสอบจากโรงงานของผู้ทำ

3.1.4 อุปกรณ์ปรับสภาวะน้ำ ให้ทำการทดสอบเกี่ยวกับอัตราการไหล การวิเคราะห์สภาวะของน้ำ แล้วทำการปรับแต่งให้ได้ตามที่กำหนดไว้

3.2 การทดสอบระบบท่อน้ำ

3.2.1 ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำ ตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนดการจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.2.2 การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาและอนุมัติของผู้คุมงาน

3.2.3 การทดสอบความดัน ใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบแล้วอัดความดันให้ สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้คุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย

- 3.2.4 ท่อน้ำและอุปกรณ์ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งานแต่ไม่น้อยกว่า 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- 3.2.5 ท่อน้ำที่ติดตั้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- 3.2.6 หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่ว และซ่อมแซมแล้วทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
- 3.2.7 รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อ และเทปพันเกลียวใหม่ รอยรั่วที่รอยเชื่อมต่อ ตัดออกแล้วเชื่อมต่อใหม่
- 3.3 การปรับปริมาณน้ำ
- 3.3.1 ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบ และที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการ อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จากที่ระบุไว้ในแบบ และรายการอุปกรณ์
- 3.3.2 การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำ ให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และ เทียบกับ Pump Curve ของผู้ผลิต
- 3.3.3 วาล์วปรับปริมาณน้ำ (Balancing Valve) หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำ เครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว
- 3.3.4 ออร์ฟิส หรือ Flow Meter ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ ต้องติดตั้งตามค่า แนะนำของผู้ผลิต
- 3.3.5 การทดสอบปริมาณน้ำเย็นที่ไหลเข้าคอยล์ของเครื่องส่งลมเย็นแต่ละตัวให้ใช้วิธีวัดจาก Balancing Valve โดยใช้มิเตอร์เฉพาะ กรณีที่มีการติดตั้งมาตรวัดความดันเข้า-ออกคอยล์ก็ให้บันทึกความดันที่ลดลง แล้วตรวจสอบกับผู้ผลิต คอยล์ว่าปริมาณน้ำไหลเข้าถูกต้องตามต้องการ
- 3.4 การทดสอบและปรับปริมาณลม
- 3.4.1 ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามความต้องการ ปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วงคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10% ของปริมาณลมที่ ระบุในแบบ

- 3.4.2 การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญ ให้ใช้วิธี Traverse โดยใช้ Pilot Tube ช่องเปิดสำหรับสอด Pilot Tube ต้องมี Plug อุดกันรั่วทุกจุด หลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 3.4.3 การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลม ปริมาณลม ในท่อแยกให้ปรับที่ Volume Damper หรือ Splitter หลังจากปรับแต่ง Damper แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุก ๆ แห่ง
- 3.4.4 ระบบกระจายลมจะต้องไม่ทำให้เกิด Draft หรือเสียงดังเกินกว่า Noise Criteria สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละห้อง
- 3.5 อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ
 - 3.5.1 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ จะต้องได้รับการปรับ หรือ ตั้งตามเงื่อนไข หรือตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างทำการตรวจสอบระบบควบคุมแล้วทำรายงานถึงผู้ว่าจ้างเป็นหนังสือภายหลังจากวันตรวจมอบงานแล้วหนึ่งเดือน สามเดือน แปด เดือน และสิบเอ็ด เดือน ตามลำดับรวม 4 ครั้ง

หมวดที่ 18

มาตรฐานงานระบบป้องกันอัคคีภัย

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ของระบบป้องกันอัคคีภัยของโครงการ ดังแสดงในแบบรวมถึงส่วน ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ แรงงาน เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ การติดตั้งตามหลักวิชาช่างที่ดี ตลอดถึงงาน ชั่วคราวเพื่อให้งานเสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ใช้งานได้ตามจุดประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.2 มาตรฐานและกฎเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิง

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบแบบการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มอก	-	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
วสท.	-	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
AHAM	-	Association of Home Appliance Manufacturers
AMCA	-	Air Moving and Conditioning Association
ANSI	-	American National Standard Institute
API	-	American Petroleum Institute
ASHRAE	-	American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers
ASME	-	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	-	American Society of Testing Materials
BS	-	British Standard
FM	-	Factory Mutual
IEC	-	International Electrotechnical Commission
NEC	-	National Electrical Code
NEMA	-	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	-	National Fire Protection Association
SMACNA	-	Sheet Metal and Air-conditioning Contractors

National Association Inc.

UL - Underwriters Laboratories, Inc.

2. ท่อน้ำ อุปกรณ์ และ การติดตั้ง

2.1 ความต้องการทั่วไป

- 1) ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้เป็นวัสดุที่ผลิตภายในประเทศภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ มอก. และได้รับใบรับรองจาก มอก. ด้วย
- 2) ท่อน้ำและอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ จะต้องได้รับการรับรองจากมาตรฐาน BS Standard หรือ ASTM Standard หรือ JIS Standard

2.2 วัสดุและโครงสร้าง

- 1) ท่อน้ำดับเพลิง
 1. สำหรับท่อน้ำดับเพลิงให้ใช้ท่อเหล็กดำเบอร์ 40 ชนิดมีตะเข็บเชื่อมแบบความต้านทานไฟฟ้า (ERW) ตามมาตรฐาน ASTM A-53
 2. ท่อระบายน้ำจากท่อน้ำดับเพลิงให้ใช้ท่อเหล็กชุบด้วยสังกะสี (Hot-Dipped Galvanized Steel Pipe) Class Medium ตามมาตรฐาน BS-1387 หรือตาม มอก. 277
 3. ท่อน้ำดับเพลิงที่ฝังดินให้ใช้ท่อพลาสติก โพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene) PN16 ตามมาตรฐานมอก. 982
- 2) วาล์ว (Valves)
 1. วาล์วในระบบป้องกันอัคคีภัยจะต้องเป็นวาล์วที่ได้รับการรับรองให้ใช้ สำหรับระบบป้องกันอัคคีภัยเท่านั้น และได้รับการรับรองจาก UL และ/หรือ FM
 2. วาล์วทั้งหมดในระบบ จะต้องสามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 12 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
 3. Gate Valve สำหรับขนาด 15 มิลลิเมตร – 50 มิลลิเมตร. (1/2 นิ้ว – 2 นิ้ว) ทำด้วย Bronze ชนิด Outside Screw and Yoke (O.S. & Y.) ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection) สำหรับขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) หรือใหญ่กว่าทำด้วย Cast Iron หรือ Steel ชนิดมีหน้าแปลน (Flanged Ends) และเป็นแบบ Outside Screw and Yoke (O.S. & Y.)
 4. Check Valves แบบ Silent Type Check Valve หรือ Wafer Half Type Check Valve รายละเอียดโดยทั่วไปเหมือนกับ Gate Valve

5. Adjustable Pressure Restricting Valves ใช้ขนาด 40 มิลลิเมตร – 65 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว - 2 1/2 นิ้ว) สำหรับความดันน้ำในกรณีที่ความดันน้ำเกิน 4.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ให้คงอยู่ที่ไม่เกิน 4.5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เมื่อมีการไหลของน้ำตัววาล์วทำด้วยทองเหลือง ต่อกับท่อโดยใช้เกลียว Orifice เป็นแบบ Segment Control สามารถปรับได้ และล็อกได้
 6. Butterfly Valves สำหรับใช้กับท่อขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วย Grey Cast Iron ส่วน Disc ทำด้วย Aluminium Bronze และมี Valve Position Indicator ด้วย
- 3) ที่ระบายลม และน้ำทิ้ง (Air Vents and Drains)
 1. ในระบบท่อน้ำต้องมีที่ระบายลมเพื่อเปิดให้อากาศหรือก๊าซอื่นๆที่มีอยู่ในท่อหนีออกจากท่อได้ในขณะเติมน้ำ
 2. ต้องมีที่ระบายลมอัตโนมัติ (Automatic Air Vent) ติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำในแนวตั้ง
 3. Automatic Air Vent ทุกตัวต้องมีวาล์วปิดที่ทางด้านลมเข้า และมีท่อน้ำทิ้งต่อไปยังท่อน้ำทิ้งรวม
 4. ต้องมีปลั๊กอุดขนาดไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ อยู่ที่จุดต่ำสุดของระบบท่อน้ำทุกท่อ
 - 4) มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge)
 1. เป็นแบบ Bourdon สำหรับวัดความดันของน้ำ กรอบทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) วัดค่าได้เที่ยงตรงแน่นอนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 1.0 % ของเลขบนหน้าปัทม
 2. หน้าปัทมสามารถอ่านค่าได้ 2 สเกลบนตัวหน้าปัทม คือมีหน่วยเป็น ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) และหน่วย SI (kg/cm² หรือ kPa) รวมกันอยู่ในตัวเดียวกัน
 3. มาตรวัดความดันแต่ละชุดจะต้องมี Shut-Off Needle Valve และ Snubber Connector มาตรวัดความดันจะต้องสามารถวัดแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันปกติในระบบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 14 kg/cm² (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
 - 5) หัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinklers Head)

ต้องเป็นหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ผ่านมาตรฐาน UL และ FM และเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับหน้างานจริง

ที่จะทำการติดตั้ง โดยหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบ Upright ให้ติดตั้งบริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดาน ส่วนบริเวณที่มีฝ้าเพดานให้ติดตั้งแบบ Pendant พร้อมด้วย Escutcheon Plates และแบบ Side Wall ให้ติดตั้งพร้อม Escutcheon Plates ตามจุดที่แสดงในแบบ โดยตัว Escutcheon Plates ทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียม ก่อนดำเนินการติดตั้งจะต้องส่งตัวอย่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงเพื่อขอรับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

6) Alarm Check Valve

มาตรฐาน UL และ FM ที่แรงดันใช้งาน 12 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) สามารถทนแรงดันทดสอบ (Hydrostatic Test Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 24 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ทำด้วยวัสดุตาม ASTM A 126 Class B

7) Retard Chamber

มาตรฐาน UL หรือ FM ทำด้วยวัสดุตาม ASTM A126 Class B

8) Water Motor Alarm

มาตรฐาน UL หรือ FM สำหรับ Gong Water motor ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) พร้อม Plastic Cover

9) Water Flow Indicator

มาตรฐาน UL หรือ FM สำหรับส่งสัญญาณไปยัง Annunciator Panel ในห้องควบคุม เพื่อแจ้งให้ทราบว่าส่วนใดของระบบกำลังทำงาน (การเดินสายไฟในส่วนนี้ให้รวมในขอบเขตงานด้วย)

10) Sight Glass

Sight glass หรือ sight flow connection จะต้องทนความดันขณะใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 12 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (175 psi) และจะต้องได้มาตรฐาน UL หรือ FM วัสดุประกอบด้วย

Body	:	cast iron
View Window	:	clear acrylic
Covers	:	mild steel
O-rings	:	Buna-N

11) Annunciator Panel ทำหน้าที่รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยใช้หลอดไฟสัญญาณ (หลอด LED) แสดงตำแหน่งของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ได้แบ่งไว้

1. การทำงานของระบบ เมื่อเกิดสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จาก Flow Switch ในโซนใดโซนหนึ่ง หลอดไฟสัญญาณของโซนจะติดหรือกระพริบ พร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเฉพาะที่ Annunciator Panel จนกว่าจะกดสวิทช์ตัดเสียง
2. การเดินสาย และท่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ ให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร. ชนิด THW หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ส่วนการเดินท่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดท่อร้อยสายไฟฟ้า
3. การติดตั้งให้ติดตั้ง Annunciator Panel ให้ติดลอยบนผนังตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ การติดตั้งให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
4. การทดสอบ ให้ทดสอบการทำงานของระบบฯ ตามมาตรฐาน NFPA และ UL และตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควรโดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย
5. การฝึกอบรม ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบฯ และวิธีการบำรุงรักษาระบบฯ ด้วย

2.3 วิธีการก่อสร้าง

1) การติดตั้งท่อน้ำ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- ก. ติดตั้งท่อน้ำและอุปกรณ์เข้ากับอุปกรณ์สายส่งน้ำดับเพลิง ตามรายละเอียดของผู้ผลิต
- ข. แบบระบบป้องกันอัคคีภัยเป็นเพียง Diagram แสดงให้เห็นแนวทางการเดินท่อน้ำ ส่วนการเดินท่อ และจัดท่อจริง หรือเพื่อความสะดวกต่อการเข้าถึงทุกส่วนของท่อเนื่องจากข้อกำหนดจากขนาดของแบบช่วงท่อหักเลี้ยว หลบข้อต่อวาล์ว อาจจะได้ไม่ได้แสดงไว้ในแบบ นอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปนิกโครงสร้างปรับอากาศ ประปา สุขาภิบาล และแบบไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบ ผนัง ฝ้าเพดาน คานที่ตั้งของช่องท่อ (Pipe Shafts) และข้อขัดแย้งจากงานอื่นๆ เพื่อการหักท่อหลบ ติดตั้งวาล์ว ข้อต่อต่างๆ เท่าที่จำเป็นกับสภาพนั้นๆ
- ค. การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้อง โดยการวัดขนาดความยาวที่แท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง การติดตั้งที่ไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันกับระบบท่อต้องอยู่ห่างจากประตูหน้าต่าง และช่องเปิดอื่น ๆ
- ง. การติดตั้งท่อน้ำจะต้องปล่อยให้มีการยึด และหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่าง ๆ
- จ. ท่อน้ำในแนวดิ่ง จะต้องยึดให้ขนานกับแนวผนัง หรือเสา และต้องเป็นแนว

ตรงผดตะไคร้ ผื่นต่างๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อ ผิวนอกท่อเหล็กกล้า
ดำต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น

- ฉ. ปลายเปิดของท่อ หรืออุปกรณ์จะต้องปิด เพื่อป้องกันผื่นผดเศษผงเข้าไปอยู่
ภายในท่อ เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุง ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงในระบบท่อ
ต้องมียูเนียน หรือหน้าแปลนเท่าที่ปรากฏในแบบระหว่างข้อต่อเข้าอุปกรณ์
หรือเทียบเท่าที่จำเป็นอื่นๆ
- ช. แนวท่อจะต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการ
บำรุงรักษา ซ่อมแซม เปลี่ยนอุปกรณ์
- ซ. ใช้ข้อต่อที่ได้ขนาดมาตรฐาน ในการต่อท่อที่เปลี่ยนแปลงแนวทางเดิน
เปลี่ยนขนาดหรือมีข้อแยก
- ฅ. ติดตั้งวาล์ว ให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวตั้งให้มากที่สุด
- ญ. หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียวหรือเชื่อมร่องเกลียวส่วนที่เหลือโผล่
ออกมาและรอเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปรงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม Zinc
Chromate
- ฎ. ท่อน้ำดับเพลิง, อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ และเครื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้อง
ทาสีแดง การทาสีท่อเหล็กหล่อจะต้องลงสีพื้นกันสนิม (Red Lead Primer)
ก่อน 2 ชั้นก่อนการทาสีจริงโดยจะต้องทำความสะอาดผิวเหล็กให้สะอาด
ก่อน การทาสีท่อเหล็กดำที่ฝังดิน จะต้องทาเคลือบด้วย Coal-Tar Enamel
แล้วใช้แผ่น Asbestos พ้นทับอีกชั้นหนึ่ง หลังจากนั้นจึงทาเคลือบด้วยสาร
กันน้ำ ตามมาตรฐาน AWWA C-203
- ฏ. การฝังท่อน้ำดับเพลิงใต้ดิน ต้องฝังท่อน้ำดับเพลิงลึก ไม่น้อยกว่า 0.8 เมตร
(2.60 ฟุต) จากระดับผิวดิน ถึงผิวของท่อด้านบน ในกรณีท่อน้ำดับเพลิง
จำเป็นต้องฝังลอดถนน ความลึกของท่อจะต้องไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร (3
ฟุต) และไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร (5 ฟุต) สำหรับท่อที่ฝังลอดรางรถไฟ

