บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด

โครงการสำรวจ/การศึกษา และออกแบบ
ปรับปรุงระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม
นิคมอุตสาหกรรมบางปู

รายละเอียดด้านวิศวกรรมประกอบแบบ
Specifications
ระบบระบายน้ำ

สารบัญ

	หน้า
หมวดที่ 1 มาตรฐานการก่อสร้างทั่วไป	
1-1 รายการทั่วไป	1-1-1
1-2 งานรื้อย้ายสิ่งกีดขวาง สิ่งก่อสร้างเดิม และการดำเนินการอื่นๆ	1-2-1
หมวดที่ 2 งานดิน	
2-1 งานจัดเตรียมสถานที่ก่อสร้าง	2-1-1
2-2 งานขุดลอกหน้าดิน	2-2-1
2-3 งานบ่อยืมวัสดุ	2-3-1
2-4 การขนย้ายและการขนส่งวัสดุ	2-4-1
2-5 การทิ้งวัสดุ	2-5-1
2-6 งานกำแพงกั้นน้ำ พนังกั้นน้ำ และการสูบน้ำออก	2-6-1
2-7 งานขุดดิน	2-7-1
2-8 งานดินถม	2-8-1
หมวดที่ 3 งานระบายน้ำ	
3-1 งานคันหินและรางระบายน้ำตื้นคอนกรีต	3-1-1
3-2 งานขุดคลองและร่องน้ำ	3-2-1
3-3 งานดาดผิวคอนกรีต	3-3-1
3-4 การป้องกันการกัดเซาะด้วยหิน	3-4-1
3-5 งานท่อระบายน้ำ	3-5-1
หมวดที่ 4 งานเบ็ดเตล็ด	
4-1 งานพื้นทางเดินเท้า	4-1-1
4-2 งานถมวัสดุชนิดโปร่ง	4-2-1
4-3 งานทาสีและตีเส้นถนนและหมุดสะท้อนแสง	4-3-1
หมวดที่ 5 งานโครงสร้าง	
5-1 งานโครงสร้างเหล็ก	5-1-1
5-2 งานรอยต่ออาคารคอนกรีต	5-2-1
5-3 งานอัดคอนกรีตชนิดไม่หดตัว (Non-Shrink Grout)	5-3-1
5-4 งานทาสี	5-4-1
5-5 งานก่ออิฐและฉาบปูน	5-5-1

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 6 งานระบบเครื่องกล

6-1 งานโรงสูบน้ำ และอุปกรณ์ 6-1-1

หมวดที่ 7 งานไฟฟ้า

7-1 ข้อกำหนดทั่วไป 7-1-1

7-2 หม้อแปลงไฟฟ้า 7-2-1

7-3 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง 24 kV 7-3-1

7-4 แผงสวิตช์แรงต่ำ 7-4-1

7-5 โคมไฟ 7-5-1

7-6 สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า 7-6-1

7-7 ตัวนำไฟฟ้า 7-7-1

7-8 อุปกรณ์เดินสายไฟ 7-8-1

7-9 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี 7-9-1

7-10 ระบบทีวีวงจรปิด 7-10-1

7-11 ระบบควบคุมระยะไกล 7-11-1

7-12 VENDER LIST 7-12-1

ภาคผนวก

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง

มยผ. 1101-52 มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก ผ-1

มยผ. 1103-52 มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต ผ-28

มยผ. 1105-52 มาตรฐานงานฐานราก ผ-42

มยผ. 1106-52 มาตรฐานงานเสาเข็ม ผ-49

มยผ. 2201-57 มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) ผ-67

มยผ. 2202-57 มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) ผ-75

มยผ. 2203-57 มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์. (C.B.R.) ผ-83

มยผ. 2208-57 มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ผ-92

หมวดที่ 1 มาตรฐานการก่อสร้างทั่วไป
มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 1-1
รายการทั่วไป

1. คำนำ

มาตรฐานการก่อสร้างนี้ ให้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของหนังสือสัญญาจ้าง ได้จัดทำเป็นภาษาไทยคละกับภาษาอังกฤษในบางตอนของมาตรฐานการก่อสร้างหมวดต่างๆ ซึ่งจะต้องใช้ควบคู่ไปกับแบบแปลน และถือว่าผู้รับจ้างมีความเข้าใจในภาษาอังกฤษอย่างพอเพียง และถูกต้องในการอ่านแบบแปลนแผนผังและเอกสารต่างๆ

ข้อความส่วนใดที่ได้แสดงไว้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยมีจุดมุ่งหมายอันเดียวกัน ให้ตีความตามข้อความที่แสดงเป็นภาษาไทย และถ้ามีข้อความส่วนใดที่แสดงไว้เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษขัดแย้งกัน ให้ถือตามข้อความภาษาไทยเป็นข้อความที่ถูกต้อง การตีความหมายผิด ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นแก่งานที่กำลังทำอยู่ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขงานที่ทำไปแล้วให้ถูกต้องตามการวินิจฉัยของผู้ว่าจ้าง

2. คำนิยามและความหมาย

ในหนังสือสัญญาจ้าง มาตรฐานการก่อสร้าง และรายการต่างๆ ที่จะมีต่อไปก็ตามคำต่างๆ ดังต่อไปนี้ จะมีความหมายตามข้อความที่ได้กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

2.1 "ผู้ว่าจ้าง" หมายถึง การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

2.2 "ผู้รับจ้าง" หมายถึง บุคคลหนึ่งหรือหลายคน ห้างหรือบริษัท ที่ทำการรับเหมาก่อสร้าง ซึ่งผู้ว่าจ้างยอมรับผลการประกวดราคา และได้ลงนามในสัญญาจ้างนี้แล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงตัวแทนที่ ผู้รับจ้างแต่งตั้งเป็นลายลักษณ์อักษร หรือผู้รับช่วงสิทธิที่ได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างแล้ว

2.3 "แบบแปลน" (Drawings) หมายถึง แบบรายละเอียดซึ่งจะระบุถึงแผนผัง รูปร่าง ขนาด ลักษณะ จำนวน รวมทั้งรายการของงานต่างๆ ที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้

2.4 "มาตรฐานการก่อสร้าง" (Specifications) หมายถึง ข้อกำหนดที่เกี่ยวกับลักษณะและขอบเขตของงาน รายการของวัสดุที่จะนำมาใช้ และวิธีการก่อสร้าง ตลอดจนรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งไม่อาจกำหนดไว้ให้หมดได้ในแบบแปลน มาตรฐานการก่อสร้างนี้จะต้องใช้ควบคู่กับแบบแปลนและข้อกำหนดเฉพาะงาน

2.5 "แบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง" (Shop Drawing) หมายถึง แบบที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเพื่อเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการก่อสร้าง โดยจะต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่มีอยู่ในแบบก่อสร้างตามสัญญา และในสนามตลอดจนรายละเอียดเพิ่มเติมที่มิได้ปรากฏในแบบก่อสร้างตามสัญญาและวิธีการก่อสร้าง เพื่อใช้ก่อสร้างให้แล้วเสร็จตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ค่าใช้จ่ายในการจัดทำแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างนี้ ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

2.6 "แบบแปลนที่ก่อสร้างจริง" (As-built Drawing) หมายถึง แบบแสดงรายละเอียดของงานที่ก่อสร้างในแต่ละขั้นตอน ที่มีการแก้ไขจากแบบแปลนเดิม ซึ่งได้ทำการออกแบบไว้เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานในด้านการขยายงานและการบำรุงรักษาในอนาคต จัดทำโดยผู้รับจ้างด้วยกระดาษไขและผ่านการตรวจสอบของผู้ว่าจ้าง งานนี้ต้องแล้วเสร็จและส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างพร้อมกับการส่งมอบงานงวดสุดท้าย

2.7 "ผู้ควบคุมงาน" หมายถึง บุคคลผู้ได้รับมอบหมายจาก "ผู้ว่าจ้าง" เพื่อทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ และควบคุมการก่อสร้าง ณ สถานที่ก่อสร้าง

3. รายละเอียดทั่วไป

3.1 การก่อสร้างตามสัญญาต้องให้เป็นไปตามที่ปรากฏในแบบแปลน และตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้าง ซึ่งคู่สัญญาทั้งสองฝ่ายได้ลงนามกำกับและถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

3.2 การลำดับความสำคัญของเอกสารที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยทั่วไปให้ยึดถือข้อความในข้อกำหนดเฉพาะงานเป็นหลัก
ข้อความขัดแย้งระหว่าง รายละเอียด และความต้องการของแบบแปลน กับมาตรฐานการก่อสร้าง ให้ยึดถือรายละเอียดและความต้องการที่ระบุไว้ในแบบแปลนเป็นหลัก

ถ้าหากเกิดข้อขัดแย้งระหว่างแบบแปลน มาตรฐานการก่อสร้าง ข้อกำหนดเฉพาะงานและเงื่อนไขต่างๆ ที่ประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องแจ้งแก่ผู้ว่าจ้างเพื่อทำการวินิจฉัยหาข้อยุติก่อนดำเนินการ

3.3 สิ่งใดที่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนหรือมาตรฐานการก่อสร้าง แต่ในการปฏิบัติงานไม่อาจระบุไว้ได้ครบถ้วน เช่น ความอ่อนแก่ของสี การติดตั้ง รูปร่าง ลักษณะและสิ่งปลีกย่อยต่างๆ ตลอดจนแบบขยายรายละเอียดที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วเป็นต้น ผู้ว่าจ้างจะชี้แจงอธิบายรายละเอียดให้ขณะชี้สถานที่หรือขณะทำการก่อสร้าง การชี้แจงรายละเอียดนี้ถือเป็นส่วนประกอบของแบบแปลน และเป็นเอกสารส่วนหนึ่งในการก่อสร้างครั้งนี้ด้วย ทั้งนี้การชี้แจงรายละเอียดดังกล่าวมิใช่เป็นการเพิ่มลด หรือเปลี่ยนแปลงรายละเอียดปริมาณงานการก่อสร้างแต่อย่างใดทั้งสิ้น แต่เป็นการชี้แจงรายละเอียดให้เกิดความเข้าใจชัดเจน เพื่อกำหนดให้งานที่ทำการก่อสร้างนั้น ถูกต้องสมบูรณ์ทุกประการ

อนึ่ง ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องวางแผนงานและเสนอแบบขยายรายละเอียด เพื่อขอรับความเห็นชอบและข้อแนะนำจากผู้ว่าจ้างในระยะเวลาอันสมควร เพื่อมีเวลาเตรียมงานหรือจัดหาสิ่งของ เพื่อใช้ในการก่อสร้างให้ทันกับเวลาที่จะใช้ในการดำเนินการตามสัญญา

3.4 การอ่านแบบแปลนและการกำหนดขนาด ให้ถือเอาระยะหรือขนาดที่เป็นตัวเลขเป็นสำคัญ ระยะต่างๆ ได้กำหนดไว้เป็นมาตราเมตริก ยกเว้นส่วนที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นอย่างชัดเจน

3.5 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในระหว่างดำเนินการก่อสร้าง เช่น ค่าป้ายโครงการ ค่าใช้น้ำประปา ค่าใช้กระแสไฟฟ้า และการทดสอบทุกชนิด เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องติดต่อและออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

3.6 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นแก่ทรัพย์สินใกล้เคียง หรือทรัพย์สินของบุคคลภายนอก หรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแก่บุคคลใดๆ เนื่องจากการดำเนินการก่อสร้างตามสัญญา

3.7 เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง จะต้องระมัดระวังป้องกันภยันตรายต่างๆ อันอาจเกิดขึ้นได้ เช่น อุบัติเหตุ ไฟไหม้ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องดูแลความปลอดภัยและจัดหาทางป้องกัน เพื่อความไม่ประมาท เช่น จัดเจ้าหน้าที่ตำรวจเพื่ออำนวยความสะดวกและรักษาความปลอดภัยในบริเวณก่อสร้าง ทำรั้วกั้นอาณาเขตก่อสร้างตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร ป้ายสัญญาณป้องกันอันตราย

และการประกันภัยต่างๆ โดยให้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและจ่ายค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น นอกจากนี้ให้จัดทำป้ายประกาศชื่อโครงการตามขนาด จำนวน และรายละเอียดที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้

3.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและใช้คนงานหรือช่างฝีมือที่มีความรู้ ความสามารถ ความชำนาญมีฝีมือดีมาดำเนินงานนั้นๆ โดยเฉพาะ และต้องจัดหามาให้เพียงพอ เพื่อให้ดำเนินการได้ทันเวลาถ้าผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนเห็นว่าลูกจ้าง หรือช่างคนใดของผู้รับจ้างไม่เข้าใจงานดี ประพฤติตนไม่เหมาะสม ฝีมือไม่ดีหรือทำงานหยาบสะเพร่า ผู้ว่าจ้างมีอำนาจขอให้เปลี่ยนลูกจ้าง หรือช่างคนนั้นได้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาลูกจ้างคนใหม่มาแทนโดยเร็ว ส่วนการแก้ไขหรือเวลาที่เสียไปเพราะการนี้ ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างสำหรับเรียกร้องค่าเสียหาย หรือขยายกำหนดเวลาทำการให้แล้วเสร็จออกไปอีกมิได้

3.9 อุปสรรคสิ่งกีดขวาง หรือสิ่งที่ต้องทำการติดต่อประสานงาน เพื่อการดำเนินการส่วนไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ หรือสาธารณูปโภคอื่นๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการ โดยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้างเอง และเวลาที่เสียไปเพราะการนี้ ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างในการขยายกำหนดเวลาทำการให้แล้วเสร็จออกไปอีกมิได้

3.10 ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบ ศึกษา และทำความคุ้นเคยกับข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ที่จะก่อสร้าง เช่น ลักษณะของพื้นที่ ลักษณะของชั้นดิน ลักษณะของลำน้ำในบริเวณที่จะทำการตอกเสาเข็ม ลู่ทางและความสะดวกในการขนวัสดุเข้าออก ตลอดจนอุปสรรคต่างๆ อันจะพึงมีในระหว่างเวลาก่อสร้าง เป็นต้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้ให้ถือว่าผู้รับจ้างได้คำนึงถึง และทำประมาณการเผื่อไว้แล้ว ก่อนที่จะยื่นซองประกวดราคา ผู้ว่าจ้างจะไม่รับผิดชอบ ในกรณีที่ผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการก่อสร้าง อันเนื่องมาจากการขาดประสบการณ์และความรอบรู้ในข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับสถานที่ก่อสร้างดังกล่าวแล้วข้างต้น และผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างเพื่อขยายกำหนดเวลาทำการให้แล้วเสร็จออกไปอีกมิได้เช่นเดียวกัน

3.11 ในกรณีเหตุสุดวิสัยเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานตามสัญญา ผู้รับจ้างจะต้องรายงานถึงเหตุสุดวิสัยนั้นต่อผู้ว่าจ้างภายในระยะเวลา 7 วัน หลังจากเกิดเหตุสุดวิสัยดังกล่าว มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างจะไม่รับพิจารณา

4. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายงานสาธารณูปโภค

4.1 หากผู้รับจ้างจำเป็นต้องดำเนินการเคลื่อนย้ายงานสาธารณูปโภคเดิมที่มีอยู่ในแนวเขตทาง หรืออยู่ในพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนที่จะเริ่มงานใดๆ เกี่ยวกับการรื้อถอน หรือทำงานใดที่จะเกี่ยวข้องกับงานสาธารณูปโภคที่มีอยู่เดิม

ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้หน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องกับบริการสาธารณูปโภคต่างๆ ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน หรือมากกว่านี้ตามความจำเป็น ก่อนเริ่มทำการก่อสร้าง ส่วนของงานที่จะต้องเกี่ยวข้องกับระบบสาธารณูปโภคเดิม หน่วยงานที่ต้องแจ้งให้ทราบมีดังต่อไปนี้

(ก) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(ข) เจ้าของและผู้อยู่อาศัย ในบริเวณที่จะเกิดความเดือดร้อน

(ค) หน่วยงานทางการที่มีหน้าที่ดูแลสาธารณูปโภคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง ให้เป็นไปตามกฎและระเบียบของหน่วยงานผู้รับผิดชอบในแต่ละส่วน งานที่เกี่ยวกับการตัดกระแสไฟฟ้า สายโทรศัพท์ หรือท่อประปา จะต้องดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานผู้รับผิดชอบ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ทั้งหมด ในอัตราที่ได้ทำการตกลงเห็นชอบกันทั้งสองฝ่ายระหว่างผู้รับจ้างและหน่วยงานนั้นๆ

4.3 งานสาธารณูปโภคที่ผู้รับจ้างต้องจัดหาให้ชั่วคราว ก่อนเริ่มงานให้ผู้รับจ้างสอบถามรายละเอียดจากหน่วยงานที่เป็นผู้รับผิดชอบในงานสาธารณูปโภคนั้นๆ เพื่อจะได้ทราบว่าจะมีความจำเป็นต้องให้ผู้รับจ้างจัดหาบริการสาธารณูปโภคชั่วคราวมาทดแทน ในระหว่างการก่อสร้างหรือไม่ หากปรากฏว่าจำเป็น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาทดแทน โดยการจัดหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำ ฯลฯ มาโดยตนเองก็จะต้องกระทำโดยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.4 การซ่อมแซมและทำความสะอาด ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิม หรือจัดหามาชดใช้สาธารณูปโภคส่วนบุคคล หรือส่วนสาธารณะใดๆ ก็ตาม ที่เสียหายเนื่องจากการทำงานของผู้รับจ้าง

4.5 การวัดปริมาณงาน งานที่แสดงในบัญชีปริมาณวัสดุ สำหรับงานการโยกย้ายและย้ายกลับที่เดิมของงานสาธารณูปโภค จะรวมถึงงานทุกชนิดที่จำเป็นเพื่อการรื้อถอน และการย้ายกลับที่เดิม รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการแจ้ง ค่าขออนุญาต ค่าบริการ ให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบ รวมทั้ง

ค่าใช้จ่ายที่ต้องจัดหางานสาธารณูปโภคชั่วคราวมาติดตั้ง ตามที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำหนดให้จัดหาด้วย รวมทั้งงานทำความสะอาด งานย้ายกลับเข้าที่เดิม การซ่อมแซมทรัพย์สินและสาธารณูปโภคที่เสียหาย การซ่อมแซมรั้ว ทางเดินเท้า ทางเข้าออก ที่เป็นทรัพย์สินส่วนบุคคลที่ต่อเนื่องกับบริเวณที่ทำการ ก่อสร้าง รายการใดที่ไม่ได้แสดงไว้ในบัญชีปริมาณวัสดุให้ถือเป็นส่วนของงานที่ต้องทำเพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ตามแบบแปลน

5. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

5.1 สิ่งของที่ปรากฏอยู่ในแบบแปลน หรือมาตรฐานการก่อสร้างก็ดี หรือที่มิได้ปรากฏในแบบแปลน หรือมาตรฐานการก่อสร้างก็ดี แต่จำเป็นต้องใช้เป็นส่วนหรือเครื่องประกอบในการก่อสร้างครั้งนี้ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามารวมอยู่ในงานนี้ทั้งสิ้น

5.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและใช้วัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพดี หรือที่ได้ปรากฏในแบบแปลน หรือมาตรฐานการก่อสร้างทุกประการ และต้องจัดหามาให้ครบถ้วนทันเวลา วัสดุที่จำเป็นต้องสั่งจากต่างประเทศหรือทำขึ้นใหม่เป็นพิเศษ หรือสิ่งของที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวนจำกัด ผู้รับจ้างจะต้องสั่งทันทีเพื่อให้ทันกับระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ในกรณีที่จำเป็นที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงวัสดุ หรือลดปริมาณงานอันเนื่องมาจากไม่อาจจัดหาวัสดุดังกล่าวแล้วได้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ว่าจ้าง

5.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างครั้งนี้ จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนเลย ยกเว้นกรณีที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น มีคุณภาพดี ถูกต้องตามแบบแปลนและมาตรฐานการก่อสร้างและเป็นไปตามสัญญา วัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ตลอดจนตัวอย่างของวัสดุที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างจะต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ว่าจ้างตรวจรับรองว่าถูกต้องเสียก่อน จึงจะทำการสั่งซื้อหรือติดตั้งได้

5.4 วัสดุและเครื่องมือที่นำมาใช้ในการก่อสร้างนี้ เช่น เครื่องผสมคอนกรีต เครื่องสั่นคอนกรีต ค้ำยัน นั่งร้าน เป็นต้น จะต้องใช้ชนิดที่มีคุณภาพและใช้การได้ดี ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้ทันเวลาและมีจำนวนเพียงพอ เหมาะสมกับขนาดของงานก่อสร้าง

5.5 วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ระบุชื่อโดยเฉพาะเจาะจงไว้ หรือที่กำหนดคุณภาพเทียบเท่าในแบบแปลน หรือมาตรฐานการก่อสร้าง หากผู้รับจ้างประสงค์จะใช้วัสดุที่มีคุณภาพเทียบเท่าจะต้องเสนอผู้ว่าจ้างวินิจฉัย และให้ความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรเสียก่อนแล้วจึงนำไปใช้ในการ

ก่อสร้างตามสัญญาได้ ทั้งนี้ หากวัสดุที่ขอใช้เทียบเท่ามีราคาสูงกว่าเดิม หรือทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการก่อสร้างในส่วนที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะคิดเงินเพิ่มขึ้นอีกมิได้
หากจำเป็นจะต้องมีการทดสอบคุณสมบัติ จะต้องทำการทดสอบโดยสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ติดต่อและออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น หรือหากวัสดุอุปกรณ์ใดมีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมในช่วงระยะงานก่อสร้างนั้นให้ใช้วัสดุอุปกรณ์นั้น ตามผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมแทนได้

5.6 วัสดุก่อสร้าง เครื่องมืออุปกรณ์ในการก่อสร้าง ต้องอยู่ในความดูแลรักษาของผู้รับจ้างและต้องเก็บไว้ในที่ซึ่งมีเครื่องป้องกันที่ดีมิให้เกิดการเสียหายขึ้น สิ่งใดที่เสียหายมีคุณภาพไม่ดีหรือไม่ถูกต้องตามแบบแปลนและมาตรฐานการก่อสร้าง ให้นำออกไปจากบริเวณก่อสร้างทันที หรือห้ามมิให้ผู้รับจ้างนำเข้ามาในบริเวณก่อสร้าง มิฉะนั้นจะถือว่า ผู้รับจ้างมีเจตนาที่จะหลีกเลี่ยงไม่ปฏิบัติตามแบบแปลน และมาตรฐานการก่อสร้างที่กำหนดไว้ในสัญญา

6. การสำรวจ

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดวางแนวของศูนย์กลาง พร้อมทั้งขอบเขตของงานที่จะก่อสร้างโดยใช้หมุดหลักฐาน หมุดอ้างอิงต่างๆ ตามแบบแปลนที่กำหนด

7. ข้อปฏิบัติในการก่อสร้าง

7.1 การสร้างโรงงานและที่พักคนงานชั่วคราว ถ้าผู้รับจ้างประสงค์จะทำการปลูกสร้างโรงงาน หรือที่พักคนงานชั่วคราวในบริเวณที่ก่อสร้าง จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนเสียก่อน สถานที่และขนาดพื้นที่จะกำหนดให้ตามความเหมาะสมส่วนที่พักคนงานจะต้องจัดสร้างที่พัก ที่ปรุงอาหาร ส้วม และห้องน้ำ ให้มิดชิดและถูกสุขลักษณะ วัสดุที่ใช้สร้างต้องไม่ติดไฟง่าย ไม่สกปรกหรือรกรุงรัง คนงานที่พักอาศัยจะอยู่ได้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างนี้ และต้องอยู่ในบริเวณที่ก่อสร้างนี้เท่านั้น ห้ามเข้าไปเกี่ยวข้องในบริเวณอื่นๆ ส่วนการรื้อถอนให้ปฏิบัติตาม "การส่งมอบงาน" ข้อ 9

7.2 การปักหมุดและวางระดับ ผู้รับจ้างจะต้องทำการปักหมุด วางแนวทาง ขอบเขตของรูปร่างและวางระดับมาตรฐานต่างๆ ที่กำหนดไว้ให้ถูกต้องตามแบบแปลน โดยอ้างอิงจากหมุดมาตรฐานหลักและจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน จึงจะดำเนินการก่อสร้างขั้นต่อไปได้

7.3 การจัดทำแบบขยายรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง และแบบขยายต่างๆ ที่ได้จัดทำขณะก่อสร้าง เช่น รายละเอียดค้ำยัน หรือแบบขยายรายละเอียดงานโครงสร้างรายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น ให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำให้ครบถ้วนในแต่ละส่วน และเสนอให้ผู้ควบคุมงานตรวจแก้ไขและเห็นชอบเสียก่อนจึงจะนำไปทำการก่อสร้างได้ และหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนที่ก่อสร้างจริง (As-built Drawing) ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างพร้อมกับการส่งมอบงานงวดสุดท้าย ค่าใช้จ่ายในการจัดทำแบบข้างต้นนี้ เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

7.4 ผู้รับจ้างต้องจัดสถานที่ให้แก่ผู้ว่าจ้างที่มีความแข็งแรง สะอาด และปลอดภัย เพื่อใช้เป็นที่ทำงานของผู้ควบคุมการก่อสร้างและสำหรับคณะกรรมการตรวจการจ้าง จำนวนไม่น้อยกว่า 8 คน อันจะต้องประกอบด้วย โต๊ะ และเก้าอี้ สำหรับทำงานแสงสว่างอุณหภูมิที่เหมาะสม และสิ่งใช้สอยที่จำเป็นอื่นๆ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

7.5 ในกรณีที่การดำเนินการก่อสร้างจะเป็นการกีดขวางการจราจร หรือมีความจำเป็นต้องปิดช่องทางการจราจรในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อขออนุมัติดำเนินงานเป็นการล่วงหน้า และจะต้องติดตั้งสัญญาณไฟจราจรและเครื่องหมายเตือนเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้เส้นทางการจราจรในบริเวณที่ก่อสร้าง

7.6 การเก็บตัวอย่างและการทดสอบวัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้างและข้อกำหนดเฉพาะงาน หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดตามความเหมาะสม ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

7.7 มาตรฐานวัสดุและมาตรฐานการทดสอบวัสดุ ที่ใช้ในการก่อสร้างซึ่งได้กำหนดไว้ในแบบแปลนหรือระบุไว้ในมาตรฐานการก่อสร้าง หรือข้อกำหนดเฉพาะงานนี้ให้ครอบคลุมถึงมาตรฐานฉบับล่าสุดที่ปรากฏ จนถึงวันที่เริ่มดำเนินการก่อสร้าง มาตรฐานที่นำมาใช้โดยทั่วไปมีดังนี้

(1) มยผ. มาตรฐานงานก่อสร้างกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

(2) มอก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

(3) AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials, Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing

(4) ASTM American Society for Testing and Materials, Standard Specifications
(5) BS British Standard Specifications
(6) JIS Japanese Industrial Standards
(7) GINGerman Industrial Norms
(8) NF French Standards
(9) NEC National Electric Code
(10) NEMA National Electrical Manufacturer's Association, Standard Specifications
(11) SSPC Steel Structure Painting Council
(12) SIS Swedish Industrial Standards

8. การตรวจรับงานเพื่อจ่ายเงินงวด

8.1 ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบหลังจากที่ทำงานเสร็จแต่ละขั้นตอน และผู้ว่าจ้างจะยอมรับงานจากผู้รับจ้างก็ต่อเมื่อเห็นว่าผลการตรวจสอบนั้นถูกต้องตรงกับที่แสดงไว้ในแบบแปลน

8.2 การที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจรับงาน หรือยอมรับว่าผู้รับจ้างได้ทำงานเสร็จบางส่วน เพื่อจ่ายเงินแต่ละงวดนั้น มิใช่เป็นการยอมรับงานบางส่วนนั้นหรือทั้งหมดว่าถูกต้องครบถ้วนแล้ว
ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบงานนั้นๆ และบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ตลอดไป โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น จนกว่าจะมีการส่งมอบและตรวจรับงานงวดสุดท้ายครบถ้วนบริบูรณ์แล้ว