2. การต่อท่อ (Pipe Joints)

- ก. การต่อท่อแบบเชื่อม (Welding Joints) สำหรับท่อเหล็กดำให้ใช้การเชื่อม
รอยต่อทุกแห่ง ยกเว้นส่วนที่เป็นยูเนียน หรือหน้าแปลน ซึ่งเตรียมไว้สำหรับ
การถอดออกได้
- ข. ท่อขนาดใหญ่ที่จะนำมาเชื่อมต่อต้องลบลายให้เป็นมุมประมาณ $35^\circ - 40^\circ$
โดยการกรัดก่อนการลบลาย อาจใช้หัวเชื่อมตัด แต่ต้องใช้ค้อนเคาะ
ออกไซด์ และสะเก็ดโลหะออกพร้อมทั้งตะไคร้ให้เรียบร้อยก่อนการเชื่อม

- ค. การเชื่อมข้อต่อท่อจะต้องเชื่อมแบบ (Butt-Welding) โดยมีมาตรฐาน และ น้ำหนักท่อตามมาตรฐาน ASA.B16.9 และ ASTM A-234
 - ง. การเชื่อมท่อ ต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งท่อ ให้โลหะที่นำมาเชื่อม ละลายเข้าหากันได้อย่างทั่วถึง
 - จ. ก่อนการเชื่อมต้องทำความสะอาดส่วนปลายที่จะนำมาเชื่อม ตั้งปลายท่อที่จะนำมาเชื่อมให้เป็นแนวตรง เว้นช่องว่างระหว่างท่อที่นำมาเชื่อม เพื่อ ป้องกันการปิดระหว่างการเชื่อม
 - ฉ. ห้ามใช้ช่องที่เชื่อมขึ้นมาเองในงาน
 - ช. มาตรฐานในการปฏิบัติงานเชื่อม ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ ASA
 - ซ. การต่อแบบหน้าแปลน (Flanges)
 - ฅ. วาล์วที่ใช้กับท่อขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2") ขึ้นไป ให้ใช้การต่อท่อเข้ากับ ท่อด้วยหน้าแปลนยกเว้น Hose Gate Valve ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2") ให้ต่อด้วยเกลียว
 - ญ. การยึดจับหน้าแปลนของท่อสองท่อ ต้องขนานกัน และอยู่ในแนวเดียวกัน หน้าแปลนทั้งสองต้องยึดจับแน่นด้วย Bolt ยึด
 - ฎ. หน้าแปลนและยูเนียนจะต้องมี หน้าราบเรียบ ไม่คดเอียง มีปะเก็นยางสังเคราะห์หนา 1.5 มิลลิเมตร (1/16") หรือปะเก็นแอสเบสตอส (ใช้กับท่อนอกอาคาร) สวมสอดอยู่
 - ฏ. Bolt ที่ใช้ยึดจับหน้าแปลนชั้นเกลียวร่วมกับ Nut เมื่อชั้นเกลียวต่อแล้วต้อง โผล่เกลียวออกมาจาก Nut ไม่เกิน 1/4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของ Bolt
 - ฐ. Bolt & Nut ที่จะใช้จะต้องทำด้วยวัสดุเหล็กผสมนิกเกิล หรือโลหะที่ไม่เป็นสนิมได้โดยง่าย
3. ที่แขวนท่อ และรองรับท่อ
- ก. ที่แขวนท่อ และรองรับท่อ จะต้องเป็นชนิดที่ปรากฏในแบบ และต้องใช้ที่ ทุกๆ ระยะ 3 เมตร (10 ฟุต) ของท่อ หรือในช่วงที่ท่อหัก เปลี่ยนทิศทาง ต้องมีที่แขวน และรองรับไม่เกิน 0.6 เมตร (24 นิ้ว) จากช่วงหักเลี้ยว
 - ข. ที่แขวนท่อ และหนุนท่อ ต้องสามารถปรับระยะสูงต่ำในแนวตั้งได้ไม่ต่ำกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)
 - ค. Anchor รองรับท่อในแนวตั้ง ที่แสดงในแบบ และเท่าที่จำเป็น เพื่อป้องกัน Under Strain จะต้องเป็น Heavy Forged หรือ Welded Construction แยกต่างหากจาก Support



- ง. Anchor สำหรับรองรับท่อในแนวนอน เพื่อป้องกัน Strain จาก Offsets จะต้องเป็น Forged Wrought Iron Clamped ยึดอย่างแน่น
 - จ. การรองรับท่อในแนวดิ่ง ตรงข้อต่อ ต้องเป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ฉ. ห้ามใช้ที่รองรับท่อชนิดอื่นๆ เช่น ลวด, เชือก, ไม้, โซ่ ซึ่งไม่ได้ระบุมาใช้รองรับท่อ
 - ช. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหา วาง Concrete Insert และ Anchor Rod และทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งที่รองรับท่อต่าง ๆ
 - ซ. ที่ท่อน้ำวิ่งขนานกัน หรือใกล้เคียงกับท่อชนิดอื่น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแสดงถึงตำแหน่งระดับของท่อต่างๆ ก่อนการติดตั้งท่อ และที่รองรับจริง
 - ฅ. ที่แขวนท่อและรองรับท่อ จะมีขนาดและรายละเอียดดังที่แสดงไว้ในแบบแต่ผู้รับจ้างจะต้อง รับผิดชอบในการเพิ่มขนาดเหล็กแขวนท่อ และความหนาของเหล็ก เพื่อให้เหมาะสมกับ น้ำหนักของท่อในส่วนที่จำเป็น
 - ญ. ต้องทาสีกันสนิม Red Lead Primer จำนวน 1 ชั้น และทาสีแดงทับอีกชั้นหนึ่ง (One Primer Coat And One Finished Coat)
 - ฎ. ที่รองรับท่อที่ใช้นอกอาคารต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) โดยจะต้องสร้างที่รองรับท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปชุบ
4. ท่อสวมลวด (Pipe Sleeve)
- ก. ท่อสวมลวดต้องฝังไว้ในบริเวณที่ท่อน้ำเดินผ่านผนัง คาน หรือเพดาน คอนกรีต
 - ข. ท่อสวมลวดจะต้องกว้างกว่าขนาดของท่อที่ลอดอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร และต้องยาวตลอดช่วงที่ผ่านทะลุโครงสร้างนั้น ท่อก่อนฝังต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
 - ค. ในกรณีที่ท่อทะลุผ่านพื้น ท่อสวมลวดจะต้องทะลุสูงขึ้นไปบนพื้น เพื่อกันน้ำไหลเข้าไปในช่องท่อ และต้องอุดด้วยวัสดุกันน้ำรอบท่อตลอดนี้
 - ง. รอบช่องว่างระหว่างท่อน้ำ กับท่อสวมลวด ต้องอุดด้วยวัสดุซึ่งสามารถกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
 - จ. ในกรณีที่ท่อลอดผ่านผนัง พื้น เพดาน ซึ่งจะปรากฏแก่สายตาจะต้องใช้ท่อสวมลวดที่เป็นโครเมียม หรือท่อทองเหลือง (Cast Brass) ตามที่รับรองให้ใช้เพื่อความสวยงาม

3. ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์

3.1 ความต้องการทั่วไป

- 1) สายฉีดน้ำดับเพลิง และ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นวัสดุที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ หรือผลิตภายในประเทศ ภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือ มอก. และได้รับใบรับรองจาก มอก. ด้วย

3.2 วัสดุและโครงสร้าง

- 1) ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์

1. ตู้เก็บสายส่งน้ำดับเพลิง

ก. เป็นตู้เหล็กพ่นสีแดง มีรูปร่าง และขนาดตามแบบเหมาะสมที่จะบรรจุสายส่งน้ำเหล็กประกอบตู้จะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 16 AWG เมื่อประกอบตู้เสร็จแล้ว ก่อนพ่นสีจริง จะต้องล้างผิวเหล็กด้วยน้ำยาล้างสนิมทำความสะอาดแล้วเคลือบผิวด้วยน้ำยาฟอสเฟต และเมื่อพ่นสีจริงแล้วจะต้องนำไปอบสีที่อุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้มีความแข็งแรงทนต่อการขีดข่วน ประตูตู้จะต้องสามารถเปิดได้ 180° การติดตั้งตู้จะต้องตั้งลอย ฝัง หรือตั้งพื้นตามที่แสดงไว้ในแบบอุปกรณ์ประกอบตู้อื่น ๆ มีดังนี้คือ-

- ที่ล็อคประตูพร้อมมือจับ
- บานพับประตูแบบซ่อนใน
- ช่องสำหรับให้ช่องน้ำเข้า ตู้มีขนาดพอเหมาะ และมีโอริง โดยรอบช่อง
- ตัวหนังสือแสดงชื่อ และเลขที่กล่องอย่างชัดเจน ถาวร

2. ชุดสายส่งดับเพลิง (Automatic Swinging Fire Hose Reel)

ก. ชุดส่งสายดับเพลิง Automatic Swinging Fire Hose Reel ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบครบชุดสมบูรณ์ได้มาตรฐาน BS EN 671-1 ชุดดังกล่าวประกอบด้วยวงล้อม้วนสาย ทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูปหนาน้อย 1.2 มิลลิเมตร เคลือบสีแดง และสายยางส่งน้ำสีแดงเสริมให้แข็งแรงด้วยเส้นใยถัก สายชั้นนอกเคลือบด้วย Thermoplastic Polymer สายยางได้มาตรฐาน Pr EN 694 จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติและอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

- แรงดันทดสอบครบชุดรวมอุปกรณ์ (Fire Hose Reel Test Pressure): 20 Bar (300 PSI) เป็นอย่างน้อย
- วาล์วควบคุมอัตโนมัติทำจากโลหะที่ไม่เป็นสนิม เมื่อดึงสายฉีดออกจากวงล้อสายประมาณ 1.5 เมตร (5 ฟุต) วาล์วจะเปิดฉีดน้ำผ่านสาย

อัตโนมัติ

- สายยางส่งน้ำต้องทนแรงดันใช้งาน (Working Pressure) ได้ 15 Bar (220 PSI) แรงดันทดสอบ (Test Pressure) ได้ 24 Bar (350 PSI) แรงดันเมื่อแตกระเบิด (Burst Pressure) ได้ 48 Bar (700 PSI)
3. หัวฉีดน้ำแบบปรับน้ำได้ (Jet/Spray/Shut-Off Nozzle) ขนาดสำหรับสาย 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ความยาว 30 เมตร (100 ฟุต) และมีรูฉีด (Orifice) ขนาด 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ขดม้วนสายทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูปพ่นสีแดงเช่นเดียวกับตู้เก็บสายส่งน้ำดับเพลิงที่กลางขดทำด้วยโลหะหล่อไม่เป็นสนิม มีโบลท์ยึดกับผนังพร้อม
 4. หัวรับน้ำสำหรับตำรวจดับเพลิง (Fire Department Connection) เป็นหัวรับน้ำ 2 ทาง ได้มาตรฐาน UL และ FM มีลิ้นกั้นน้ำกลับ (Check Valve) พร้อมกันอยู่ในตัว และมีฝาครอบชุบด้วยโครเมียมและโซลค์ล้องครบชุดหัวรับน้ำจะต้องทำจากวัสดุอลูมิเนียมผสม ทองเหลือง หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีความคงทนแข็งแรง สามารถทนแรงดันขณะใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 12 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นอกจากนี้จะต้องมีป้ายขนาดไม่เล็กกว่า 0.25 เมตร x 0.50 เมตร พร้อมคำว่า "หัวรับน้ำดับเพลิง" ติดตั้งอยู่ป้ายทำจากแผ่นเหล็กพ่นสีตามกรรมวิธีเช่นเดียวกับตู้เก็บสายส่งน้ำหัวรับน้ำดับเพลิงทุกชุด จะต้องมีวาล์วกั้นน้ำกลับ (Check Valve) ติดตั้งต่างหากในเส้นท่อทุกเส้นด้วย
 5. หัวดับเพลิง (Hydrant)
 - ก. เป็นหัวน้ำออก 2 ทาง สำหรับต่อกับสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) พร้อมวาล์วปิด-เปิดขนาดเดียวกัน ข้อต่อความเร็ว ฝาครอบพร้อมโซ่ และสายส่งน้ำดับเพลิง (Fire Hose)
 - ข. หัวดับเพลิงต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (Working Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 12 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
 6. เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher)
 - ก. เครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมี A-B-C เป็นเครื่องมือดับเพลิงชนิดผงเคมี ใช้สำหรับดับเพลิงได้ 3 ประเภท A-B-C (Multipurpose Dry Chemical Portable Fire Extinguisher) ขนาด 10 ปอนด์ ตัวถังทำจากเหล็กกล้าพ่นสี และมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดของ Department of Transportation (D.O.T.) สามารถทนความดันทดสอบ (Hydrostatic

Test Pressure) ได้ไม่ต่ำกว่า 35 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ความดัน สำหรับใช้ขับเคลื่อนให้ใช้ความดันจากแก๊ส ประมาณ 13 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (190 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

- ข. เครื่องดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์เป็นเครื่องมือดับเพลิงขนาด 10 ปอนด์ ใช้สำหรับดับเพลิงในห้องเครื่องไฟฟ้าและบริเวณต่าง ๆ ที่กำหนด คาร์บอนไดออกไซด์ที่บรรจุจะต้องมีปริมาณความขึ้นอยู่ในแก๊สน้อยมากเมื่อ ฉีดดับเพลิง เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ และมี คุณ สม บัติ ตรงตาม ข้อกำหนด ของ DOT (DEPARTMENT OF TRANSPORTATION) มาแล้วสามารถทนต่อแรงดันทดสอบได้ไม่ต่ำกว่า 300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุปกรณ์ประกอบได้แก่ สาย หัวฉีด วาล์ว ฯลฯ มีความสามารถในการดับเพลิงเทียบเท่ากับค่า UL LISTED RATING 5 BC และผู้ขายจะต้องรับประกันเครื่องดับเพลิงทุกเครื่อง มีกำหนดเวลา 5 ปี
- ค. อุปกรณ์สายฉีด หัวฉีด วาล์วจะต้องสามารถทนแรงดัน ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า ของแรงดันแก๊สปกติ ผงเคมีที่ใช้เป็นสารประเภทโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต ผสมสารพิเศษ เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนได้ง่าย มีจุดประสงค์เพื่อใช้ บรรจุในเครื่องดับเพลิงเคมีโดยเฉพาะ และมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงสูง ในการเสนอขอการรับรอง เครื่องดับเพลิงเคมีจากวิศวกรผู้ออกแบบนี้ ผู้รับ จ้างจะต้องสาธิตการดับเพลิง เพื่อแสดงประสิทธิภาพในการดับเพลิงของ เครื่องดับเพลิงให้ชัดเจนเป็นที่พอใจด้วย หรือจะต้องมีความสามารถในการ ดับเพลิงได้เทียบเท่า กับค่า Rating 6A : 20 BC โดยผ่านมาตรฐานของ มอก.332-2537 (TIS 332-1994) ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันเครื่องดับเพลิง ทุกเครื่องมีกำหนดเวลา 5 ปี

3.3 วิธีการก่อสร้าง

- 1) การติดตั้ง
การติดตั้ง ให้ติดตั้งตามคู่มือของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเคร่งครัด
- 2) การทดสอบ
 1. ให้ทดสอบด้วยกำลังอัดดันของน้ำในระหว่างการติดตั้ง และภายหลังการติดตั้ง ระบบท่อน้ำ แล้วรวมถึงการล้างท่อน้ำภายหลังการติดตั้งด้วยเครื่องสูบน้ำ
 2. การทดสอบระบบท่อน้ำ ระบบท่อน้ำที่ติดตั้งเสร็จแล้วจะต้องได้รับการ ทดสอบด้วยแรงดันของน้ำ โดยอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อน้ำยาทั้งหมดด้วยความ ดันไม่น้อยกว่า 1,378 กิโลปาสกาล (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว), หรือเพิ่มความ

ตันขึ้นอีก 345 กิโลปาสกาล (50 ปอนด์ต่อตาราง นิ้ว) ในกรณีที่ความดันสถิตในท่อน้ำเกินกว่า 934 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 2 ชั่วโมงระบบท่อน้ำทั้งหมดจะต้องไม่มีการรั่วของน้ำปรากฏให้เห็น

3) การล้างท่อน้ำ

1. ให้ล้างระบบท่อน้ำที่ติดตั้งเสร็จเป็นส่วนๆ โดยกำหนดให้มีอัตราการไหลของน้ำให้มีขนาดท่อที่ระบุด้านล่าง

2. อัตราการไหลของน้ำในการล้างท่อ ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

ขนาดของท่อ

อัตราการไหลของน้ำ

มิลลิเมตร (นิ้ว)

(ยูเอส แกลลอนต่อนาที)

φ 100 mm. (4")

390

φ 150 mm. (6")

880

φ 200 mm. (8")

1,560

φ 250 mm. (10")

2,550

φ 300 (12")

3,250

3. อัตราการไหลของน้ำน้อยที่สุดในการล้างท่อ จะต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในตารางหรือความเร็วของน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาที (10 ฟุตต่อวินาที)

4. ท่อส่วนที่อยู่ระหว่างหัวรับน้ำพนักงานดับเพลิง และเช็ควาล์ว หลังจากการติดตั้งจะต้องได้รับการล้างท่อด้วยปริมาณน้ำที่กำหนดก่อนติดตั้งหัวรับน้ำเข้ากับระบบท่อ

5. การล้างท่อจะต้องทำจนแน่ใจว่าภายในท่อน้ำปราศจากสิ่งสกปรกใดๆแล้ว

4. การป้องกันไฟ และควันลาม

4.1 ความต้องการทั่วไป

- 1) โดยทั่วไป การป้องกันไฟ และควันลามต้องเป็นตามหัวข้อ 300-21 ของ NED และ ASTM
- 2) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้ง วัสดุ หรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันตามช่องเปิดของท่อต่าง ๆ ซึ่งผ่านแนวผนังกันไฟและพื้นทุกชั้น

4.2 วัสดุและโครงสร้าง

วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรองวัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข หนต่อการสันสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อน หรือหลังเกิดเพลิงไหม้

4.3 วิธีการก่อสร้าง

- 1) ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง หรือพื้นห้อง หรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม
- 2) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว
- 3) ช่องเปิดทุกช่องสำหรับท่อต่าง ๆ ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลามด้วย

หมวดที่ 19

มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า
(Electrical System)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ทั่วไป

ระบบไฟฟ้าของอาคารทั้งหมดต้องสอดคล้องกับระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

1.2.1 ระบบไฟฟ้า

- ระบบไฟฟ้าแรงสูงเป็น 3 เฟส 3 สาย 22 หรือ 33 kV, 50 Hz ขึ้นกับการไฟฟ้าภูมิภาคนั้น
- ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็น 3 เฟส 4 สาย 380/220V, 50 Hz ใช้ระบบการต่อสายแบบ Y และใช้ Solid Ground
- ระบบควบคุมให้เป็นไปตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนด

1.2.2 ระบบ สีของสายไฟ และบัสบาร์ให้เป็นดังนี้

- | | |
|--|----------------------------|
| ● สายเฟสเอ | สีดำ |
| ● สายเฟสบี | สีแดง |
| ● สายเฟสซี | สีน้ำเงิน |
| ● สายศูนย์ (N) | สีขาวหรือเทา |
| ● สายดิน (GND) | สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง |
| ● สายที่ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้ทาสีหรือพันเทปที่ปลายสายทั้ง 2 ข้างด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มีการต่อสายและต่อเข้าตัวของอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับบัสบาร์ให้ทาสีหรือติดเทปสีตามระบบสีดังกล่าว | |

1.2.3 ระบบสีของอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นดังนี้

- | | |
|--------------------|----------|
| ● ระบบไฟฟ้าปกติ | สีส้ม |
| ● ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน | สีเหลือง |
| ● ระบบโทรศัพท์ | สีเขียว |

- ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ สีแดง
- ระบบเสาอากาศโทรทัศน์และวิทยุรวม สีดำ
- ระบบรักษาความปลอดภัย สีน้ำเงิน
- ระบบเสียง สีขาว
- ระบบควบคุม สีฟ้า

2. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

(Main Distribution Board and Sub distribution Board)

2.1 ทั่วไป

ข้อกำหนดในตอนนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหาและติดตั้ง แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ชนิด DB โดยแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC ตู้โลหะเป็นชนิด Dead-Front Modular Type of Standard Design และเป็นแบบที่การไฟฟ้าเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้ มีความต้องการทั่วไปดังต่อไปนี้

- 1) ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วย แผงสวิตช์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Board, SDB or Feeder Board)
- 2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์พร้อมอุปกรณ์ต่างๆไว้ในห้องและ/หรือสถานที่ที่จัดเตรียมไว้
- 3) การก่อสร้างแผงสวิตช์ฯ ที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีมาตรฐานการรับรอง โดย มาตรฐานสากล ISO9001:2000 มาตรฐานอุตสาหกรรม หรือ มอก.1436 อีกทั้งเป็นโรงงานมาตรฐานที่ได้ผ่านการทดสอบ Type Tested Assemblies (Licensed) ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 (1999 - 09) และรับรองผลการทดสอบโดย KEMA หรือ VDE โดยผู้ผลิตจะต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ ฯ
- 4) การก่อสร้างแผงสวิตช์ ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่า คุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนด
- 5) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตช์ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน

- 6) ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์ ๓ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 7) ขนาดของแผงสวิตช์ ๓ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ / หรือ ในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตช์ตัดตอน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแผงสวิตช์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

2.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิตช์แรงต่ำและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ โดยทั่วไปแผงสวิตช์แรงต่ำแบ่งออกเป็นสองแบบตามลักษณะของการทำงาน กล่าวคือ แบบแรกเรียกว่าแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ แบบที่สองเรียกว่าแผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน

2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.3.1 พิกัด คุณสมบัติ และสมรรถนะของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้แผงสวิตช์๓ที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการ ออกแบบสร้างตาม NEMA, IEC และมาตรฐานอื่นๆตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้ โดยไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าที่กำหนดไว้ แผงสวิตช์๓ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามความต้องการของ NEC ข้อ 384 โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- 1) RATED SYSTEM VOLTAGE : 416 / 240 VOLT
- 2) SYSTEM WIRING : 3 PHASES, 4 WIRES SOLIDLY GROUND
- 3) RATED FREQUENCY : 50 Hz.
- 4) RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ
- 5) RATED SHORT- TIME : ไม่น้อยกว่า 25 kA @ 1 Sec (Main Circuit) WITHSTAND I_{cw}
- 6) RATED PEAK WITHSTAND : 1,000 VOLT
- 7) CONTROL VOLTAGE : 220 – 240 V.AC.
- 8) TEMPERATURE RISE : ตาม IEC 60439 – 1
- 9) FINISHING OF CABINET : ELECTRO PLATED ZINC TO BS 1706 and EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING

- 10) FORMS OF INTERNAL : FORM 2B SEPARATIONS
- 11) TYPE OF CABINET : Dead Front
- 12) DEGREE OF PROTECTION : IP 31 สำหรับงานภายในอาคาร
: IP 43 สำหรับ/งานภายนอกอาคาร

2.3.2 รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้างแผงสวิทช์

- 1) ฝาด้านหน้าเป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วยRemovable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด / ปิด ถอดฝาได้ง่าย บานประตูต้องแข็งแรงไม่บิดงอฝาสำหรับ Metering and Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
- 2) ฝาปิดด้านหลังทั้งหมด ให้ใช้แบบถอดได้ ยึดด้วยสปริง (Snap-On Lid) หรือแบบอื่นที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่ายโดยต้องได้รับการพิจารณาให้ความยินยอมจากวิศวกรก่อน และให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip-Proof Louver) โดยมีแผ่นเหล็กชนิดรูพรุน (Perforated Sheet Metal) ติดด้านในที่ฝาปิดด้านข้างและที่ฝาปิดด้านหลัง
- 3) ฝาด้านข้างริมนอกทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรงแต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน (Sheet Metal Safety Partition) ต้องเป็นแผ่นเหล็กเรียบหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- 4) ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable-Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือสลัก และแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง
- 5) ส่วนฝาทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และฝาของแผงสวิทช์ฯ ทุกด้านต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้ทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงของแผงสวิทช์
- 6) การประกอบแผงสวิทช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

- 7) การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชั้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ (Electro-galvanized Steel) หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่น ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 8) กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสีโลหะขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชั้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง
- 9) ขึ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่น ถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสีก็ให้ใช้วิธีการเดียวกันกับที่กำหนดแต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิม
- 10) วิธีทำความสะอาดโลหะ
 - ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด
 - ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)
 - ค. เฉพาะแผ่นเหล็ก ถ้ามีร่องรอยของการเกิดสนิม และไม่ใช้แผ่นเหล็กใหม่ ต้องล้างด้วย น้ำยาล้างสนิมเพื่อให้สนิมเหลืออยู่หลังการขัดหลุดออกทั้งหมด น้ำยาล้างสนิมให้ใช้ของ ICI หรือเทียบเท่า
- 11) การเคลือบผิวชั้นแรก ให้ใช้วิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบสังกะสี โดยวิธีชุบไฟฟ้า หรือ ELECTROPLATED ZINC ตามมาตรฐาน BS 1706
- 12) การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่ / โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนา 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

2.3.3 บัสบาร์

- 1) บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 2) บัสบาร์มีขนาดตามที่กำหนดในแบบ และมีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN43671 และ/หรือ IEC 60439 – 1 โดยให้คิดแบบ บาร์เปลือย (Bare Rating) หรือหุ้มด้วย HEAT SHRINK และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนดตัวนำ (Conductor) ทำด้วยทองแดงทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาดCIRCUIT BREAKER ที่กำหนดในแบบ โดยทาสีแสดงเฟส โดยกำหนดสีดังนี้
 - LINE A (or R) : สีดำ
 - LINE B (or S) : สีแดง

- LINE C (or T) : สีน้ำเงิน
 - NEUTRAL : สีขาว
 - GROUND : สีเขียว
- 3) ขนาดของบัสบาร์ เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นเฟสหรือตามที่กำหนด ขนาดบัสบาร์เส้นดิน (Ground Bus) ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 33% ของเส้นเฟสแต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARSทั้งเส้นเฟส, เส้นศูนย์และเส้นดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแผงสวิตช์ที่ใช้ Main Breaker มีขนาดเกิน 800 แอมแปร์
 - 4) การติดตั้งเมนบัสบาร์ให้ใช้แนวนอนและฟีดเดอร์บัสบาร์ให้ใช้แบบตั้งการจัด BUSBAR ทั้ง PHASE to PHASE และ PHASE to GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตรในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้มบัสบาร์โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของบัสบาร์ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์ที่อาจลดลง
 - 5) การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ ให้จัดเรียงตาม LINE A, B, C โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของสวิตช์ ให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง
 - 6) บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน (รวมทั้ง Neutral Bus และ Ground Bus) ต้องมีความยาวตลอดเท่าความกว้างของแผงสวิตช์ทั้งหมด
 - 7) บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ทุกๆส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริเวณ
 - 8) BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY – RESIN แบบสองชั้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า
 - 9) BUSBAR และ HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

2.3.4 สายไฟฟ้า สำหรับภายในแผงสวิตช์

- 1) สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากันอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาโยกย้ายต้องระบุไว้ในแบบ (As-built Drawing) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้
 - CURRENT CIRCUIT : 4.0 ตารางมิลลิเมตร
 - VOLTAGE CIRCUIT : 2.5 ตารางมิลลิเมตร
 - CONTROL CIRCUIT : 1.5 ตารางมิลลิเมตร
 - GROUND สำหรับบ้านประตู : 4.0 ตารางมิลลิเมตร
- 2) การต่อวงจรเพื่อการกำลัง การต่อวงจรเพื่อการกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่นระหว่างบัสบาร์กับสวิตช์ตัดตอนเป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส หรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดงหุ้มฉนวนแบบหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tubing) ที่ 40 องศาเซลเซียส ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้าหา หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบ
- 3) การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ให้เดินในท่อร้อยสาย หรือรางพลาสติก ช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกอ่อน การต่อสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวนและเปลือกนอก
- 4) สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย
- 5) ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดง
- 6) สลักเกลียว แป้นเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts & Washers) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High-Tensile, Electro-Galvanized or Chrome – Plated

ให้ใช้จำนวนสลักและแป้นเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วยTorque Wrench ให้เพียงพอตามที่กำหนดไว้

- 7) การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วต่อสายกับบัสบาร์หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ให้ใช้สลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริงก่อนต่อ ต้องทำความสะอาดบริเวณ ผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ

2.3.5 Mimic Bus และ Name Plate

แผงสวิตช์ต้องมีข้อมูลขั้นต้นแสดงไว้เพื่อความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาอย่างน้อยดังนี้

- 1) ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมีMimic Busเพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสิ่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร กว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ
- 2) ให้มีNameplateเพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกัน MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (ถ้าเป็นงาน กฟภ.จัดทำ) หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ
- 3) ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ด้านนอกตรงที่ๆเห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

2.3.6 เครื่องวัด ในตู้สวิตช์ตัดตอน

- 1) หม้อแปลงกระแส (CT) เป็นชนิด Tropical Proof มีพิกัดตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยมีกระแสทุติยภูมิ 5A และติดตั้งเพื่อให้สามารถวัดได้ทุกเฟส Accuracy Class 1 หรือดีกว่า
- 2) Multifunctional Digital Power Meter (DPM) เป็นชนิดติดตั้งที่เสาตู้ไฟฟ้า แสดงค่าทางไฟฟ้าผ่านจอแสดงผล (Display Unit) ชนิด LCD โดยมีการแสดงผลเป็นบรรทัดอย่างน้อย 3 บรรทัดๆละ 16 ตัวอักษร อ่านค่าแบบ True RMS ประกอบด้วยค่า
 - Current : แยกเฟส
 - Voltage : V_{L-L} และ V_{L-N}
 - Power : kW, kVAR, kVA แยกเฟสและรวม 3 เฟส

ข้อกำหนดมาตรฐานงานก่อสร้างและติดตั้ง

- Power Factor : แยกเฟส และเฉลี่ย 3 เฟส
- Frequency : ของระบบไฟฟ้า
- Energy : kWh, kVARh, kVAh
- Harmonic : THD_i and Harmonic Order from 3rd - 11th
 - Power Meter จะต้องมียุทธศาสตร์แบบ RS-485 หรือ RS-422 รวมมาด้วย (Built-in) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ Interface เพื่อสื่อสารกับระบบ BAS ของอาคาร
 - Power Meter สามารถต่อตรงกับระบบไฟฟ้าโดยแรงดันไม่เกิน 600 V_{L-L} ทางด้านกระแสเข้าสามารถต่อกับ CT ที่มีกระแสด้านทุติยภูมิ 5A ได้ ความถูกต้อง (Accuracy) ตามมาตรฐาน ANSI C8.16 ดังนี้

- Current/Voltage : +0.25 %

- Power/Energy : +0.50 %

กรณีที่ไม่ได้ระบุเป็น Digital Power Meter เครื่องวัดต้องเป็นชนิดติดตั้งในแผงสวิตช์ สามารถกันฝุ่นและความชื้นได้ดี โดยมีขนาดประมาณ 96x96 มม. Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า

- 3) หลอดแสดงเป็นแบบติดฝังเรียบบนแผงสวิตช์ ใช้หลอดไส้ 0.6 W, 6 V พร้อมหม้อแปลง 220 V/6V ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบเลนส์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม.