9. การส่งมอบงาน

9.1 การทำความสะอาดสถานที่ ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดสถานที่ให้เรียบร้อยและผู้ว่าจ้างสามารถใช้งานได้ทันทีที่ตรวจรับและส่งมอบงาน

9.2 การตกแต่งบริเวณ ผู้รับจ้างจะต้องกลบเกลี่ยพื้นที่ดินให้เรียบร้อย หรือตามที่ได้กำหนดไว้เศษวัสดุก่อสร้างต่างๆ เช่น ขยะ เศษอิฐ ไม้ ปูน ทราย โรงงาน และส้วมชั่วคราว เป็นต้น จะต้อง

ขนย้ายไปให้พ้นบริเวณภายใน 7 วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างได้ตรวจสอบรับงานงวดสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว

9.3 เอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานและการบำรุงรักษา คู่มือการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างเมื่อทำการส่งมอบรายงานโดยจัดใส่แฟ้มให้เรียบร้อย

9.4 กุญแจต่างๆ ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายถาวรแจ้งรายละเอียดไว้กับลูกกุญแจให้ตรงกับแม่กุญแจทุกชนิด และต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างทั้งหมดทันทีเมื่อผู้ว่าจ้างรับมอบงานแล้ว อนึ่งในระหว่างที่ยังมิได้ทำการรับมอบงาน ลูกกุญแจเหล่านี้จะต้องอยู่ในความดูแลรักษาของผู้รับจ้างอย่างดี และห้ามจำลองลูกกุญแจเหล่านี้โดยเด็ดขาดไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากผู้รับจ้างทำลูกกุญแจหายผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนกุญแจชุดใหม่โดยจะคิดเงินเพิ่มอีกไม่ได้

9.5 การก่อสร้างท่อระบายน้ำ และ/หรือ ท่อรวบรวมน้ำเสีย และ/หรือ โครงสร้างอื่นใด ในบริเวณถนน และ/หรือ ทางเท้า ภายหลังจากการตรวจสอบและได้รับความเห็นชอบจาก ผู้ควบคุมงานแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรีบดำเนินการ กลบ ซ่อมแซม และปรับปรุงผิวถนน และ/หรือ ทางเท้า ให้แล้วเสร็จโดยเร็ว และจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ จึงจะสามารถส่งมอบงานและเบิกเงินค่าจ้างในงวดนั้นๆ ได้

มาตรฐานการก่อสร้าง 1-2
งานรื้อย้ายสิ่งกีดขวาง สิ่งก่อสร้างเดิม และการดำเนินการอื่นๆ

1. ขอบข่าย

งานนี้ประกอบด้วยงานรื้อย้ายสิ่งกีดขวาง สิ่งก่อสร้างเดิม และการดำเนินงานอื่นๆ ที่จำเป็น ซึ่งอาจจะมีขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง เช่น งานแก้ไขปัญหาอุปสรรคในพื้นที่ก่อสร้าง หรืองานก่อสร้างปรับปรุงส่วนต่างๆ ให้เรียบร้อยตามหลักวิชาช่างที่ดี และ/หรือ เพื่อให้งานก่อสร้างบรรลุผลตามวัตถุประสงค์

ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการขออนุญาต การชี้แจง การนำเสนอข้อมูล การแก้ไขปรับปรุงเอกสาร การจัดหาวัสดุ แรงงาน เครื่องมืออุปกรณ์ และอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อให้การดำเนินงานดังกล่าวข้างต้นแล้วเสร็จเป็นไปตามรูปแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากเจ้าหน้าที่โครงการของผู้ว่าจ้าง หรือจากหน่วยงานต่างๆ เหล่านั้น

2. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในงานรื้อย้ายสิ่งกีดขวางและการดำเนินงานอื่นๆ ทั้งที่เป็นงานชั่วคราวและงานถาวร จะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติและคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนด ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนั้นๆ หรือตามที่ระบุรายละเอียดไว้ในข้อตกลง ทั้งนี้โดยได้รับความเห็นชอบจากเจ้าหน้าที่โครงการของผู้ว่าจ้าง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

3. วิธีการก่อสร้าง

วิธีการก่อสร้างที่ผู้รับจ้างนำมาใช้ในงานรื้อย้ายสิ่งกีดขวางและการดำเนินงานอื่นๆ ทั้งที่เป็นงานชั่วคราว และงานถาวร จะต้องเป็นวิธีที่เหมาะสม เป็นไปตามมาตรฐานสากลที่ยอมรับทั่วไป และไม่ทำให้เกิดความเสียหายใดๆ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดวิธีการก่อสร้างให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างตรวจสอบ และได้รับความเห็นชอบโดยเจ้าหน้าที่โครงการของผู้ว่าจ้าง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการ วัสดุทั้งหมดที่ได้จากการทำงานเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เว้นแต่ในกรณีที่ไม่ต้องการวัสดุดังกล่าว อาจจะพิจารณาให้ผู้รับจ้างรวบรวมวัสดุส่วนนี้ส่งมอบให้แก่หน่วยงานอื่น หรือให้ผู้รับจ้างนำวัสดุส่วนนี้ออกไปทิ้งยังสถานที่ที่เหมาะสมตามที่เจ้าหน้าที่โครงการของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างและผู้อื่น

หมวดที่ 2 งานดิน
มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-1
งานจัดเตรียมสถานที่ก่อสร้าง

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การกำจัด ต้นไม้ พุ่มไม้ ไม้ผุ ขยะ วัชพืช ตอไม้ ขนย้ายอาคาร ฐานราก และงานขุดลอกหน้าดิน ภายในบริเวณที่ทำการก่อสร้าง เขตทาง เขตคลองและนำวัสดุที่กำจัดออกไปทิ้ง

1. งานถากถางและขุดสิ่งไม่พึงประสงค์

ผู้รับจ้างต้องขุด โยกย้าย ต้นไม้ ท่อนไม้ กิ่งไม้ พุ่มไม้ รากไม้ ขยะ วัชพืช และสิ่งไม่พึงประสงค์ ออกจากบริเวณที่จะทำการก่อสร้างอาคาร โครงสร้าง ถนนคันกั้นน้ำ บ่อยืมดิน ตลอดจนบริเวณที่จะทำการขุดและถมตามวัตถุประสงค์ดังแสดงในแบบแปลน นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

ในกรณีที่แบบแปลน หรือผู้ว่าจ้างให้คงสภาพ หรือรักษาบริเวณกลุ่มของต้นไม้ไว้ ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายและเสียหาย โดยล้อมด้วยรั้วไม้หรือค้ำไว้ หรือโดยวิธีอื่นที่เห็นพ้องต้องกันว่าเหมาะสม ในการตัดต้นไม้ใหญ่ต้องระวังไม่ให้ล้มมาโค่นต้นไม้ซึ่งให้คงไว้จนเกิดความเสียหาย ถ้าผู้รับจ้างละเลยทำให้ต้นไม้เหล่านั้นเสียหาย จะต้องชดใช้ค่าเสียหายหรือปลูกให้ใหม่ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ตกเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น หากจำเป็นต้องตัดต้นไม้บางต้นออกให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

2. งานรื้ออาคารเก่า

อาคารและสิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งฐานรากที่ระบุไว้ในแบบแปลนว่าให้รื้อ ขนย้าย และนำไปทิ้งจะต้องจัดทำให้เรียบร้อย ส่วนต่างๆ ของสิ่งที่รื้อออกให้ตกเป็นสมบัติของผู้รับจ้าง (ยกเว้นส่วนที่ผู้ว่าจ้างจะระบุว่าให้ตกเป็นของผู้ใด) และนำออกไปนอกเขตก่อสร้างทันที ผู้รับจ้างมีสิทธิขอใช้อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างดังกล่าวได้ แต่จะต้องทำการรื้อถอนเมื่อหมดกำหนดการอนุญาตให้ยืมใช้

3. งานรื้อถอนและปรับปรุง

โครงสร้างย่อยอื่นๆ ตามที่ระบุให้รื้อออกและก่อสร้างเพิ่มเติม ตามที่แสดงในแบบแปลน โดยรูปร่างและวัสดุต้องเป็นชนิดเดียวกันกับของเดิมที่ทำการรื้อถอนออกไป พร้อมด้วยการทาสีหรือแต่งผิวตามลักษณะที่มีอยู่เดิม นอกจากจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

4. การทิ้งวัสดุ

ให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-5 "การทิ้งวัสดุ"

5. การขุดลอกหน้าดิน

ให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-2 "งานขุดลอกหน้าดิน"

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-2
งานขุดลอกหน้าดิน

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การขุดเพื่อเอาไปทิ้ง หรือเพื่อเอากลับมาใช้ใหม่ของหน้าดินหรือวัสดุที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่จะก่อสร้างคันทาง คันกั้นน้ำ และอาคารอื่นๆ หรือในบริเวณที่จะระบุโดยผู้ควบคุมงาน รวมทั้งผิวบนของบ่อยืมวัสดุ