- 4) ดิจิตอล มิเตอร์ (Digital Meter)

จะต้องแสดงผลเป็นแบบ LED display 4 digit 7 segment โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการใช้งานดังนี้

1. แสดง Voltage แต่ละเฟส
2. แสดง Ampere แต่ละเฟส
3. แสดง Kilowatt Max
4. แสดง Kilowatt Hours
5. แสดง Kilowatt , Kilovars
6. แสดง Kilowatt Sum
7. แสดงค่า Power Factor

8. แสดงค่า Frequency
9. แสดงค่า Maximum Demand

2.4 การติดตั้ง

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ โดยแผงสวิตช์ ฯ ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ติดตั้งด้วยน็อตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา และในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต ต้องใช้ชนิดแบบ Expansion Bolt และ/หรือ รางสำหรับยึดติดกับพื้น ซึ่งเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กสูงจากระดับพื้น 150 มม เช่นเดียวกันกับสวิตช์เกียร์แรงสูง และหม้อแปลง

2.5 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์และสายป้อนต่างๆ รวมทั้งตรวจสอบระบบต่างๆ และการตรวจสอบจากการไฟฟ้าฯ ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดต่างๆ ตามที่การไฟฟ้าฯ และ/หรือผู้ว่าจ้างต้องการ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น และผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืดวันทำการออกไปหรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้ โดยมีการทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- 1) การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้
 1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical-Operation)
 2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)
 3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Measures)
 4. ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)
- 2) นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้
 1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ ทั้งหมด
 2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
 3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

2.6 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาและวิธีใช้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

2.7 เครื่องมือบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างจัดเครื่องมือสำหรับการบำรุงรักษา ดังต่อไปนี้

- 1) เครื่องมือถอดและใส่ฟิวส์แรงต่ำ (HRC Fuse) สำหรับดึงฟิวส์แรงต่ำโดยเฉพาะจำนวน 1 อัน มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง
- 2) ที่ช่างแผงสวิตช์แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน โดยมีประกอบติดรัดไว้กับแผงสวิตช์ ให้สูงประมาณ 1,800 มม.
- 3) ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน, ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดยึดแผ่นโลหะหนึ่งอัน, Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสม หนึ่งอันพร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึด ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่งชุด พร้อมกล่องโลหะ สำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

3. สวิตช์ตัดตอน

(Circuit Breaker)

3.1 ทัวไป

สวิตช์ตัดตอน ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะเป็นไปตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC โดยที่เมนสวิตช์ตัดตอนเป็นชนิด Air และมี Motor Drive (ถ้ามี ตามที่แสดงไว้ในแบบ) สำหรับ สวิตช์ตัดตอนของสายป้อนและสายป้อนย่อยต้องเป็นชนิด Molded Case Circuit Breaker โดยทั้งหมดต้องเป็นแบบทำงานเร็ว (Quick-Make, Quick-Break, Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip, Thermal Overload Current Trip and Trip Indication) โดยมีพิกัดขนาดและ Interrupting Capacity ตามที่แสดงไว้ในแบบ สวิตช์ตัดตอนทั้งหมดต้องเป็นของผู้ผลิตเดียวกัน สวิตช์ตัดตอน ที่มีขนาด 1000 แอมป์ หรือมากกว่า ต้องมี Ground Fault Sensor ที่จะสับสวิตช์ออกโดยอัตโนมัติเมื่อมีการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault) ซึ่งสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันดังนี้

- 1) Ground Fault Clearing Time ของเมนสวิตช์ตัดตอน ต้องช้ากว่า สวิตช์ตัดตอนของสายป้อน (Feeder)

2) Ground Fault Pick up Current ไม่น้อยกว่า 200A สามารถปรับได้

3) สามารถเลือกตั้ง Time Delay ได้ที่ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.5 Sec.

การติดตั้งสวิตช์ตัดตอนในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Fixed Type ซึ่งติดตั้งถาวรโดยยึดติดกับโครงโลหะในตู้แรงต่ำด้วยสลักและแป้นเกลียว หรือเป็นแบบ Drawn-out Type (ตามที่แสดงไว้ในแบบ) ซึ่งติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออกในลักษณะ 2 จังหวะ คือสามารถดึงออกมาช่วงหนึ่งโดยตัดส่วนของ Power ออก แต่ส่วนควบคุมยังไม่ตัดขาด ทำให้สามารถทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้โดยมีสายควบคุมพร้อมเต้ารับและเต้าเสียบสำหรับต่อสายควบคุมหรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

การสับเข้า และออกของสวิตช์ตัดตอนเมนในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำเป็นแบบ Manual Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมือ และ/หรือ เป็นแบบ Motor Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมอเตอร์ ในกรณีที่ระบุให้ใช้เป็น Air Circuit Breaker

ขั้วต่อสาย (Terminal) ของสวิตช์ตัดตอนที่มีขนาดเฟรมต่ำกว่า 250 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์ สำหรับขนาดเฟรมสูงกว่า 250 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์เท่านั้น

3.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดการหาและติดตั้งสวิตช์ตัดตอน รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ตามที่แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3.3 ความต้องการด้านเทคนิค

3.3.1 สวิตช์ตัดตอน แบบ Air Circuit Breaker

1) ให้เลือกใช้ ACB ตามที่ระบุในแบบ และถ้าหากขนาดพิกัด AF ของสวิตช์ตัดตอนมีขนาดมากกว่า 1600 AF ให้เลือกใช้เป็น ACB ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- Rated Service Voltage : 690 V.AC
- Rated Insulation Voltage : 1000 V.AC
- Rated Impulse Withstand : 8000 V.
- Rated Current at 40° C : ตามระบุในแบบ
- The Breaking Capacity Performance : ตามระบุในแบบ
- Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (Ics) และ Rated Short-Time Withstand Current (Icw) ที่ 1 วินาทีมีพิกัดเท่ากับ Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (Icu)

- 2) ผลิตภัณฑ์ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1, IEC 947-2, IEC947-3
- 3) เป็นชนิด draw-out type (หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ) และ IP 43
- 4) Trip Unit ต้องทำงานด้วย Microprocessor โดยมีคุณสมบัติดังนี้
 - Long Time Protection (LT) ปรับตั้งจาก 0.4 ถึง 1 ของ Rated Current. (In)
 - Short Time Protection (ST) ปรับตั้งจาก 1.5 ถึง 12 ของ Rated Current. (In)
 - Short Time Delay / Long Time Delay
 - Instantaneous Trip (Inst)
 - Thermal Memory up to 180 Minutes
 - Ground Fault Protection เป็นชนิด Current Pick-Up Adjustment และ Time Delay.
 - มี LED indicator แสดงการ Trip สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน
 - Healthy LED สำหรับตรวจสอบการทำงานของ Trip Unit
 - มี LCD Indicator สำหรับ Ammeter, Trip History, Type of Fault, Pre-Trip Alarm, etc
 - จัดเตรียม Memory Module ซึ่งสามารถบันทึกค่าล่าสุดของ Trip Unit.
 - จะต้องมียาปิด Trip Unit เพื่อป้องกันการเข้าถึงโดยไม่เจตนา
 - จัดเตรียม Output Relay สำหรับ Load monitoring and Trip initiated

3.3.2 สวิตช์ตัดตอน แบบ Molded Case Circuit Breaker

- 1) Molded Case Circuit Breaker ผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2 โดยมีค่าพิกัด AF ดังนี้ 63AF, 160AF, 250AF, 400AF, 630AF, 800AF, 1250AF, 1600AF หรือมากกว่า
- 2) มีพิกัด Rated Short Circuit Breaking Capacity ที่ 415 Vac ดังนี้

<u>Frame size</u>	<u>Breaking Capacity</u>
63-160 AF	18 kA
250 AF	25 kA

400 AF 35 kA

Above 400 AF 50 kA

- 3) เลือกใช้สวิตช์ตัดตอน ชนิด Thermal Magnetic ที่พิกัด AF ต่ำกว่า 400 AF และเป็นชนิด Electronic with Rating Plug ที่พิกัด AF ตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป
- 4) ทำงานด้วยระบบ Quick-Make, Quick-Break และ Trip Free เมื่อเกิดกระแส Overload และ Short Circuit
- 5) Drivers เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position
- 6) MCCB ทุกขนาดสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม Shunt Trip, Under-voltage, Auxiliary Switch, Alarm Switch, Rotary Handle, PAD Locking Device เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านการป้องกัน และการควบคุม
- 7) MCCB Thermal Magnetic Trip ต้องสามารถปรับค่ากระแส Thermal ได้ ตั้งแต่ 0.8-1.0 ของ Rated Current ขนาดพิกัด AF
- 8) Trip Unit ของ MCCB เป็นชนิด Electronic สามารถปรับค่ากระแส Overload Current (LT) ได้ระหว่าง 0.625-1.0 ของพิกัด Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current (ST) ได้ระหว่าง 2-10 เท่า ของพิกัดกระแสใช้งาน (In)

3.3.3 มอเตอร์สตาร์ทเตอร์ (Motor Starter) (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ให้ใช้แบบ Direct-on-Line (D.O.L.) หรือแบบ Automatic Star-Delta (Y- Δ) โดยมีพิกัดขนาดตามขนาดของมอเตอร์ ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และมีคุณสมบัติต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

- 1) คอนแทคเตอร์ และโอเวอร์โวลต์รีเลย์ มีพิกัดขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานตามปกติ และสามารถรับกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ได้เป็นอย่างดี
 - 2) ให้ใช้ชนิด AC3 Duty และสามารถกันฝุ่นได้เป็นอย่างดี
 - 3) โอเวอร์โวลต์รีเลย์ ให้ใช้ชนิดที่ติดตั้งครบทุกเฟส
 - 4) แรงดันคอยล์ 220 V, 50 Hz (หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ)
- มีจำนวนหน้าสัมผัสช่วยของคอนแทคเตอร์แต่ละตัวไม่น้อยกว่า 1NO + 1NC สำหรับใช้งานระบบควบคุม และ/หรือ การแสดงผลต่างๆ

4. โอโตเมติกเคปาซิเตอร์แบงค์

(Automatic Capacitor Bank)

4.1 ทัวไป

โอโตเมติกเคปาซิเตอร์แบงค์สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อย่างอัตโนมัติซึ่งเป็นแบบ Non- flammable และเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC หรือ VDE

4.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงโอโตเมติกเคปาซิเตอร์แบงค์ และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

4.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

4.3.1 โอโตเมติกเคปาซิเตอร์แบงค์ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้

- | | | |
|--------------------|---|------------------------------|
| 1) ชนิด | : | Indoor (Dry Metallized-Film) |
| 2) แรงดันระบบ | : | 3 เฟส 380V, 50Hz |
| 3) กำลังขาออก | : | ตามที่ระบุในแบบ |
| 4) Switching Steps | : | ตามที่ระบุในแบบ |
| 5) กำลังงานสูญเสีย | ≤ | 1 Watt / kVAR |
| 6) แรงดันควบคุม | : | 220 V. |
| 7) อุณหภูมิแวดล้อม | ≈ | 40°C |

4.3.2 รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้าง คะปาซิเตอร์แบงค์ ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วยกะปาซิเตอร์ย่อยหลายๆตัวยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะ โดยมีอุปกรณ์ควบคุมซึ่งประกอบเป็นชุดพร้อมที่จะติดตั้งภายในแผงสวิทช์ มีการระบายอากาศ และต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ประกอบด้วย

- 1) ฟิวส์เป็นแบบ Fused Load Break ป้องกันในทุกชั้นของกะปาซิเตอร์
- 2) คอนแทคเตอร์ ต้องเป็นชนิดและมีขนาดเหมาะสมกับกะปาซิเตอร์
- 3) Discharge Coil (หรือเป็นชนิดสร้างมาภายในร่วมกับกะปาซิเตอร์)
- 4) kVAR Controller
- 5) เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์
- 6) หลอดแสดง
- 7) Automatic and Manual Switching Device

4.3.3 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ที่ส่วนบนของแต่ละยูนิต คะแปซิเตอร์ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ ชุดโอโตเมติกกะแปซิเตอร์แบบคต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงาน ตามมาตรฐาน IEC 831 มาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง

4.3.4 ตัวตู้ซึ่งบรรจุคาปาซิเตอร์แบบค ต้องมีการระบายความร้อนที่ดี โดยให้เจาะรูระบายอากาศทั้งด้านหน้าและด้านหลังตู้ ตลอดความสูงของตู้ ในกรณีที่คาปาซิเตอร์ติดตั้งแยกจากแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ตัวตู้ต้องมีมาตรฐานเดียวกับแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

4.4 การติดตั้ง

โอโตเมติกกะแปซิเตอร์แบบค ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ

5. บัสเวย์ (Busway) (ถ้ามีระบุในแบบ)

5.1 ทัวไป

มาตรฐาน มาตรฐานวิธีการติดตั้ง การผลิต รวมถึงการรองรับบัสเวย์ และอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC/EN 60439-2 “Low-Voltage switchgear and Controlgear assemblies – Part 2: Particular requirements for Busbar trunking system (Busways)”

5.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง บัสเวย์ และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

5.3 ความต้องการด้านเทคนิค

5.3.1 ทัวไป

- 1) บัสเวย์ทั้งชนิด Feeder และ/หรือ Plug-in ที่ใช้ต้องประกอบด้วยบัสบาร์ที่ทำด้วยทองแดง หรืออลูมิเนียม ตามที่กำหนดในแบบ อยู่ภายในกล่องหุ้มปิด (Totally Enclosed non-ventilated Housing) เพื่อป้องกันฝุ่น และความเสียหายทางกล
- 2) ท่อน (Section) ของบัสเวย์ทั้งชนิด Plug-in และ Feeder สามารถติดตั้งโดยต่อกัน หรือสลับแทนกันได้ (Interchangeable) โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษช่วยการติดตั้งต้องใช้ท่อนที่มีความยาว มาตรฐานให้มากที่สุด และใช้ท่อนที่มีความยาวพิเศษตามที่จำเป็น เพื่อเป็นไปตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง

- 3) บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวนอนต้องมีที่รองรับ (Hanger) ทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร และไม่เกิน 4.8 เมตร ในแนวตั้ง
 - 4) บัสเวย์ที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันน้ำ (Weather Proof) โดยมีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP55 (Include cover) บัสเวย์ที่ติดตั้งทะลุพื้น หรือผนังกันไฟต้องมีวัสดุกันไฟลาม (Fire Stop, Fire Barrier) ติดตั้ง ปลายของ บัสเวย์ทั้งหมดต้องมีฝารอบปิด (End Cap) ส่วนที่ติดตั้งภายในอาคาร มีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP54
 - 5) บัสเวย์ต้องติดตั้งในสถานที่ที่ได้พิจารณาแล้วว่า ไม่เกิดความเสียหายทางกายภาพแก่บัสเวย์ จุดต่อ (Joint) ต่าง ๆ ของบัสเวย์ต้องสามารถเข้าไปบำรุงรักษาได้
 - 6) บัสเวย์ทั้งชนิด Feeder และ Plug ต้องมีระบบการต่อลงดินเป็นแบบ Integrated Housing Ground
 - 7) อุณหภูมิของบัสเวย์ขณะใช้งานเต็มพิกัด (Rated load Current) ต้องเพิ่มไม่เกิน 55 องศาเซลเซียส (Maximum Temperature Rise) ในขณะที่อุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature) 40 องศาเซลเซียส
- 5.3.2 แรงดันไฟฟ้าตก (Voltage Drop) ของบัสเวย์มีค่าไม่มากกว่ามาตรฐานกำหนด (Table 5.3.1: NEMA BU1-1983 และ ANSI/UL 857-1991)
- 5.3.3 การทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร บัสเวย์ทุกชนิด และทุกขนาดต้องทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (3 และ 6 Cycles) ได้ไม่น้อยกว่า 50 kA RMS ที่ 480 โวลท์
- 5.3.4 บัสบาร์ (Busbar)
- บัสบาร์ทั้งชนิดอลูมิเนียม และชนิดทองแดง ต้องเคลือบดีบุกหรือเงินด้วยไฟฟ้า โดยหุ้มฉนวน Class B ชนิด Mylar หรือ Polyester (130 องศาเซลเซียส) ตลอดความยาวของบัสบาร์ ยกเว้นส่วนที่เป็นหน้าสัมผัส ไม่อนุญาตให้ใช้ฉนวนชนิดอื่นที่มีโอกาสเกิด Air Gap
- 5.3.5 กล่อง (Housing)
- 1) กล่องหุ้มของบัสเวย์ต้องทำมาจากอลูมิเนียม (2 Piece Extruded Aluminium) เพื่อป้องกันการผุกร่อนที่เกิดเนื่องจากความชื้น อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบบัสเวย์ ต้องผ่านการเคลือบเพื่อป้องกันการผุกร่อน
 - 2) กล่องหุ้มบัสเวย์ต้องปิดสนิท โดยที่อากาศไม่สามารถเข้าออกได้ เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นละออง