1. วิธีการก่อสร้าง

ในบริเวณที่จะถมเป็นคันดิน บริเวณที่จะก่อสร้างเป็นอาคาร และในบริเวณที่จะทำการขุดดินเพื่อนำไปใช้ในงานถม ตลอดจนบริเวณที่จะใช้เป็นบ่อซึม จะต้องขุดลอกเอาหน้าดิน ซึ่งประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุหรือวัสดุอื่นที่ไม่พึงประสงค์ลึกลงไปอย่างน้อย 15 ซม. หรือลึกกว่านั้นตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร วัสดุที่ขุดขึ้นมาจะต้องนำไปกองไว้ต่างหาก เพื่อที่อาจจะนำกลับไปใช้ประโยชน์ในส่วนของงานหน้าดิน สำหรับงานหน้าดินของด้านลาดเอียง หรือมิฉะนั้นก็ต้องนำไปทิ้ง วัสดุที่ชุดลอกออกมานี้จะนำไปใช้ในการถมอัดเป็นคันดินหรืองานถมอัดอย่างอื่นๆไม่ได้

ดินอ่อนที่อยู่ใต้คันดินที่จะถมอัดให้ทำการขุดออกจนถึงความลึก ซึ่งจะกำหนดโดยผู้ควบคุมงาน ดินอ่อนที่ขุดออกมาและใช้ประโยชน์ไม่ได้ ให้ผู้รับจ้างนำไปทิ้ง ห้ามนำดินอ่อนนี้มาใช้ในงานหน้าดิน หรืองานปลูกหญ้าตามลาดเอียง

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-3
งานบ่อยืมวัสดุ

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การถากถางและขุดสิ่งไม่พึงประสงค์ การขุดลอกหน้าดิน การขุดวัสดุขึ้นมา การบรรทุก และตกแต่งบ่อยืมวัสดุ นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงการทำหลุมขุด (Test Pits) หลุมเจาะ (Test Holes) และการเก็บวัสดุตัวอย่างมาทดสอบ

1. วิธีการก่อสร้าง

1) บ่อยืมวัสดุในเขตบริเวณที่ก่อสร้าง

วัสดุในเขตสงวนของบริเวณที่ก่อสร้างสามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างได้ แต่ต้องให้มีคุณสมบัติ หรือผสมให้ถูกต้องตามมาตรฐานของงานก่อสร้างแต่ละหัวข้อตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน

ถ้าการขุดบ่อยืมดังกล่าว ทำให้เกิดข้อจำกัดหรือสิ่งขวางกั้นการไหลของน้ำในคลอง ผู้ควบคุมงานจะให้ผู้รับจ้างทำการนำสิ่งที่ขวางกั้นหรือข้อจำกัดนั้นๆ ออกไป โดยที่ค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง

ก่อนทำการขุดวัสดุจากบ่อยืม ผู้รับจ้างจะต้องถากถางและขุดสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ ออกไปเสียก่อน ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-1 และจะต้องขุดลอกหน้าดินออกตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-2

ความลาดชันด้านข้าง ของการขุดบ่อยืม จะต้องไม่ชันกว่า 1:2 (1 ทางแนวตั้ง ต่อ 2 ทางแนวนอน) และหากการขุดดินจากบ่อยืมนั้นเป็นส่วนหนึ่งของงานดินขุดที่จะต้องทำตามที่ระบุในแบบแปลน ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานงานก่อสร้างในหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลน แสดงตำแหน่ง รูปร่าง และขนาดของบ่อยืมที่จะทำการขุด เสนอต่อผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหลุมขุดหรือหลุมเจาะในบริเวณที่จะใช้เป็นบ่อยืมวัสดุนั้น พร้อมทั้งจัดส่งตัวอย่างของวัสดุที่จะขุดขึ้นมาใช้ประโยชน์จากบ่อยืมนั้นๆ ให้แก่ผู้ควบคุมงาน ก่อนทำการขุดบ่อยืมนั้นๆ ผู้ควบคุมงานจะแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้รับจ้างว่าอนุญาตให้ขุดและใช้วัสดุจากบ่อยืมนั้นหรือไม่ ภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วัน หลังจากรับแบบแปลนการขุด ตัวอย่าง และผลการทดสอบวัสดุจากผู้รับจ้างแล้ว

วัสดุที่ไม่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ในส่วนหนึ่งส่วนใดของงานก่อสร้างไม่ได้โดยเด็ดขาด

2) บ่อยืมวัสดุนอกเขตบริเวณที่ก่อสร้าง

ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุที่เหมาะสมจากแหล่งอื่น หรือบ่อยืมที่อยู่นอกเขต บริเวณที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดหาวัสดุดังกล่าวนี้ รวมถึงค่าที่ดินค่าธรรมเนียม ค่าภาษี ค่าดำเนินการทางกฎหมาย และอื่นๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งบ่อยืมวัสดุดังกล่าว

ผู้รับจ้างอาจจะเลือกใช้ วัสดุจากบ่อยืม ภายนอกบริเวณก่อสร้างใช้ในงานก่อสร้างได้ แต่อย่างไรก็ตาม ให้นำวัสดุที่ได้จากงานดินขุดตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-7 และ 3-1 มาใช้เป็นวัสดุในงานดินถมก่อนได้ หากวัสดุนั้นมีคุณสมบัติเหมาะสมและถูกต้องตามมาตรฐาน ถ้ามีปริมาณไม่เพียงพอจึงจะใช้วัสดุจากบ่อยืม ซึ่งอยู่นอกบริเวณที่ก่อสร้างต่อไป

บ่อยืมวัสดุจะต้องขุดให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ก้นบ่อยืมราบเรียบ ภายหลังจากทำการขุดวัสดุที่นำไปใช้ประโยชน์ได้สำเร็จเรียบร้อยแล้ว หน้าดินที่เหลือ รวมทั้งวัสดุที่ไม่เหมาะสมอื่นๆ ที่ขุดขึ้นมาจะต้องนำไปถมกลบลงให้ทั่วบริเวณบ่อยืม พร้อมทั้งเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบร้อย

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-4
การขนย้ายและการขนส่งวัสดุ

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การขนย้าย หรือการขนส่งดิน หรือวัสดุอื่นๆ ทั้งหลายจากแหล่งที่ขุด หรือจากบ่อยืมวัสดุ นำไปทิ้ง หรือนำไปใช้ก่อสร้างงานดินคันทาง คันกั้นน้ำ หรืองานดินถมอื่นๆ รวมทั้งการขนวัสดุก่อสร้างอื่นๆ เพื่อใช้ในการก่อสร้าง

1. การก่อสร้างเส้นทางขนส่งวัสดุ

ผู้รับจ้างจะต้องพยายามใช้แนวของคันดินหรือคันกั้นน้ำ ที่จะก่อสร้างให้เป็นเส้นทางสำหรับใช้ขนย้ายหรือขนส่งวัสดุให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อจะได้ประโยชน์จากการบดอัดอันเนื่องมาจากล้อรถบรรทุกที่ใช้ขนย้ายวัสดุนั้น

2. การใช้เส้นทางสาธารณะ

เมื่อผู้รับจ้างใช้ทางสาธารณะ เป็นเส้นทางขนย้ายวัสดุหรือขนส่งวัสดุ ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือฉีดพรมน้ำ เพื่อที่จะกำจัดฝุ่นบนถนน ซึ่งไปรบกวนผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงหรือผู้สัญจรไปมา การฉีดพรมน้ำลงไปบนถนน ผู้รับจ้างจะต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ

ผู้รับจ้างจะต้องกลบร่องและหลุมบ่อต่างๆ รวมทั้งกวาดวัสดุที่ตกหล่นออกไปให้พ้นผิวจราจรและต้องซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือเสียหาย อันเนื่องมาจากการขนย้ายวัสดุผ่านถนนสาธารณะนั้นอย่างสม่ำเสมอ การซ่อมแซมดังกล่าวจะรวมถึงการซ่อมแซมองค์ประกอบทั้งหมดของถนน อันได้แก่ ผิวจราจร เครื่องหมายจราจร รั้วกั้น ฯลฯ และผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมถนน จนเป็นที่พอใจของเจ้าของถนน หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบถนนเส้นนั้น

ในกรณีที่เจ้าของ หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบถนนนั้น ต้องการเงินชดเชยแทนการซ่อมแซมส่วนที่เสียหายอันเนื่องมาจากการใช้ถนนนั้นเป็นเส้นทางการขนย้ายหรือขนส่งวัสดุ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายต่างๆ ดังกล่าวเองทั้งสิ้น

การขนส่งวัสดุของผู้รับจ้างจะต้องจัดเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้กีดขวางเส้นทางจราจรสาธารณะน้อยที่สุด และผู้ควบคุมงานอาจจะสั่งการให้หยุดขนส่งได้เป็นการชั่วคราว หรือให้เปลี่ยนเวลาขนวัสดุได้ตามที่เห็นสมควร ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตาม

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-5
การทิ้งวัสดุ

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การขนย้ายและการทิ้งวัสดุทุกชนิด ที่ได้จากการขุด ถากถาง และขุดสิ่งไม่พึงประสงค์ และการลอกหน้าดิน ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ และผู้ว่าจ้างไม่พึงประสงค์จะเก็บวัสดุดังกล่าวไว้ใช้งานต่อไป ในการก่อสร้างคันดิน คันกั้นน้ำ ถนน และงานหน้าดิน หรืองานดินถมอื่นๆ

1. สถานที่ทิ้งวัสดุ

จุดประสงค์ของสัญญานี้ก็เพื่อให้ผู้รับจ้างทิ้งวัสดุต่างๆ ที่ไม่ใช้ประโยชน์ ณ สถานที่ซึ่งผู้รับจ้างได้เลือกและจัดเตรียมไว้แล้ว ผู้รับจ้างอาจจะทิ้งวัสดุเหล่านี้โดยการนำไปถมที่ส่วนบุคคล แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดการสิ่งต่างๆ เอง อันได้แก่ การติดต่อกับเจ้าของที่ดิน ค่าใช้สถานที่และอื่นๆ ผู้รับจ้างอาจจะทิ้งวัสดุเหล่านี้ลงในบริเวณที่สาธารณะ แต่จะต้องได้รับการยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน และผู้รับจ้างจะต้องรับภาระเรื่องค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ผู้รับจ้างอาจจะทิ้งวัสดุลงในบริเวณที่กำจัดของเสียของผู้ว่าจ้าง หรือถมที่ซึ่งทางผู้ว่าจ้างจัดเตรียมไว้ให้ แต่ทั้งนี้จะต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

การทิ้งวัสดุลงบนสถานที่ส่วนบุคคลหรือผู้ว่าจ้างก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด รวมทั้งอัตราการเสี่ยงต่อความเสียหายในทรัพย์สินข้างเคียง ชีวิตและสิ่งต่างๆ ด้วย และจะไม่มีการเรียกร้องใดๆ หรือขอรับเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้างในผลต่างๆ ที่เกิดจากการทิ้งวัสดุของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องมีสำเนาจดหมายและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับการยินยอมให้ใช้ที่ดิน เพื่อเป็นสถานที่ทิ้งวัสดุ ระหว่างผู้รับจ้างและเจ้าของที่ดินหรือผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐาน เพื่อให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบได้เมื่อต้องการ ผู้ควบคุมงานอาจสั่งการให้ผู้รับจ้างหยุดกระทำการทิ้งวัสดุได้ตลอดเวลา หากพิจารณาเห็นว่าการทิ้งวัสดุดังกล่าว จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อบริเวณที่สาธารณะ หรือจะทำให้เกิดกรณีพิพาทเกี่ยวเนื่องถึงผู้ว่าจ้าง

การขนส่งวัสดุไปทิ้งให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-4

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-6
งานกำแพงกั้นน้ำ พนังกั้นน้ำ และการสูบน้ำออก

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การก่อสร้างกำแพง พนังดินหรือคันดิน เพื่อป้องกันมิให้น้ำจากภายนอก ไหลเข้าไปทำความเสียหายแก่งานที่กำลังดำเนินการก่อสร้าง งานนี้ยังรวมถึงการจัดหาเครื่องสูบน้ำหรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้สูบน้ำออกจากบริเวณที่กำลังก่อสร้างด้วย และยังครอบคลุมถึงการรื้อถอนกำแพงหรือคันกั้นน้ำดังกล่าวออกจากบริเวณก่อสร้างภายหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ

1. วิธีการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องสร้างกำแพง พนังดินหรือคันดิน ล้อมรอบสถานที่ก่อสร้างหรือสถานที่ที่มีการขุดดิน โดยให้มีความสูงเพียงพอที่จะป้องกันน้ำจากภายนอกได้ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดความสูงของสันกำแพง หรือพนังกั้นน้ำเอาเอง โดยที่ค่าใช้จ่ายต่างๆ และความเสี่ยงต่อการพังทลายหรือความเสียหายใดๆ ที่มีต่อกำแพงกั้นน้ำ อันเนื่องมาจากน้ำไหลข้ามได้ให้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม เครื่องสูบน้ำ ท่อน้ำ น้ำมัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ให้แสงสว่างในเวลากลางคืนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อใช้สูบน้ำออกและใช้ควบคุมระดับน้ำ ซึ่งไหลเข้ามาทางอื่นหรือน้ำที่ซึมออกมาจากใต้ดินให้แห้งตลอดเวลา

ถ้าการสูบน้ำออกหรือการควบคุมระดับน้ำในกำแพงกั้นน้ำล้มเหลว อาจจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เช่น เกิดน้ำท่วมอย่างหนักภายนอก อุปกรณ์สูบน้ำใช้การไม่ได้ กำแพงหรือพนังกั้นน้ำพังทลายหรือรั่ว อันเป็นเหตุให้การขุดและงานที่กำลังก่อสร้างได้รับความเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมแซมส่วนของงานที่เสียหายให้ดีเหมือนเดิม หรืออาจจะสร้างขึ้นใหม่ โดยที่ค่าใช้จ่ายในการนี้ให้เป็นภาระของผู้รับจ้าง ส่วนที่เป็นคันดินหรือฐานรากซึ่งได้รับความเสียหายหรือไม่แข็งแรง อันเนื่องมาจากน้ำที่ไหลผ่านเข้ามา ผู้รับจ้างจะต้องรื้อออกแล้วสร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมด

ผู้รับจ้างจะต้องวางท่อระบายน้ำ ขุดร่องระบายน้ำ หรือทางระบายน้ำ เพื่อใช้เป็นเส้นทางนำน้ำที่สูบออกมาจากสถานที่ก่อสร้างไปทิ้ง ณ สถานที่ที่เหมาะสม และต้องไม่ทิ้งน้ำในที่ส่วนบุคคลอื่นใด อันจะก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นได้ แต่ควรจะทิ้งน้ำลงในทางระบายน้ำสาธารณะซึ่งมีความสามารถในการระบายน้ำเพียงพอ

น้ำที่ปล่อยทิ้งไปจะต้องไม่ให้ไหลบนผิวจราจรของถนนใดๆ ทั้งสิ้น ถ้ามีความจำเป็นต้องนำน้ำดังกล่าวข้ามถนน ผู้รับจ้างจะต้องจัดการวางท่อลอดหรือข้ามถนนนั้น พร้อมทั้งให้มีระบบป้องกันที่ดี และต้องให้แน่ใจว่าท่อเหล่านี้ จะไม่ทำให้เกิดอันตรายหรือความไม่สะดวกสบายต่อผู้ใช้ถนนแต่อย่างใด

เมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนกำแพงหรือพนังกั้นน้ำ พร้อมทั้งส่วนประกอบต่างๆ ออกไปจากสถานที่ก่อสร้าง และจะต้องทำการปรับพื้นที่ ตกแต่ง และทำความสะอาดบริเวณดังกล่าวให้เรียบร้อย

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-7
งานขุดดิน

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การขุดแต่งดินภายในเขตก่อสร้าง เพื่อสร้างคันดินหรือขุดถนนเดิม เพื่อทำการก่อสร้าง ให้มีรูปร่างและระดับตามรูปตัด และข้อกำหนดในแบบแปลน รวมทั้งการนำวัสดุที่ขุดแล้วไปใช้ และนำวัสดุที่ไม่ต้องการไปทิ้งด้วย

1. ชนิดของงานขุดดิน

งานขุดดินโดยทั่วไป จำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.1 งานขุดชนิดที่ไม่ระบุประเภทวัสดุ หมายถึง งานขุด ตกแต่งคันดินหรือคันทาง ซึ่งจะเป็นวัสดุประเภทใดๆ ก็ได้

1.2 งานขุดชนิดที่ระบุประเภทวัสดุ หมายถึง งานขุด ตกแต่งคันดินหรือคันทาง ซึ่งระบุประเภทของวัสดุ โดยจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) งานขุดดิน หมายถึง งานขุด ตกแต่งคันดินหรือคันทาง โดยวัสดุซึ่งจะขุดนั้นไม่ถือเป็นหินผุหรือหินแข็ง
2) งานขุดหินผุ หมายถึง งานขุด ตกแต่งคันดิน หรือคันทาง ซึ่งจะต้องใช้เครื่องจักรขุดดินสภาพดี ที่มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 28 เมตริกตัน และมีกำลังขนาด 270 แรงม้าขึ้นไปติดใบคราด ไถคราด จึงจะขุดออกได้
3) งานขุดหินแข็ง หมายถึง งานขุด ตกแต่งคันดินหรือคันทาง ซึ่งจะต้องดำเนินการด้วยวิธีการเจาะและระเบิด และให้รวมถึงการขุดขนย้ายหินลอย ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.75 ลูกบาศก์เมตร ขึ้นไปด้วย

1.3 งานขุดวัสดุซึ่งไม่เหมาะสม หมายถึง งานขุดวัสดุที่มีคุณภาพต่ำภายในบริเวณที่ก่อสร้าง โดยวัสดุที่ขุดออกนั้น ไม่มีคุณสมบัติที่จะใช้ก่อสร้างคันดินหรือคันทางหรือเป็นฐานรองรับคันทางได้ ได้แก่ เศษวัสดุต่างๆ ดินเลน ดินอินทรีย์ หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน หรือตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแบบแปลน ทั้งนี้ไม่รวมงานขุดวัสดุที่มีคุณภาพต่ำในคันทางเดิมตามข้อ 1.4

1.4 งานขุดและเสริมบริเวณดินอ่อน หมายถึง งานขุดวัสดุที่มีคุณภาพต่ำในท้องคลองคันดินหรือคันทางออก รวมถึงการนำเอาวัสดุคัดเลือกที่มีคุณภาพตามกำหนดไว้ในแบบแปลนมาถมให้ได้รูปร่าง ระดับ และความหนาแน่นตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน หรือความแน่น 95% ของการทดสอบตามมาตรฐานงานทดสอบวัสดุของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201-57

2. วิธีการก่อสร้าง

2.1 วัสดุที่ใช้ได้ทั้งหมด

วัสดุที่ใช้ได้ซึ่งได้จากงานขุดและตกแต่งคันดินหรือคันทางนี้ จะนำไปใช้ในงานก่อสร้างคันดินหรือคันทางที่เกี่ยวข้องได้จนเพียงพอแก่ความต้องการ วัสดุส่วนที่เหลือและเศษวัสดุที่ใช้ไม่ได้นั้น ให้นำไปทิ้งตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-5

2.2 วัสดุที่ใช้ไม่ได้

จะต้องขุดออกให้ลึกจากระดับดินถมชั้น Subgrade หรือระดับดินฐานรากของ Embankment ให้ถึงระดับตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน หรือตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด เมื่อได้ขุดวัสดุดังกล่าวออกแล้วก็ดี หรือในการขุดดินเดิมเพื่อทำฐานรับคันดินหรือคันทางเป็นขั้นบันไดก็ดี จะต้องนำวัสดุอื่นมาถมแทนวัสดุที่จะนำมาใช้ และวิธีการดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-8

2.3 ลาดดินขุดทั่วไป

จะต้องแต่งให้เรียบร้อยและประณีตเหมาะสมกับคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด หากมีวัสดุที่แตก หลุด หรือเลื่อนไหลลงมา จะต้องขนไปทิ้งให้หมด

3. ส่วนคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ทุกจุดของงานขุดคันดิน หรือคันทางที่ตกแต่งได้รูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลนแล้วเมื่อวัดสอบด้วยบรรทัดยาว 3.00 เมตร ตามแนวขนานกับแนวศูนย์กลางคันดินหรือคันทาง ระดับในช่วง 3.00 เมตร ต้องต่างกันไม่เกิน 1 ซม. หรือมีระดับแตกต่างไปจากระดับที่กำหนดให้ในแบบแปลนได้ไม่เกิน 1.5 ซม.