- 3) เปลือกหุ้มของบัสเวย์ต้องต่อลงดินตามที่กำหนดไว้ใน ANSI/NFPA 70-1987, National Electrical Code.
- 4) อนุญาตให้ใช้เปลือกหุ้มของบัสเวย์เป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน ถ้าบัสเวย์นั้นได้รับการรับรองจากผู้ผลิตว่า ได้ออกแบบให้ใช้เปลือกหุ้มเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด
- 5) บัสเวย์แบบ Plug-in ต้องมีช่องเปิดสำหรับนำกระแสไปใช้งาน เป็นชนิดฝาปิดอย่างน้อย 5 ช่องต่อความยาว 10 ฟุต

5.3.6 จุดต่อ (Joint)

- 1) จุดต่อสำหรับบัสเวย์ให้ใช้สลักเกลียว (One-Bolt Removable/Isolatable Type) ร้อยทะลุผ่านบัสเวย์ โดยมีแหวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 3" (Belleville Spring) ประกบทั้ง 2 ด้าน เพื่อช่วยให้มีแรงกดทั่วถึงตลอดหน้าสัมผัส
- 2) จุดต่อของบัสเวย์ต้องสามารถปรับระยะได้ไม่น้อยกว่า ± 0.5 นิ้ว
- 3) สลักเกลียวที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่สามารถตรวจสอบความตึงได้ด้วยตาเปล่า เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 4) การขัน และการตรวจสอบความตึงของสลักเกลียว สามารถทำจากด้านหน้าได้ โดยที่ไม่ต้องดับไฟบัสเวย์ แต่ละช่วงสามารถถอดออกได้โดยไม่ต้องรื้อถอนช่วงอื่นๆ

5.4 การติดตั้ง

การติดตั้งบัสเวย์ ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ

5.5 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องเสนอหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตบัสเวย์ต่อผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาขออนุมัติติดตั้ง การทดสอบจากโรงงานดังกล่าวมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

5.5.1 การตรวจพินิจทั่วไป

5.5.2 การทดสอบการเพิ่มของอุณหภูมิ และการวัดความต้านทานฉนวน

5.5.3 การทดสอบความคงทนต่อแรงดันของฉนวน (Dielectric Test)

6. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

6.1 ทัวไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำของอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2531

6.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

6.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 6.3.1 สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- 6.3.2 สายไฟฟ้าที่เดินลอยใช้สายหุ้มฉนวน และเปลือกนอกพีวีซี แกนเดียวหรือหลายแกน ทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- 6.3.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมใช้สายอ่อนหุ้มฉนวน ทนต่ออุณหภูมิสูงตาม NEC
- 6.3.4 รายละเอียดของสายไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งเป็นสายหุ้มฉนวนพีวีซี พิกัดแรงดัน 750 โวลต์ และอุณหภูมิใช้งาน 70°C
- 6.3.5 สายป้อนและสายวงจรย่อย ให้ใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซีแกนเดียวทนแรงดันได้ 750 โวลต์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C หรือตามที่แสดงในแบบ
- 6.3.6 สายไฟสำหรับวงจรโคมไฟฟ้า และเต้ารับแต่ละวงจรต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่แสดงไว้ในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.
- 6.3.7 สายต่อแยกเข้าหาโคมไฟแต่ละโคมให้ใช้สายขนาด 1.5 ตร.มม. ได้
- 6.3.8 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตร.มม. และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด
- 6.3.9 Fire Resistance Cable มีคุณสมบัติดังนี้
 - 1) ทนแรงดันได้ 600/1,000 V. ตามมาตรฐาน IEC Publication 502
 - 2) จะต้องประกอบด้วย เทปทนไฟ เช่น MICA Tape พันหุ้มรอบตัวนำทองแดง
 - 3) วัสดุที่เป็นฉนวน (Insulation) และเปลือกนอก (Outlet Sheath) จะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติ Low smoke, Zero Halogen, Non Toxic และ Flame Retardant

- 4) คุณสมบัติด้าน Fire Resistant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387 Category C, W, Z
- 5) คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC Publication 332-1
- 6) คุณสมบัติด้าน Lowsmoke ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC Publication 1034-3
- 7) สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นสายตีเกลียว (Stranded Wire)

6.4 การติดตั้ง

- 6.4.1 สายไฟฟ้าต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- 6.4.2 การเดินสายไฟฟ้าในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องต่อสายกล่องดึงสายและอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้ตระเตรียมหรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- 6.4.3 การเดินสายไฟฟ้าในท่อแนวดิ่ง ต้องมีการจับยึดที่ปลายบนของท่อ และต้องมีการจับยึดเป็นช่วงๆ ซึ่งระยะห่างไม่เกินตามที่กำหนดในตาราง

ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	ระยะจับยึดต่ำสุด (เมตร)	หมายเหตุ
ไม่เกิน 50	30	ถ้าระยะตามแนวดิ่งน้อยกว่า 25% ของระยะที่กำหนดในตาราง ไม่ต้องใช้ที่จับยึด
70 – 120	24	
150 – 185	18	
240	15	
300	12	
เกินกว่า 300	10	

- 6.4.4 การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 6.4.5 การหล่อลื่นในการดึงสายผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่นซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น

- 6.4.6 การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาดต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการติดตั้งต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้าหรือ NEC
- 6.4.7 การต่อสายไฟ ให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย และภายในดวงโคมเท่านั้น
- 6.4.8 สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม การต่อสายไฟใช้ขั้วต่อสายแบบเกลียวกวัด หรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสำหรับสายขนาด 16 ตร.มม หรือใหญ่กว่าให้ใช้ขั้วต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบและใช้ฉนวน (Heat Shrinkable Tube) ห่อหุ้มรอยต่อดังกล่าว
- 6.4.9 การต่อสายใต้ดินหรือในบริเวณที่เปียกชื้นหรือโดนน้ำได้ ต้องหล่อหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ Epoxy
- 6.4.10 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหัวสกรูแบบพันสายต้องใช้หางปลาและหากอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขั้วรับสายแบบมีรูสอดสายให้ต่อตรงได้
- 6.4.11 การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม ให้ใช้ฉนวนห่อหุ้มรอยต่อ
- 6.4.12 ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์/เครื่องมือใช้งานเฉพาะที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้าทนไฟ
- 6.4.13 ป้ายแสดงเลขที่วงจร สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายสายทั้งสองข้างและในทุกจุดที่มีการต่อสายไฟฟ้า ทั้งในกล่องต่อสาย รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีป้ายติดแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า โดยใช้ป้ายที่มีความทนทานดีเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

6.5 การทดสอบ

ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสายไฟที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตรฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญา และต้องรับผิดชอบในความล่าช้าของงานในส่วนนี้ด้วย

7. การเดินสายไฟฟ้าแรงต่ำ

7.1 การเดินสายแบบเดินลอย (Surface Wiring)

7.1.1 ทั่วไป

การเดินสายไฟฟ้าแบบเดินลอยหรือเกาะไปตามผนัง ต้องเป็นไปตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้าและกฎของการไฟฟ้าฯ

7.1.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งการเดินสายแบบเดินลอย ซึ่งอยู่ในอาคารตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ถ้ามีระบุในแบบ) และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

7.1.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) สายไฟฟ้าสำหรับการเดินลอยต้องเป็นชนิดตัวนำหุ้มฉนวนและมีเปลือกนอกเป็นพีวีซี หรือสายไฟฟ้าชนิดอื่นที่มีคุณภาพทัดเทียมกัน
- 2) ตัวจับยึดสายไฟฟ้า ต้องสามารถทนอุณหภูมิที่ใช้งานของสายไฟฟ้าและสามารถทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี
- 3) สายไฟฟ้าสำหรับระบบการเดินสายแบบเดินลอย จะต้องจับยึดผนังหรือสิ่งก่อสร้างด้วยเข็มขัดรัดสายหรือที่จับสายที่เหมาะสม ที่ไม่ทำให้เปลือกนอกของสายชำรุด
- 4) การงอสายชนิดนี้ จะต้องให้มีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเปลือกนอก
- 5) การต่อสายไฟฟ้า ต้องทำภายในกล่องต่อสายเท่านั้น ด้วย Wire Nut หรืออุปกรณ์อื่นที่เทียบเท่า
- 6) การเดินสายต้องเดินให้ขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

7.2 การเดินสายแบบฝังดินโดยตรง (Direct Burial)

7.2.1 ทั่วไป

การเดินสายไฟฟ้าแบบฝังดินโดยตรง ต้องเป็นไปตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า และกฎของการไฟฟ้าฯ

7.2.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งการเดินสายแบบฝังดินโดยตรง ซึ่งอยู่ในอาคารตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ถ้ามีระบุในแบบ) และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

7.2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) สายไฟฟ้าสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง ต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้ฝังดินโดยตรง และต้องมีฉนวนอย่างน้อย 2 ชั้น โดยที่ฉนวนภายนอก ต้องเป็นเทอร์โมพลาสติก
- 2) การต่อสายไฟฟ้าที่ฝังดินโดยตรง กระทำได้โดยวิธีการพิเศษ โดยเฉพาะตรงรอยต่อให้หุ้ม Epoxy Resin หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 3) ในกรณีที่มีสายไฟฟ้าหลายชุดฝังอยู่ในแนวเดียวกัน ต้องมีรายละเอียดบนสายไฟฟ้างดงกล่าวแสดงวงจรและขนาดสายไฟฟ้าทุกช่วงไม่เกิน 3 เมตร

7.2.4 การติดตั้ง

- 1) สายไฟฟ้าสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง ต้องฝังลงในดินลึกอย่างน้อย 60 ซม.
- 2) สายไฟฟ้าต้องวางบนทรายซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. (Sand bed)
- 3) การวางสายไฟฟ้าบนทราย ควรวางเรียงเดียวตามแนวนอน โดยที่ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้าควรมีค่าเท่ากับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้างดงกล่าว แล้วกลบด้วยทรายโดยรอบสายไฟฟ้าหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. เช่นกัน และวางทับด้วยแผ่นคอนกรีตหรือแผ่นอิฐตลอดสายก่อนกลบด้วยดินในตอนที่สายไฟฟ้ออกจากพื้นดิน ต้องมีการป้องกันสายโดยการ ร้อยสายผ่านท่อโลหะหรือใช้วิธีอื่นๆ ที่เหมาะสม
- 4) บนผิวดินในแนวเดินสายจะต้องวางแผ่นคอนกรีต (Concrete Tile) แสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดินทุก ๆ ช่วงไม่เกิน 30 เมตรในทางตรง และ ทุกช่วงหักโค้ง หรือเดินเข้าอาคาร โดยที่แผ่นคอนกรีตดังกล่าวมีอักษรย่อแสดงชนิดของสายไฟฟ้าและลูกศรชี้แนวเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน
- 5) ในกรณีที่สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง จำเป็นต้องผ่านถนน หรืออาคารที่ต้องรับน้ำหนัก จำเป็นต้องร้อยสายในท่อ Asbestos Cement Pipe หรือท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดหนา (RSC) ในช่วงดังกล่าวแล้วจึงฝังดินได้ต่อไป

7.2.5 การทดสอบ

สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง ก่อนจะกลบด้วยทราย และดินตามลำดับให้ทดสอบสภาพของฉนวนของสายไฟฟ้าด้วยเมกเกอร์ก่อนกลบทุกครั้ง

8. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

8.1 ทัวไป

ท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมดต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC

8.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

8.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) ท่อโลหะและอุปกรณ์ต้องเป็นวัสดุที่ใช้เฉพาะกับงานไฟฟ้า ท่อที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ/หรือประกับสำหรับแขวนท่อทุกๆ ช่วง 2.5 เมตร และไม่เกิน 1.0 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์
- 2) ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดหนา (Rigid Steel Conduit: RSC) ต้องเป็นท่อเหล็กแข็งชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้วและมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในดินใต้ถนนหรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย ท่อโลหะชนิดหนาใช้เชื่อมต่อชนิดเกลียวท่อที่ฝังในปูน ฝังในดิน และที่อยู่ภายนอกอาคารที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้น ต้องทาน้ำยาที่เกลียว (Electrical Pipe Joint Compound) ก่อนใส่เชื่อมต่อเพื่อกันน้ำเข้า
- 3) ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit: IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้ฝังในปูนทราย ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย หรือที่ขึ้นตามข้อกำหนดของ NEC
- 4) ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing: EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบาง ผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize มาแล้ว และมีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดานหรือเดินฝังในอิฐก่อ (ต้องใช้ร่วมกับข้อต่อชนิดกันน้ำ) สามารถใช้ติดตั้งได้ในทุกสถานที่ ยกเว้นที่ระบุไว้ในกรณีท่อ RSC, IMC และท่ออ่อนซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโลหะชนิดบางโดยทั่วไปใช้ข้อต่อแบบสลักเกลียวขัน (Set-screw) และแบบใช้เครื่องมือบีบ (Compression Type)

- 5) ท่อร้อยสายเหล็กออบสังกะสีชนิดอ่อน (Flexible Metal conduit: FMC) ต้องทำจาก Galvanize Steel ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งานเช่น มอเตอร์ เป็นต้น หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการความคล่องตัวในการปรับตำแหน่ง เช่น ดวงโคม เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อนโดยเฉพาะ ท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจจะเปิกขึ้นหรืออยู่ในที่เปิกขึ้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำเช่นกัน
- 6) ท่อร้อยสายชนิดพลาสติก (High Density Polyethylene Conduit : HDPE) ทำมาจากสาร Polyethylene ชนิดความหนาแน่นสูง ตามมาตรฐาน ASTM-D 1248 มีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 1/2" Class I สำหรับใช้ฝังในดินใต้ถนน Class II สำหรับเดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน หรือเดินฝังในดิน โดยทั่วไปท่อร้อยสายชนิดพลาสติกใช้ติดตั้งในบริเวณที่มีสภาพการกัดกร่อนสูง เช่น บริเวณชายทะเล เป็นต้น ท่อร้อยสายชนิดพลาสติกโดยทั่วไปใช้ข้อต่อชนิด HDPE (HDPE -Coupling) ลักษณะต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของท่อที่ต้องการต่อ หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 7) ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะใช้งานและสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว
- 8) ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมี Coupling อยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง
- 9) Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514
- 10) ต้องมี Lock Nut และ Bushing ในทุกปลายของท่อ
- 11) กล่องต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นกล่องชุบสังกะสีหรือแคดเมียม
- 12) ท่อร้อยสาย ต้องมีวิธีป้องกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
- 13) ระบบสี ท่อไฟฟ้าทั้งหมดที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดานหรือเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุกๆ 1 เมตรด้วยสีตามโค้ดสีที่ระบุไว้ แสดงให้ทราบว่าเป็นท่อระบบไฟฟ้า