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-8
งานดินถม

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การก่อสร้างดินถม คันกั้นน้ำ คันดิน คันทางหรืองานดินถมอื่นๆ ซึ่งรวมถึงการเคลื่อนย้ายวัสดุที่มีคุณภาพถูกต้อง มาถม เกลี่ย ปรับความชื้น บดอัด และตกแต่งให้ได้แนว ระดับ ความลาดเอียง ขนาด และรูปตัด ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนด งานนี้รวมถึงการจัดเตรียมวัสดุนำมากอง ตากแห้ง และผสมกัน เพื่อให้ได้คุณภาพถูกต้องตามมาตรฐานก่อนที่จะนำไปใช้งาน

1. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในงานดินถมต้องเป็นวัสดุที่มีคุณภาพดี อาจจะเป็นดินขุดที่ได้มาจากคลองหรือร่องน้ำ หรือจากบ่อยืมที่ผ่านการเห็นชอบแล้ว และต้องปราศจากอินทรีย์วัตถุ รากไม้ หญ้า ใบไม้ หรือวัสดุที่เน่าเปื่อยต่างๆ

สำหรับวัสดุที่ระบุว่าเป็น "วัสดุคัดเลือก" ให้มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ขนาดเม็ดวัสดุโตไม่เกิน 50 มม. และมีส่วนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

วัสดุที่ใช้ต้องมีการบวมตัว จากการทดสอบหาค่า C.B.R. ไม่เกินร้อยละ 4 ตามวิธีการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบที่ มยผ. 2203-57 และมีความแน่นแห้งสูงสุด ไม่น้อยกว่า 1,440 กิโลกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร และให้มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่ระบุในแบบแปลน

วัสดุที่ใช้ถมอาจใช้วัสดุสองชนิดมาผสมกันก็ได้ แต่ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดดังได้กล่าวไว้ในวิธีการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า ก่อนที่จะดำเนินการก่อสร้างงานดินถม อย่างน้อย 14 วัน ในเรื่องของแหล่งวัสดุที่จะใช้ และจะต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุและผลการทดสอบ ซึ่งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้ทราบว่า วัสดุเหล่านั้นผ่านการเห็นชอบหรือไม่ภายใน 30 วัน หลังจากที่ได้รับตัวอย่างวัสดุและผลการทดสอบจากผู้รับจ้างแล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดทำหลุมตรวจสอบวัสดุ ที่แหล่งวัสดุ ก่อนที่จะนำมาดำเนินการก่อสร้าง เพื่อให้แน่ใจว่าแหล่งวัสดุนั้นมีไปอย่างต่อเนื่องและเพียงพอ ห้ามผู้รับจ้างใช้วัสดุที่ยังไม่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมาใช้ในงานดินถมโดยเด็ดขาด

ถึงแม้ว่าผู้รับจ้างจะได้รับความเห็นชอบให้ใช้วัสดุจากแหล่งวัสดุหรือบ่อยืมนั้นแล้วก็ตาม แต่ถ้าคุณภาพวัสดุที่ขุดขึ้นมาแตกต่างไปจากคุณภาพที่ได้จากการทดสอบในห้องทดลอง หรือแตกต่างไปจากวัสดุที่ขุดขึ้นมาก่อนหน้านี้ ผู้ควบคุมงานอาจจะให้ผู้รับจ้างงดใช้วัสดุดังกล่าวเพื่อก่อสร้างต่อไป ดังนั้นผู้รับจ้างควรจะมีแหล่งวัสดุสำรองอย่างเพียงพอ เพื่อว่าจะไม่ทำให้การก่อสร้างต้องหยุดชะงัก

วัสดุที่นำมาก่อสร้างคันกั้นน้ำจะต้องมีค่า Plasticity Index ระหว่าง 7-30 เปอร์เซ็นต์ หรือดังแสดงในแบบแปลน

2. วิธีการก่อสร้าง

ก่อนจะเริ่มงานดินถม จะต้องถากถาง ขุดสิ่งไม่พึงประสงค์ และต้องขุดลอกหน้าดินตามมาตรฐานการก่อสร้างเสียก่อน น้ำที่ขังอยู่ในหลุม บ่อหรือโพรง จะต้องระบายออกให้หมดหลังจากขุดลอกหน้าดินออกไปแล้ว จะต้องใช้เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมบดอัดหนึ่งเที่ยวหรือโดยวิธีการชนิดอื่นๆ ที่เหมาะสม

การถมคันดินจะต้องสร้างให้ได้แนว ระดับ ความลาดเอียง ขนาด และรูปตัดตามที่แสดงไว้ในแบบแปลนวัสดุสำหรับงานดินถม จะต้องนำมาผสมให้เข้ากัน โดยใช้ใบมีดรถเกลี่ยกลับไปกลับมา หรือใช้วิธีอื่นที่คล้ายกัน จนได้วัสดุเป็นเนื้อเดียวกัน พรมน้ำตามจำนวนที่ต้องการ แล้วใช้รถเกลี่ยปาดเกลี่ยให้วัสดุมีความชื้นสม่ำเสมอทั่วกัน ก่อนทำการบดอัด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ชั้นของวัสดุหลังการบดอัดมีความแน่นและความชื้นสม่ำเสมอ

การถมคันดินจะต้องก่อสร้างเป็นชั้นๆ ตามลำดับความหนาของแต่ละชั้นเมื่อบดอัด แล้วจะต้องไม่เกิน 20 ซม. การบดอัดจะต้องกระทำให้ได้ไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ของความแน่นแห้งสูงสุด หรือดังแสดงในแบบแปลน ตามมาตรฐานการทดสอบ มยผ. 2201-57 ความชื้นของวัสดุในขณะทำการบดอัดจะต้องอยู่ในช่วงระดับพอเหมาะ แต่ต้องไม่มากกว่าความชื้นพอเหมาะเกิน $\pm$ 3 เปอร์เซ็นต์ หรือให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบแปลน

หลังจากสิ้นสุดการทำงานในแต่ละวัน จะต้องปาดผิวหน้าคันดินให้มีความลาดเอียงด้านข้างเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำฝนที่ตกลงมาสามารถไหลออกไปได้ โดยไม่ขังอยู่บนคันดินที่ถมแล้ว

ถ้าวัสดุที่ใช้ถมทำเป็นคันดิน ประกอบไปด้วย วัสดุสองชนิดขึ้นไป เช่น ทรายหรือดินตะกอนผสมกับวัสดุที่มีดินเหนียวปน ผู้รับจ้างจะต้องผสมจนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกันมีคุณภาพตามที่กำหนด และจะต้องไม่มีส่วนที่เป็นทรายล้วน หรือดินตะกอนล้วนๆ หลงเหลืออยู่ การผสมให้เข้ากันอาจจะกระทำขณะทำการขุดวัสดุออกมาจากแหล่งวัสดุก็ได้ โดยใช้วิธีการขุดที่เหมาะสม เพื่อให้วัสดุจำพวกทราย ดินตะกอนและดินเหนียว ซึ่งอยู่ในแต่ละขั้นผสมกันโดยอัตโนมัติ ผู้รับจ้างอาจจะใช้วิธีผสมในขณะทำการก่อสร้าง โดยใช้ใบมีดรถเกลี่ย เกลี่ยกลับไปกลับมา หรือวิธีอื่นที่คล้ายกันวัสดุที่ผสมไม่เข้ากัน หรือผสมเข้ากันไม่ดีผู้ควบคุมงานอาจให้รื้อออก เพื่อทำการผสมและบดอัดใหม่หรือให้ขนไปทิ้ง

ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเรื่องการกองวัสดุที่จะนำมาก่อสร้าง และเศษของวัสดุที่จะตกหล่นในขณะทำการก่อสร้าง มิให้ตกลงไปในร่องระบายน้ำ คลอง หรือที่สาธารณะอื่นใดในบริเวณข้างเคียง

หลังจากก่อสร้างคันดินแล้วเสร็จในแต่ละส่วน ผู้รับจ้างจะต้องขนวัสดุที่เหลือเศษออกไปจากพื้นที่บริเวณฐานของคันดิน จนถึงเขตแนวก่อสร้าง