8.4 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าและ NEC โดยที่

- 1) ท่อ RSC และ ท่อ IMC ต้องใช้เดินฝังในดิน หรือคอนกรีตหรืออิฐก่อ หรือ Floor Slab การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 346
- 2) ท่อ EMT ต้องใช้กับแนวเดินท่อที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 348



ข้อกำหนดมาตรฐานงานก่อสร้างและติดตั้ง

- 3) ท่ออ่อน ต้องใช้เมื่อต้องการต่อเชื่อมท่อเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งมีการสั่นสะเทือนหรือเมื่อต้องการยืดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 350
- 4) Associated Material ต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (Hazard) ให้เป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 500
- 5) Bend and Offset ต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุ ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- 6) การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
- 7) ท่อของวงจรไฟฟ้าปกติ(Normal Circuit) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Circuit)
- 8) การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวเฉียงทางเดิน และมีแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
- 9) ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้น ต้องมีหัวงูเห่า (Service Entrance Fitting) ใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องมีฝาครอบ(Conduit Cap) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อท่อโลหะชนิดบางที่ฝังในผนังหรือพื้นให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อโดยใช้เครื่องมือตัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองจุด)
- 10) ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องทำให้หมดคมโดยใช้ Conduit Reamer และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกท่อชำรุด
- 11) การต่อเชื่อมกับกล่องต่อสายและตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของกล่องหรือตัวตู้ โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อ ท่อร้อยสายต้องมี Bushing สวมอยู่

9. รางเดินสายไฟฟ้า (Cable Ladder, Cable Tray or Wireway)

9.1 ทัวไป

รางเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม NEC Article 362 ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีอบ (Stove Enamel Paint) และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

9.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งรางเดินสายไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์จับยึดรางเดินสายไฟฟ้ากับโครงสร้างอาคาร สำหรับรูปร่างและขนาดของรางเดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่ได้แสดงในแบบและระบุใน ข้อกำหนดนี้ทุกประการ

9.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) รางเดินสายไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบพอสเฟตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม สำหรับ Cable Ladder/ Cable Tray และ 1.5 มม. สำหรับ Wire Way หรือที่ระบุไว้ในแบบ Cable Ladder และ Cable Tray ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip Galvanized หรือ Electro-Galvanized สำหรับ Wireway ต้องพ่นสีทับเพื่อป้องกันสนิมและทนต่อสภาพการผุกร่อนได้ดี
- 2) ตัวรางเดินสายไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอที่จะป้องกันสายไฟฟ้าที่เดินอยู่ภายในได้และสามารถรับน้ำหนักของสายไฟฟ้างดงกล่าวได้
- 3) ภายในตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถเดินสายไฟฟ้าในรางดังกล่าวได้ง่าย และไม่ทำให้สายชำรุดเสียหาย เช่นขอบข้างราง และ/หรือชั้นของรางต้องเรียบโดยไม่มีคมของของ
- 4) รางเดินสาย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์จับยึด (Support) ทุกๆ ช่วงไม่เกิน 1.5 เมตร และตัวจับยึดต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ
- 5) รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

9.4 การติดตั้ง

- 1) การติดตั้งให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยอันเกี่ยวกับไฟฟ้า ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- 2) จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในรางให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- 3) รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการเดินสาย ต้องต่อลงดิน
- 4) สายไฟฟ้าที่เดินในรางเดินสายไฟฟ้าทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน ต้องมีอุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้ากับรางเดินสายไฟฟ้างดงกล่าว (Cable Tie) หรือใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

10. กล่องต่อสายไฟฟ้า

10.1 ทัวไป

กล่องต่อสายแบบต่างๆต้องเป็นไปตาม NEC หัวข้อที่ 370 และ 373 กล่องต่อสายให้หมายรวมถึงกล่องต่อสวิตช์ เต้ารับ กล่องดึงสาย กล่องรวมสาย และกล่อง สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ

10.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งกล่องต่อสายสำหรับเต้ารับ สวิตช์ และอุปกรณ์อื่นๆ กล่องดึงสาย (Pull Box) กล่องต่อสาย (Junction Box) และข้อต่อต่างๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ และส่วนอื่นที่เห็นว่าจำเป็นสำหรับการติดตั้ง (ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในแบบ)

10.3 ความต้องการทางเทคนิค

- 1) โดยทั่วไปกล่องต่อสายต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มม. เป็นแบบมีฝาปิด และมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางของ NEC
- 2) กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย
- 3) กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการใช้งานและสภาวะแวดล้อม
- 4) กล่องต่อสายแบบกันน้ำ ต้องใช้เป็นอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ หรือพลาสติก และมีกรรมวิธีป้องกันน้ำได้ดี โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่นหรืออะลูมิเนียมแผ่น
- 5) กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้ารับแบบกันน้ำฝนได้ที่ใช้ติดเกาะผนังใช้ชนิดโลหะหล่อ (Die Cast) ฟันสีและอบ หรือกล่องพลาสติก กล่องต่อสายสำหรับติดสวิตช์ใช้ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์ ลึกประมาณ 54 มม. กล่องต่อสายสำหรับติดดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้ชนิดหกลเหลี่ยมหรือแปดเหลี่ยมตามมาตรฐาน NEMA ใช้ขนาดลึกประมาณ 41 มม. กล่องต่อสายสำหรับติดเต้ารับใช้ขนาดประมาณ 54x112x54 มม. ต้องใช้ทุกแห่งที่มีสวิตช์ เต้ารับ จุดที่ต่อแยกไปยังดวงโคมและอุปกรณ์ไฟฟ้า จุดที่มีการตัดต่อสายจุดที่มีการเลี้ยวโค้งเกินกว่าที่กำหนด และตามความจำเป็น
- 6) กล่องดึงสายและฝาครอบขนาดใหญ่ ให้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. ฟันสีกันสนิมแล้วพ่นสีขึ้นนอกด้วย
- 7) ขนาดกล่องต่อสายและจำนวนสายในกล่องต้องเป็นไปตามกฎของ NEC

- 8) กล่องสำหรับสวิตช์และเต้าเสียบที่ฝังในผนังและเสา ซึ่งไม่สามารถใช้ขนาดลึก 54 มม. ได้ ให้ใช้ขนาดลึก 41 มม. แทนได้ โดยทั้งนี้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน กล่องต่อสายอื่นๆ และ Junction Box ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 102x102x54 มม.
- 9) กล่องต่อสายทุกกล่องต้องต่อลงดินตามกฎหมายของ NEC
- 10) ระบบสี กล่องต่อสายทุกกล่องต้องทาสีภายในกล่อง และฝากล่องด้วยสีส้ม สำหรับระบบไฟฟ้า สีเหลืองสำหรับไฟฟ้าฉุกเฉินและสีเขียวสำหรับระบบ โทรศัพท์ ฯลฯ

10.4 การติดตั้ง

- 1) ให้เป็นไปตามกฎหมายของการไฟฟ้าฯ และ NEC
- 2) กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับตัวอาคาร
- 3) การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย Lock Nut และ Bushing และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการเดินสายและต่อสาย
- 4) ในกรณีใช้กับโคมไฟ Down light การต่อสายเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย Cable Gland และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นสำหรับการเดินสายและต่อสาย
- 5) กล่องต่อสายของวงจรไฟฟ้าปกติ (Normal Circuit) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Circuit)

11. แผงสวิตช์ย่อย (Load Center)

11.1 ทัวไป

แผงสวิตช์ย่อยชนิดติดตั้งกับผนัง ต้องเป็นไปตามกฎหมายของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC แผงสวิตช์และอุปกรณ์ในแผงต้องได้รับการรับรอง หรือผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

11.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ย่อย และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

11.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

11.3.1 Load Center

- 1) แผงสวิตช์ย่อยปั่นชนิด Dead-Front ใช้กับไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย 380/220 โวลต์ บัสบาร์พร้อมฉนวนต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 415 โวลต์ บัสบาร์ทองแดงบริสุทธิ์ 98% แผงต่อสายเส้นศูนย์ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้

เท่าบัสบาร์ที่อุณหภูมิ 40° C การออกแบบและประกอบเป็นไปตาม IEC Standard และ UL Approved.

- 2) ตัวตู้ ต้องเป็นแบบดัดลอยหรือฝังที่ผนัง ตามที่แสดงไว้ในแบบ มีฝาเปิดปิดติดบานพับ ตัวตู้ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมพ่นสีแล้วอบ Epoxy Powder Coating และพ่นสีทับทุกด้าน เป็นตู้ที่ทำไว้สำหรับติดตั้งเมนสวิตช์ภายใน มีประตูปิดเปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock และต้องมี Key Lock มี Terminal ของนิวทรัล และสายดินครบตามจำนวนวงจรย่อย
- 3) บัสบาร์ที่ต่อกับเบรกเกอร์ จะต้องผ่านการทดสอบ typed test ตามมาตรฐาน IEC 60439 โดยเป็นแบบ ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด Plug in หรือ Bolt-On ต้องเป็นชนิดที่สามารถถอดและเพิ่มสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ตัวอื่น หรือบัสบาร์ตัวอื่น และไม่ต้องเจาะรูบัสบาร์หรือแก้ไขแต่ประการใด และสามารถใส่สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติได้จำนวนไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- 4) เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ VDE ต้องเป็น Moulded Case ชนิดทำงานเร็ว (Quick Make, Quick Break, Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip, Thermal Over Current Trip และ Trip Indicating) สามารถปรับค่ากระแส Thermal trip ได้ตั้งแต่ 0.8-1 และมีค่า Interrupting Capacity ตามที่ระบุใน Load Schedule
- 5) เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยภายในต้องสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 240 โวลต์ สำหรับชนิด 1 สาย และ 415 โวลต์ สำหรับชนิด 3 สาย ขนาดไม่เกิน 63 แอมแปร์เฟรม มี Interrupting capacity ไม่ต่ำกว่า 6000 แอมแปร์ Asymmetrical ที่ 240 โวลต์ มี Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip, Thermal Overcurrent Trip ขนาดตามที่กำหนดในแบบที่อุณหภูมิ นอกแผง 40 องศาเซลเซียส แต่ละสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติจะต้องมีแผงป้ายบอกโวลต์ที่ควบคุมโดยมองเห็นเด่นชัดและไม่ลบเลือนได้ง่าย
- 6) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติชนิดป้องกันไฟรั่ว (Residual Current Circuit Breaker; RCCB) ต้องสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 240 โวลต์ สำหรับชนิด 2 สายและ 415 โวลต์ สำหรับชนิด 4 สาย ความไวต่อกระแสไฟรั่วลงดินมีขนาด 10 mA, 30 mA หรือตามที่ระบุในแบบ
- 7) ป้ายชื่อ แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วยป้ายชื่อตามที่แสดงไว้ในแบบ

- 8) ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และโหลดชนิดใดที่บริเวณใดไว้ เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา (ผังวงจรทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการชำรุดและเปียกชื้นได้ดี)

11.3.2 Consumer Unit

- 1) CONSUMER UNIT จะต้องออกแบบและประกอบให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ใช้กับระบบไฟ 3Ø 4W. 380/220 V.50 Hz.
- 2) CABINET ทำด้วย GALVANIZED SHEET STEEL พ่นสีอบแห้ง หรือ พลาสติกไม่ลามไฟ การติดตั้งเป็นแบบ SURFACE MOUNTED โดยสูงจากพื้นประมาณ 2.00 เมตร
- 3) BRANCH CIRCUIT BREAKER เป็นแบบชนิดติดตั้งบน DIN-RAIL ชนิด QUICK MAKE – QUICK BREAK THERMAL MAGNETIC TRIP ตามที่ระบุไว้ใน LOAD SCHEDULE สามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 6 kA ตามมาตรฐาน IEC 60898 สำหรับที่อยู่อาศัย หรือขนาดตามมาตรฐาน IEC 60947-2 สำหรับโครงการทั่วไป

11.4 การติดตั้ง

แผงสวิตช์ย่อยต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนัง โดยใช้ Expansion Bolts ที่เหมาะสม เช่น แบบบล็อกโลหะยึด และต้องติดตั้งสูง 1.80 ม. จากระดับบนของแผงสวิตช์ย่อยกับพื้น หรือตามแต่ผู้ควบคุมงานกำหนด

12. Safety Switch และ Circuit Breaker Box

12.1 Safety Switch

12.1.1 ทั่วไป

Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA Heavy Duty Type

12.1.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Safety Switch และอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

12.1.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 1) Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 2) Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Grey-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไป และตาม NEMA 3R พับขึ้นจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Grey-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ให้มีบานประตูเปิดด้านหน้า ซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง off เท่านั้น
- 3) ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบ
- 4) ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อที่ระบุข้างต้น

12.1.4 การติดตั้ง

ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนังหรือกำแพงให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 ม. ถึงระดับบนของสวิตช์ หรือตามแต่ผู้ควบคุมงานกำหนด

12.2 Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)

12.2.1 ทั่วไป

ให้ใช้ Moulded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating และจำนวน Pole ตามที่ระบุในแบบ โดยที่รายละเอียดและข้อกำหนดของ Circuit Breaker ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสวิตช์ตัดตอนในข้อที่ 6

12.2.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker) ตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

12.2.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่

- 1) NEMA 1 พับ จาก Steel Sheet with Grey-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่วไป

- 2) NEMA 3R พับ จาก Zinc Coated Steel with Grey-Bake Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร

12.2.4 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยสูงจากพื้น 1.80 ม. ถึงระดับบนสุด หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

13. ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

13.1 ทั่วไป

ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทย และ NEC โดยที่อุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และ/หรือมาตรฐาน BS, VDE, DIN, NEMA และ JIS ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 Hz 2 สาย ดวงโคมที่ผลิตในประเทศ โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9002

13.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งดวงโคม และอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

13.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

13.3.1 ดวงโคม

- 1) ดวงโคม ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและรายละเอียดข้อกำหนด โดยต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่ระบุ ดวงโคมที่ผลิตตามมาตรฐานของผู้ผลิตของผู้ผลิตในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างจากที่กำหนดได้เล็กน้อย ดวงโคมทุกชนิดต้องเสนอแบบ หรือตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการสั่งซื้อและสั่งทำ
- 2) ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศภายนอกอาคารได้ (Weather-Proof) และผลิตตามมาตรฐาน BS, VDE, IEC หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีหนังสือรับรองมาตรฐาน ในการผลิตด้วย

1. ดวงโคม ต้องได้รับอนุมัติตามแนวทางมาตรฐานสากล

2. ดวงโคม ต้องผลิตจากวัสดุคุณภาพเหมาะสม กับสภาพภูมิอากาศ เช่น ทนต่อความชื้น กันฝุ่นและแมลง มีคุณสมบัติป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV-Stabilized) เป็นต้น
3. อุปกรณ์ประกอบภายนอกดวงโคม เช่น น็อต สกรู แหวน ตัวล็อกโคม ต่างๆ ต้องทำจากสแตนเลส (Stainless Steel)
4. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ดวงโคมต้องได้มาตรฐานการป้องกันทางไฟฟ้า Class I และได้มาตรฐานป้องกันทางกล ไม่ต่ำกว่า IP 44 และมีหนังสือการรับรองการทดสอบสภาพดินฟ้าอากาศของวัสดุอุปกรณ์จากสถาบันที่เชื่อถือได้
5. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ดวงโคม (Housing) ต้องผลิตจากอลูมิเนียม เกรด LM6 (Marine Grade) หล่อเป็นชิ้นเดียว (Die-cast Aluminium) และสามารถบรรจุอุปกรณ์ Control gear และหลอด ในดวงโคม ซึ่งทนต่อการกัดกร่อน ในการใช้งานภายนอก (Corrosion Resistance) และดวงโคมต้องผ่านกระบวนการเตรียมผิว (Conversion Coated) และพ่นสีทับด้วยระบบสีฝุ่นชนิด โพลีเอสเตอร์ ซึ่งมีสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV-Stabilized) อยู่ในสีด้วย
6. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ฝาครอบดวงโคม จะต้องทำจากพลาสติกชนิด Poly-Carbonate และ/หรือ Acrylic ชนิดทนต่อการกระแทก (Vandal resistance) และเติมสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต ไว้ด้วย สำหรับฝาครอบที่เป็นกระจก จะต้องทำจาก กระจกนิรภัยแผ่นเรียบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร เป็นกระจกชนิดทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock Resistant Safety Glass)
7. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ประเก็นป้องกันฝุ่น ของดวงโคม จะต้องเป็นชนิดยางซิลิโคนระบายอากาศ
8. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น แผ่นสะท้อนแสง (Reflector) ภายในดวงโคมต้องทำจากแผ่นอลูมิเนียมความบริสุทธิ์สูง เคลือบผิวด้วยระบบเคมีชนิดอินไดซ์
9. หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น อุปกรณ์ Control gear ต้องประกอบรวมกันเป็นวงจรเดียวบรรจุภายในดวงโคมสายไฟที่ใช้ประกอบวงจรเป็นชนิดฉนวนซิลิโคน ทนความร้อนอย่างต่ำ 180 องศาเซลเซียส

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประกอบเป็นชุด Control gear ต้องเหมาะสมกับระบบไฟชนิด 220 V / 50 HZ โดยประกอบด้วย

- Ballast เป็นชนิด Reactor type, Vacuum Impregnated มีอุณหภูมิขดลวดอย่างต่ำ 130 องศาเซลเซียส
- Ignitor เป็นชนิด Super-Imposed Pulse ทนอุณหภูมิได้อย่างต่ำ 105 องศาเซลเซียส
- Capacitor เป็นชนิด Overload Fuse ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
- ตัวเรือนทำจากอลูมิเนียม สามารถทนอุณหภูมิได้อย่างต่ำ 100 องศาเซลเซียส ที่ 220 Volt / 50 HZ มีค่า Power Factor อย่างต่ำ PF > 0.9 Lagging ดวงโคมให้ใช้ขนาดตามที่ระบุในแบบของดวงโคม และให้ผู้ว่าจ้างเป็นผู้เลือก

3) ดวงโคมภายในอาคาร

1. ทั่วไป จะต้องทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร และผ่านการพ่นสีและการอบ (Baked Enamel) และมีกรรมวิธีป้องกันสนิมและผุกร่อนได้ดี เช่น ชุบฟอสเฟต หรือชุบสังกะสี เป็นต้น โดยมีมาตรฐานสากลรองรับการพ่นสี การอบ และกรรมวิธีการป้องกันสนิมและผุกร่อน
2. สำหรับโคมฟลูออเรสเซนต์ต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มม นอกนั้นต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.70 มม., อลูมิเนียม สะท้อนแสง 99% แบบอนุรักษ์พลังงาน
3. ดวงโคมต่างๆ ที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติ กันฝุ่นละออง ระบายความร้อนได้ดี ติดตั้งง่าย สะดวกในการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนหลอดไฟได้ง่าย
4. ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย ดวงโคมต้องต่อลงดินไว้ที่ขั้วต่อสายดินนี้
5. ขั้วหลอด สำหรับโคมฟลูออเรสเซนต์ต้องเป็นแบบ End Fixing, Rotor Locked และ Screw - Less Terminal ซึ่งเป็นไปตาม มาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ JIS
6. อุปกรณ์ขาลอด ต้องผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือตามมาตรฐานที่ได้กล่าวถึง

7. สายในดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดทนความร้อนได้ถึง 70°C มีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตารางมิลลิเมตร และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด
8. สายในดวงโคมหลอดไส้ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดทนความร้อนได้ถึง 105°C และมีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด
9. โคมไฟซึ่งต่อกับวงจรฉุกเฉิน ต้องมีป้ายติดอยู่ภายในบอกให้ทราบว่าต่ออยู่กับวงจรฉุกเฉิน

13.3.2 หลอดไฟ บัลลาสต์ และคาปาซิเตอร์

- 1) สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอดชนิด Cool White และ/หรือ Day Light และ/หรือ Warm White ตามแต่ผู้ว่าจ้างกำหนด
- 2) สำหรับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอดชนิด Warm White และ/หรือ Day Light ตามแต่ผู้ว่าจ้างกำหนด
- 3) สำหรับหลอดไส้ (Incandescent Lamp) โดยทั่วไปใช้หลอดชนิดไส้หรือผ้า ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด ขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว
- 4) หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 5) หลอดใช้ก๊าซ เช่น หลอดแสงจันทร์ หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดโซเดียม โดยทั่วไป ใช้ชนิด Color-Corrected หรือตามที่แสดงไว้ในแบบโดยมีขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว หรือ Double End
- 6) บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นแบบ Electronic Ballast ที่ได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและเป็นผู้ผลิตที่ปฏิบัติตามมาตรฐาน ANSI (THD < 15%) และได้รับการรับรองจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- 7) บัลลาสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซเป็นแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์สูงความสูญเสียต่ำ ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นๆ
- 8) คาปาซิเตอร์สำหรับการปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์ต้องเป็นชนิด Dry Type (Metallized Plastic) เป็นไปตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ

- 9) อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในโคม ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยนำมาใช้ก่อน และอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวต้องสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาดเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

13.3.3 เสาไฟถนน (ถ้ามีระบุในแบบ)

- 1) ตัวเสาไฟทำด้วยท่อเหล็กชนิดอบสังกะสียาวตลอด โดยมีขนาดเสาและความสูง 9 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ ท่อและเหล็กส่วนที่ฝังในดินให้ทำด้วยพลาสต์ทั้งด้านนอกและด้านในอย่างน้อย 3 ชั้น และให้มีแป้นยึดติดกับฐานปูนด้วยสลัก และแป้นเกลียวขนาดที่เหมาะสม
- 2) ฐานส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ต้องมีช่องต่อสายซึ่งมีฝาปิดเปิดได้ และยึดโดยใช้สลักเกลียวชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ในช่องต่อสายให้ติดตั้งฟิวส์และขั้วต่อสายที่เหมาะสม
- 3) ฐานรากของเสาส่วนที่ฝังในดิน ต้องลึกพอที่สามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีการทรุดหรือเอียง (ให้ทำแบบเสนออนุมัติก่อนการจัดหาและติดตั้งต่อผู้ควบคุมงาน)
- 4) เสาไฟถนนต้องต่อลงดินโดยใช้สายดินต่อเชื่อมกับแผงสวิตช์ย่อย

13.4 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งดวงโคมต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่โคมไฟและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในโคม ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ถ้าโคมไฟหรืออุปกรณ์เป็นของต่างประเทศและไม่สามารถนำตัวอย่างมาให้พิจารณาได้ ก็ให้นำรายละเอียดและแคตตาล็อกต่างๆ มาแทนได้ ส่วนวิธีการติดตั้งหรือจัดยึดให้ผู้รับจ้างทำแบบเสนอขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของโคมไฟไปจากแบบ อาจมีบ้างตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

โดยทั่วไป

- 1) การติดตั้งดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ภายนอกดวงโคม ห้ามต่อท่อเข้าดวงโคมโดยตรง และไม่ให้ร้อยสายวงจรผ่านทะลุดวงโคมไปยังจุดจ่ายไฟอื่นๆ ให้ต่อสายได้เฉพาะในกล่องต่อสาย
- 2) ดวงโคมไฟฟ้าแบบแขวนชนิดมีก้านหรือสายห้อย ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 2.50 ม.หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามแต่ผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด

- 3) ดวงโคมไฟฟ้าแบบติดข้างผนังให้ติดสูงจากพื้น 2.50 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 4) การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคง แข็งแรง โดยใช้ Lead Anchor และสกรู ในกรณีที่โคมมีน้ำหนักมากให้ยึดด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม
- 5) ถ้าฝ้าเพดานเป็นชนิดแขวน เช่น ฝ้าใช้โครงทีบาร์ ห้ามวางน้ำหนักโคมลงบนโครงฝ้า หรือแผ่นฝ้าโดยตรง ต้องติดโซ่หรือก้านเหล็กชนิดปรับระดับได้รับน้ำหนักดวงโคม ไฟฟ้าโดยตรงตามที่แสดงไว้ในแบบ

13.5 การทดสอบ

โคมไฟและอุปกรณ์ต่างๆที่ประกอบอยู่ ต้องทดสอบสามารถทำงานได้ติดต่อกันตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่เสียหายก่อนส่งมอบงาน

13.6 อุปกรณ์อะไหล่

- | | | |
|--|-----|---------|
| 1) หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด Warm White 36 W = | 100 | หลอด |
| 2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด Warm White 18 W = | 25 | หลอด |
| 3) หลอด PL-C 18 W | = | 20 หลอด |
| 4) หลอด PL-C 26 W | = | 20 หลอด |
| 5) หลอด Metal Halide 150 W | = | 20 หลอด |

14. สวิตช์และเต้ารับ

14.1 ทั่วไป

การติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศของกระทรวงมหาดไทย มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ NEC โดยที่

- 1) สวิตช์และเต้ารับต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐาน IEC โดยมีหนังสือรองมาตรฐานดังกล่าวด้วย
- 2) สวิตช์และเต้ารับ โดยทั่วไปทำจาก Bakerite หรือพลาสติกที่ทนทาน ตัวกล่องเป็นเหล็ก และ Cover Plate เป็น Stainless Steel หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3) สวิตช์และเต้ารับต้องทำจากวัสดุ ซึ่งทนต่อแรงกระแทก (Impact Resistance) มีความคงทนต่อแรงดันของฉนวน (Dielectric Strength) สูงและทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี (Corrosion Resistance)

14.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดทุกประการ

14.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

14.3.1 สวิตช์

- 1) สวิตช์ใช้กับดวงโคมเป็น ชนิดใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับทนแรงดันไฟฟ้า ได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิด โดยวิธีกระดกสัมผัส Contact ต้องเป็นเงิน (Silver) หรือดีกว่า โดยไม่ผสมโลหะอื่นชั่วคราวสายต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวนมี สกรูกดอัดขันเข้าโดยตรง สามารถกันมือหรือนิ้วแตะกับขั้วโดยตรงห้ามใช้สวิตช์ที่ยึดสายไฟโดยการทาบสายได้ตัวสกรูโดยตรง
- 2) สวิตช์ใช้กับพัดลมชนิด 1 เฟส มีลักษณะเหมือนกับสวิตช์ที่ใช้กับดวงโคมแต่มีหลอดไฟแสดงการเปิด (Glow Switch) และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 4 แอมแปร์
- 3) Dimmer Switch ต้องเป็นแบบ ฝิ่ง Decorative Type เป็น วงจรอิเล็กทรอนิกส์และมีวงจรที่ลดการรบกวนคลื่นวิทยุได้ดี ขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ
- 4) สวิตช์ควบคุมระยะไกล (Remote Control Switch) เป็นระบบควบคุมแบบ 2 สาย 24 VAC ซึ่งประกอบด้วยสวิตช์ หม้อแปลงและรีเลย์ซึ่งทำโดยผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้
 1. เป็นแบบกดปุ่มขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 A 24 VAC มีหลอด LED 2 หลอด สีเขียว และแดง แสดงสถานะปิดและเปิดตามลำดับ ฝาครอบให้ใช้เหมือนสวิตช์และเต้ารับทั่วไป
 2. หม้อแปลงใช้ขนาดเหมาะสมกับจำนวนรีเลย์ที่ 220V/24V 50 Hz
 3. รีเลย์ใช้ขนาด 20 A 250 VAC โดยมีแรงดันคอยล์ 24 VAC สามารถใช้ได้กับโหลดทุกชนิด
 4. ตัวรีเลย์มีขั้วเสียบกับฐานสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย
 5. รีเลย์และหม้อแปลงต้องติดตั้งในแผงสวิตช์แรงต่ำ หรือกล่องต่อสาย ขนาดที่เหมาะสมข้างแผงสวิตช์ย่อย

14.3.2 เตารับ

- 1) เตารับทั่วไปต้องเป็นแบบฝังติดผนัง Decorative Type
- 2) เตารับทั่วไปต้องมีขนาด 2 ขั้ว 3 สาย (GND) ที่เสียบได้ทั้งขากลมและขาแบน ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ และทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ ตัวเตารับเป็นสังกะสีชุบสังกะสีหรือสแตนเลส ต้องเป็นชนิดมีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวนมีสกรูกดอัดขันเข้าโดยตรงสามารถกันมือหรือนิ้วแตะเข้ากับขั้วโดยตรง
- 3) เตารับโกนหนวด (Shaving Outlet) (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นแบบติดตั้งฝังใช้ได้ทั้งระบบไฟสลับ 110 V และ 220 V ได้ และสามารถเสียบปลั๊กโกนหนวดได้ทั้งชนิดขากลมและขาแบน
- 4) เตารับไฟฟ้าชนิดฝังพื้น (Floor Outlet) เป็นแบบเตารับเดี่ยว 2 ขั้ว 3 สาย (GND) ติดฝังเรียบพื้น (Pop-up Type) โดยที่ฝาครอบเป็นสื่ห่อหุ้มตัวเตาทำจากอลูมิเนียมที่ทนต่อแรงกระแทก พร้อมอุปกรณ์ประกอบที่สามารถป้องกันฝุ่นและหยดน้ำได้

14.4 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสวิตช์และเตารับให้ฝังเรียบในผนัง โดยใช้กล่องโลหะและต้องต่อลงดิน ยกเว้นในกรณีที่จะบุให้ติดลอย ให้ติดตั้งโดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดลอยการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์และเตารับได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน จึงจะดำเนินการได้ ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งสวิตช์หรือเตารับตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบได้ ให้ผู้รับจ้างแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ เพื่อขอเปลี่ยนแปลงแก้ไขต่อไป การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์และเตารับไปจากแบบ อาจมีบ้างตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

โดยทั่วไป

- 1) การติดตั้งสวิตช์ใช้กล่องเหล็กฝังในผนัง สูงจากพื้น 1.20 เมตร หรือตามที่แสดงในแบบ วัดถึงศูนย์กลางของสวิตช์ โดยเมื่อติดสวิตช์แล้วต้องเรียบกับผนัง
- 2) ในกล่องสวิตช์กล่องเดียวกัน ห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิตช์เกินกว่า 300 โวลต์ นอกจากจะใส่แผ่นฉนวนกั้นระหว่างสวิตช์ หรือนอกจากจะใช้สวิตช์ชิ้นส่วนที่มีกระแสไหลไม่สามารถถูกต้องโคนนิ้วมือได้
- 3) เตารับทั่วไปติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร หรือตามที่แสดงในแบบ

- 4) เตาสำหรับไฟฟ้าฉุกเฉิน ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตรได้ฝาปิดบาน หรือตามที่แสดงในแบบ
- 5) เตาในห้องน้ำ ติดตั้งสูงจากพื้น 0.90 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 6) เตาภายนอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นได้ ให้ใช้ฝาครอบโลหะหล่ออบสีชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคาร แบบมีสปริงและยางอัดรอบหรือมีพลาสติกอ่อนครอบ ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

หมายเหตุ

- 1) สวิตช์หรือเตาที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบ สวิตช์หรือเตา ที่ไม่เปลี่ยนเมื่อจำเป็น
- 2) สวิตช์หรือเตา ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคาร (Weather Proof, WP) ให้ใช้ชนิดโลหะหล่อเคลือบสีและมีฝายางอัดรอบ

15. เครื่องจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินอัตโนมัติ (Emergency Light)

15.1 ทัวไป

เครื่องจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินที่ติดตั้งต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.

15.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งเครื่องจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินอัตโนมัติ ตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

15.3 ความต้องการด้านเทคนิค

15.3.1 คุณสมบัติทั่วไป

- 1) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ต้องสามารถต่อพ่วงใช้งานได้ดีกับหลอดไฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 2x36 W หรือมากกว่า
- 2) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ ภายหลังจากระบบไฟฟ้าหลักเกิดการขัดข้องดับลง
- 3) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างแก่ดวงโคม 2x36 W เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 2 ชม
- 4) การประจุแบตเตอรี่ สามารถทำได้โดยอัตโนมัติ เพื่อให้แบตเตอรี่ถูกประจุเต็มตลอดเวลา
- 5) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ต้องมีสวิตช์สำหรับทดสอบการทำงานของระบบ

- 6) อุปกรณ์ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ อยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่เป็นของใช้แล้วนำมาปรับปรุง สภาพใหม่หรือเก่าเก็บ

15.3.2 คุณสมบัติเฉพาะ

- 1) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ดีกับระบบไฟฟ้า 220VAC50 Hz $\pm$ 5%
- 2) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า สามารถใช้งานได้เป็นปกติที่อุณหภูมิ 10-49 องศาเซลเซียส
- 3) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ต้องมีอุปกรณ์แสดงสถานะการประจุแบตเตอรี่ เป็นอย่างน้อย
- 4) แบตเตอรี่ที่ใช้เก็บพลังงานเป็นแบบ Sealed Lead Acid (Maintenance Free) หรือดีกว่า
- 5) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ต้องมีระบบป้องกันความเสียหายของแบตเตอรี่ ในกรณีแรงดันสูงหรือต่ำเกินกำหนด และป้องกันการประจุเกิน
- 6) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า สามารถประจุแบตเตอรี่เต็มโดยใช้เวลาไม่เกิน 15 ชั่วโมง
- 7) อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า การประจุไฟฟ้าต้องทำโดยอาศัยหลักการกระแสและแรงดันคงที่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่
- 8) ตัวกล่องอุปกรณ์สำรองไฟฟ้า ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น ขนาดประมาณ 0.9 m และแผ่นสีเคลือบป้องกันการกัดกร่อน

16. ระบบการต่อลงดิน

16.1 ทัวไป

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) ให้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตัดตอนใหญ่ประจำอาคาร ส่วนการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) คือการต่ออุปกรณ์ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดิน อุปกรณ์ที่ต้องต่อลงดิน ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด เช่น ท่อโลหะ ดวงโคม เป็นต้น สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ใช้ตามที่กำหนด จะต้องทำตาม NEC Code และเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

16.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสาร และของระบบป้องกันฟ้าผ่า พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบให้สมบูรณ์ ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ทุกประการ

16.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

อุปกรณ์และขนาด ระบบการต่อลงดินประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 อย่างคือ สายดินและหลักสายดิน (Ground Rod) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) สายดินต้องเป็นทองแดงเปลือยมีขนาดไม่เล็กกว่า 35 ตร.มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ หรืออย่างน้อยที่สุดขนาดไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ใน NEC ตารางที่ 250-94 และ 250-95 หรือ VDE Specification No.0100 หรือตารางกำหนดขนาดสายดินของการไฟฟ้านครหลวงฯ
- 2) หลักสายดินสำหรับการต่อลงดิน ต้องเป็นแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 3 ม. และต้องฝังห่างจากโลหะอื่นที่ต่อลงดินไม่น้อยกว่า 3 ม. และค่าความต้านทานของดิน (Earthing Resistances) ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้ามีค่าความต้านทานมากกว่าที่กำหนด ให้ฝังหลักสายดินเพิ่มขึ้นและต่อเข้ากับหลักสายดินชุดที่ฝังไว้แล้ว โดยที่ผู้รับจ้างเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- 3) สายตัวนำลงดินให้ใช้สายเส้นเดียวกันตลอด โดยไม่มีการตัดต่อ หากสายตัวนำลงดินที่กำหนดให้ร้อยในท่อโลหะจะต้องต่อสายลงดินเข้ากับปลายทั้งสองข้างของท่อโลหะโดยใช้ปะกับโลหะ
- 4) การต่อเชื่อมทุกจุดของสายดิน สายดินกับหลักสายดิน และสายดินกับระบบ หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding โดยให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC หัวข้อที่ 250 หรือ VDE No.0100 ซึ่งการต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ การต่อสายตัวนำแยกเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการใช้ปะกับโลหะชนิดใช้เครื่องมือกลัดต่อแยก เพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้น เมื่อถูกแยกออกจากวงจรไฟฟ้าไปแล้วระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่นๆไม่ถูกตัดขาด
- 5) ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ของอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสารนี้ จะต้องแยกจากระบบการต่อลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า

16.4 การติดตั้ง

- 1) การต่อสายศูนย์ลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องต่อลงดินใกล้ๆกับหม้อแปลงไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่องนั้นๆ
- 2) การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้
 1. ดวงโคม เตารับ อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกหุ้มภายนอกเป็นโลหะส่วนของแผงสวิทช์ที่เป็นโลหะ
 2. โครงเหล็กหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องที่เป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้า
- 3) ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดินหรือสายดินเป็นสายศูนย์
- 4) สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ ให้ร้อยในท่อโลหะ
- 5) การต่อลงดินของระบบล่อฟ้า ให้ดูรายละเอียดในหัวข้อ "ระบบป้องกันฟ้าผ่า"
- 6) ขนาดของสายดินสำหรับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตาม NEC หรือที่ระบุไว้ในแบบ
- 7) ผู้รับจ้างต้องทำแบบการต่อลงดินของระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ก่อนทำการติดตั้ง
- 8) สายดินของการต่อลงดินอุปกรณ์ไฟฟ้า ห้ามใช้ร่วมกับสายดินของระบบอื่นยกเว้นให้ใช้หลักสายดิน (Ground Rod) ร่วมกันได้ และสายตัวนำลงดินของการต่อลงดินแต่ละอัน จะต้องเป็นชนิดและมีขนาดเดียวกันกับสายตัวนำลงดินที่ต่อไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ
- 9) ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันฟ้าผ่า ห้ามใช้สายตัวนำลงดินร่วมกัน แต่ให้ใช้สายตัวนำอย่างน้อยสองเส้นต่อหลักสายดินของทั้งสองระบบถึงกัน ท่อโลหะ รางร้อยสายไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆที่เป็นโลหะและอุปกรณ์ของระบบลิฟท์ ถ้าอยู่ในรัศมี 2 เมตร จากสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วย
- 10) ระบบการลงดินสำหรับระบบสื่อสาร เป็นการต่อลงดินที่แยกเป็นอิสระสำหรับอุปกรณ์โทรคมนาคม โดยมีสารดินแยกจากสายดินทั่วไปตามที่กล่าวข้างต้น สายดินสำหรับระบบสื่อสารให้ใช้สายตัวนำทองแดงเปลือยเดินในท่อร้อยสายขนาดตาม NEC หรือที่ระบุไว้ในแบบ โดยที่หลักสายดินของระบบ ควรอยู่ห่างจากหลักสายดินของระบบอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 6 เมตร และมีค่าความต้านทานของดินต้องไม่เกิน 1 โอห์ม ถ้าหากมีความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดให้เพิ่มหลักสายดิน

16.5 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของสายดิน และความต้านทานของดิน ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับจ้างรีบทำการแก้ไขโดยทันที



โดยที่ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และผลของการทดสอบให้ผู้รับจ้างจัดทำเป็นรายงานส่งให้ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด

ตารางที่ 1 ขนาดต่ำสุดของสายที่ต่อกับหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) ตารางมิลลิเมตร
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) ตร.มม.
6-16	1.5
20-25	4
30-63	6
80-100	10
125-200	16
225-400	25
500	35
600-800	50
1,000	70
1,200-1,250	95
1,600-2,000	120
2,500	185
3,000-4,000	240
5,000-6,000	400

17. ระบบป้องกันฟ้าผ่า

17.1 ทัวไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าชนิด Early Streamer Emission System มีรัศมีการป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าต้องสามารถรับประจุที่เกิดจากฟ้าผ่าแล้วนำลงสู่พื้นอย่างรวดเร็ว และปลอดภัย ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวและไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าใดๆ ทั้งสิ้นโดยอุปกรณ์จะต้องผ่านการทดลองในห้องทดลองและทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง จากสถาบันที่เป็นกลาง และอุปกรณ์ที่ติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFC 16-102 หรือมาตรฐานเกี่ยวกับการป้องกันฟ้าผ่าจากสถาบันที่เป็นที่ยอมรับ

17.2 ความต้องการทางเทคนิค

17.2.1 หัวล่อฟ้า (Air Terminal) เป็นชนิดที่สามารถทำให้อากาศบริเวณโดยรอบเกิดการ Ionization โดยอาศัยพลังงานจากสนามไฟฟ้าในบรรยากาศหัวล่อฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

- 1) Pick-Up Point เป็นแท่งโลหะกลมปลายแหลมทำด้วย Stainless Steel ทำหน้าที่รับประจุที่เกิดจากฟ้าผ่า แล้วถ่ายเทสู่พื้นดิน
- 2) Electric Ionizing Unit บรรจุอยู่ใน Stainless Steel Housing ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานในสภาวะปกติและปล่อยพลังงานออกในขณะที่เกิดฟ้าผ่า มี Electrode 2 ชุด

สำหรับ Energy Collection และ Sparks Emission

17.2.2 เสา (Mast) ทำด้วย Galvanized Steel หรือวัสดุอื่นตามที่กำหนดในแบบ โดยความสูงของเสาไม่น้อยกว่า 4 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ

17.2.3 สายนำลงดิน (Down Conductor) เป็นชนิดตัวนำเปลือย (Bare Copper Cable) มีขนาดพื้นที่หน้าตัดตามที่ระบุในแบบ และไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร สายนำลงดินต้องเป็นสายเส้นเดียวกันตลอดไม่มีรอยต่อใดๆ

17.2.4 หลักรดิน (Grounding Rod) ใช้ copper Clad Steel Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว X 10 ฟุต อย่างน้อย 3 แท่ง ปักลึกลงในดินอย่างน้อย 50 ซม. ตามตำแหน่งที่กำหนดให้ภายในแบบ

17.2.5 อุปกรณ์นับฟ้าผ่า (Lightning Flash Counter) สำหรับตรวจสอบจำนวนครั้งที่เกิดฟ้าผ่า โดยจะมีตัวเลขบอกจำนวนครั้งที่ไม่สามารถ Reset ได้แสดงผล 4 หลักสามารถกันน้ำและไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก

17.3 การติดตั้ง

การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ

17.4 การตรวจสอบ

อุปกรณ์หัวล่อฟ้าจะต้องสามารถทำการตรวจสอบระบบการทำงานได้ โดยเครื่องมือวัดที่ได้รับการรับรองจากผู้ผลิต

18. การป้องกันสนิม

18.1 ทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ที่เป็นเหล็กทุกชนิดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

18.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องมีกรรมวิธีป้องกันสนิมให้แก่ส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้ในการติดตั้งระบบไฟฟ้า ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

18.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

18.3.1 ท่อร้อยสายโลหะ และชิ้นส่วนที่เป็นโลหะซึ่งฝังในดิน ให้ทาสารประเภท แอสฟัลต์ เช่น ทาพ่นโคตด้านนอกให้ทั่วอย่างน้อย 3 ครั้ง

18.3.2 กรรมวิธีการป้องกันสนิม

- 1) ทำความสะอาดแผ่นเหล็กให้เรียบสะอาดและปราศจากไขมันหรือน้ำมัน
- 2) ส่วนที่เป็นสนิมให้ใช้น้ำยาล้างสนิมล้างออกให้หมด พ่นสีรองพื้นด้วย Zinc Phosphate หรือ Etching Primer อื่นที่เทียบเท่าและอบสีรองพื้น
- 3) การพ่นสีชั้นนอกใช้สีน้ำมันชนิดอบ (Bake Enamel) พ่นทับอย่างน้อย 2 ชั้นแต่ละชั้นอบเช่นเดียวกับสีรองพื้นแล้วให้ขัดด้วยซี่ผึ้งขัดสี
- 4) กรรมวิธีการป้องกันสนิมโดยวิธีอื่น ผู้รับจ้างต้องขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

18.3.4 การติดตั้ง

ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก และมีกรรมวิธีป้องกันสนิมจากต่างประเทศเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งรายละเอียดดังกล่าวต่อผู้ว่าจ้างก่อนขออนุมัติติดตั้ง

19. การป้องกันไฟและควันลาม

19.1 ทั่วไป

การป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นตาม NEC หัวข้อที่ 300-21 และ ASTM

19.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟ และควันตามช่องเปิดของท่อร้อยสายไฟ สายไฟและบัสเวย์ ฯลฯ ซึ่งผ่านผนังห้องหรือพื้นห้อง

19.3 ความต้องการทางเทคนิค

- 1) วัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2) วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
- 3) วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้ สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 4) ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีและติดตั้งง่าย
- 5) วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- 6) ขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับความร้อนสูง

19.4 การติดตั้ง

- 1) ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังหรือพื้นห้องหรือฝ้าเพดาน ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม
- 2) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต อุปกรณ์และวัสดุดังกล่าว
- 3) ช่องเปิดสำหรับท่อสายไฟ หรือบัสเวย์ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตก็ต้องหุ้มปิดไว้ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลามด้วย

20. การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป

20.1 ทั่วไป

ข้อกำหนดในตอนนี้ ครอบคลุมรายละเอียดของการทดสอบระบบไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC

20.2 ขอบเขต

เมื่อติดตั้งระบบต่างๆเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบไฟฟ้า ทั้งภายนอกและภายในอาคาร และส่วนที่รับผิดชอบต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

20.3 ความต้องการทางด้านเทคนิคของการทดสอบ

- 1) การทดสอบระบบไฟฟ้าแรงสูง และระบบไฟฟ้าแรงต่ำ จะถูกป้องกันกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด อยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ รีเลย์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องปรับแต่งให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่ามีอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 2) การทดสอบอุปกรณ์ ให้จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด แล้วทำการตรวจสอบหน้าที่ และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติของอุปกรณ์ดังกล่าว ความบกพร่องหรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 3) การทดสอบดวงโคม ดวงโคมไฟฟ้าทั้งหมดต้องถูกทดสอบ โดยการเปิดไฟฟ้าทิ้งไว้ต่อเนื่องกัน เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิดหากพบมีความเสียหาย ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 4) การทดสอบฉนวน อุปกรณ์ที่มีฉนวนทุกชนิดจะต้องถูกทดสอบดังนี้
 1. วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ให้ปลดอุปกรณ์ป้องกันที่เป็นตัวเมนออกจากวงจร แต่ดวงโคมไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งต่อเชื่อมวงจร ค่าความต้านทานฉนวนที่ผ่านระหว่างสายกับสาย และสายกับดินต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์ม เมื่อวัดด้วยเครื่องมือไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที
 2. สายป้อนหรือสายป้อนย่อย ปลดปลายสายออกทั้งสองข้างเพื่อทำการทดสอบ ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับดินไม่น้อยกว่า 0.5 เมกโอห์มเช่นกัน
- 5) การทดสอบแรงดันตก วัดแรงดันไฟฟ้าตกจากหม้อแปลงถึงโหลดต่างๆ แรงดันไม่ควรตกเกิน 5% และในกรณีแรงดันไฟฟ้าฯ ต่ำกว่าระดับแรงดันปกติ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบ และแก้ไขแท๊ป (Tap) ของหม้อแปลงให้เหมาะสม
- 6) การทดสอบระบบดิน วัดค่าความต้านทานของดินของระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีค่าความต้านทานของดินไม่เกิน 5 โอห์ม