3. ส่วนคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

การก่อสร้างงานดินถม จะต้องกระทำอย่างประณีตให้ได้รูปร่างระดับ หรือความลาดตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน ระดับของสันคันดิน และความลาดด้านข้าง หลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ จะต้องมีค่าคลาดเคลื่อนไม่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-7

หมวดที่ 3 งานระบายน้ำ
มาตรฐานงานก่อสร้างหมายเลข 3-1
งานคันหินและรางระบายน้ำตื้นคอนกรีต

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การหล่อคันหิน รางระบายน้ำตื้นคอนกรีต กับที่ตามรูปร่างต่างๆ ดังรายละเอียดแสดงในแบบแปลนให้ได้แนวระดับ ความลาดเอียง และถูกต้องตามตำแหน่ง ตลอดจนการก่อสร้างฐานที่รองรับ

1. วัสดุ

คอนกรีตที่ใช้หล่อในงานนี้ ต้องเป็นคอนกรีตชนิด ชั้นคุณภาพ ค2 (180 ksc, Cylinder) และเป็นตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1101-52 "มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก" การทาสี Curbs ให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 5-4

2. วิธีการก่อสร้าง

Curb, Gutter และ Separator จะต้องก่อสร้างบนพื้นฐานที่ก่อสร้างด้วยวัสดุ และได้ระดับตามแสดงในแบบแปลน

การก่อสร้าง Curb, Gutter และ Separator จะต้องกำหนดให้มีรอยต่อสำหรับการขยายตัวของโครงสร้าง (Expansion Joint) ทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร หรือตามตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลน สำหรับการก่อสร้าง Curb, Gutter และ Separator ในกรณีที่อยู่ติดกับพื้นถนนคอนกรีต จะต้องกำหนดให้มีรอยต่อ สำหรับการขยายตัวของโครงสร้างอยู่ในตำแหน่งตรงกับรอยต่อ สำหรับการขยายตัวของพื้นถนนคอนกรีต รายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุและวิธีการก่อสร้างรอยต่อ สำหรับการขยายตัวนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 5-2

แบบที่ใช้ในการหล่อคอนกรีต Curb, Gutter และ Separator ให้ถอดได้ภายหลัง 24 ชม. ข้อบกพร่องที่เกิดในเนื้อของคอนกรีตต้องตกแต่งให้เรียบร้อยด้วยปูนทราย ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างซีเมนต์และทรายละเอียด ในอัตรา 1:2 โดยปริมาตรเมื่อแห้ง การตกแต่งผิวให้เป็นรูปร่างต่างๆ ให้กระทำการตกแต่งเพิ่มเติมในขณะที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัว ผิวที่เพิ่มขึ้นใหม่ทำให้เรียบโดยการใช้ปูนทรายไล้อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ส่วนผสมระหว่างซีเมนต์และทรายละเอียดในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรเมื่อแห้ง การไล้ผิวต้องกระทำให้ทั่ว และสีของผิวดูกลมกลืนเป็นสีเดียวกัน เมื่อตกแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทิ้งไว้จนผิวหมาดแล้วให้บ่มผิวคอนกรีตตลอดเวลา เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 วัน โดยปราศจากการกระทบกระเทือนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและยวดยาน Curb, Gutter และ Separator ที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องได้แนวต่อกันไม่หักงอ หรือบิดเบี้ยวจนเสียรูปแบบ

การปูแผ่นทางเท้าแผ่นที่วางอยู่ใกล้กัน จะมีระดับต่างกันไม่เกินกว่า 3 มม. ถ้าหากการปูแผ่นทางเท้าปูไม่ได้ระดับ ห้ามใช้แรงกดหรือกระแทกจนแผ่นทางเท้าแตกหักเสียหาย แต่ให้แก้ไขโดยการยกแผ่นทางเท้าออกก่อน แล้วปรับระดับฐานใหม่

มาตรฐานก่อสร้างหมายเลข 3-2
งานขุดคลองและร่องน้ำ

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การขุดคลองและร่องน้ำตามรายละเอียดในแบบแปลน หรือตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด รวมถึงการขนวัสดุที่ไม่ต้องการไปทิ้ง และการนำเอาวัสดุที่ใช้ประโยชน์ได้ไปใช้เพื่อการก่อสร้างอื่นๆ การขุดจะต้องกระทำให้ได้แนวระดับ ความลาดชัน ความลาดเอียงและรูปตัดตามที่กำหนด รวมทั้งการตกแต่งให้เรียบร้อย พร้อมที่จะปลูกหญ้าหรือดาดผิว ตามที่กำหนดในแบบแปลน

1. วัสดุ

วัสดุที่ขุดอาจจะเป็นชนิดที่ไม่ระบุประเภทวัสดุ หรือชนิดที่ระบุประเภทวัสดุ ตามที่กำหนดในแบบแปลน และให้ดำเนินการตามวิธีของมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-7 หากมิได้ระบุอย่างใดให้ถือว่าเป็นชนิดที่ไม่ระบุประเภทวัสดุ

2. วิธีการก่อสร้าง

วัสดุที่ได้จากการขุดคลองและร่องน้ำ ถ้าเป็นวัสดุที่ใช้งานก่อสร้างในส่วนอื่นๆ ได้ เช่น คันทาง พนังกั้นน้ำ หรือโครงสร้างชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ก็ให้นำวัสดุส่วนนี้ไปใช้ได้หรือขนไปกองในบริเวณพื้นที่ ซึ่งผู้ควบคุมงานจะพิจารณาเห็นสมควร

ในขณะทำการขุดคลองและร่องระบายน้ำเหล่านั้น ต้องอยู่ในสภาพที่ระบายน้ำได้ตลอดเวลา การขุดคลองและร่องน้ำต้องขุดด้วยความประณีตและเรียบร้อย ให้ได้แนว ระดับลาดชัน และรูปตัด ดังแสดงในแบบแปลน หรือผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นสมควร การขุดคลองและร่องน้ำใหญ่หรือกว้างเกินกว่าข้อกำหนดดังกล่าว อาจจะต้องมีการถมกลบและบดอัด หรือไม่ต้องถมกลบขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน แต่จะไม่ได้รับเงินชดเชยในส่วนที่ทำงานขุดคลองและร่องน้ำนั้นๆ เกินกว่ากำหนด

ในขณะดำเนินการขุดคลองและร่องน้ำในส่วนที่จะไปกีดขวางการไหลของน้ำธรรมชาติ ผู้รับจ้างจะต้องขุดคลองผันน้ำหรือการผันน้ำโดยวิธีอื่นๆ ที่ให้ผลเช่นเดียวกัน และคลองผันน้ำนี้อาจจะถือได้ว่าเป็นบ่อยืมวัสดุของผู้ว่าจ้าง ถ้าวัสดุที่ขุดได้มีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานการก่อสร้าง คลองผันน้ำที่ไม่ถือว่าเป็นบ่อยืมวัสดุ ผู้รับจ้างจะต้องทำการถมกลบด้วยวัสดุซึ่งผ่านการเห็นชอบแล้ว และต้องบดอัดให้ได้ตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด ค่าใช้จ่ายในการขุดและการถมกลบดังกล่าวจะต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ส่วนของตลิ่งที่พังลงไปในคลองและร่องน้ำหรือส่วนของดินที่ร่วงตกลงไป ผู้รับจ้างจะต้องขึ้นมาให้หมดด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง และผู้รับจ้างจะต้องคอยระวังมิให้มีการกระทำใดๆ อันจะรบกวน หรือก่อให้เกิดความเสียหายต่อคลองและร่องน้ำที่ขุดแต่งแล้ว ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง

3. ส่วนคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

สำหรับคลองที่ไม่ดาดคอนกรีต ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับงานขุดคลองและร่องน้ำคือ ± 5 ซม. สำหรับลาดเอียงด้านข้าง ส่วนทางด้านก้นคลองไม่ยินยอมให้ค่าระดับสูงกว่าที่แสดงไว้ในแบบแปลน แต่ไม่ต่ำเกินกว่า 5 ซม. ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวให้วัดในแนวตั้งฉากกับความลาดเอียงหรือก้นคลองนั้น ยกเว้นส่วนงานขุดที่มีการขุดกว้างกว่าที่ได้ระบุในแบบแปลนและถือว่าเป็นส่วนของวัสดุบ่อยืม ซึ่งผู้ควบคุมงานยินยอมให้ขุดได้โดยไม่ต้องถมดินกลบ

สำหรับกรณีที่เป็นการขุดลอกคลอง จะต้องทำการขุดลอกท้องคลอง และความลาดด้านข้างให้ได้ระดับ และลักษณะรูปตัดใกล้เคียงกับระดับและรูปตัดตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับระดับท้องคลองและลักษณะรูปตัดคลอง ให้อยู่ภายใต้ดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

สำหรับคลองที่ดาดคอนกรีต ต้องขุดก้นคลองและลาดด้านข้างคลอง ซึ่งเป็นดินเดิมหรือดินที่ถมบดอัดไว้อย่างระมัดระวังมิให้ดินแตกเสียหายหรือหลุดคลอน ในกรณีที่พื้นดินเดิมอยู่ต่ำกว่าระดับก้นคลองหรือระดับลาดด้านข้างคลอง ให้ขุดลอกหน้าดินและนำวัสดุที่เหมาะสมมาถมบดอัดให้ได้รูปร่างคลองตามแบบแปลน และต้องถากตกแต่งให้ได้รูปร่างมิให้คลาดเคลื่อนมากกว่า 2 ซม. จากแนวระดับที่ระบุไว้ในแบบแปลน

4. การทิ้งวัสดุ

การทิ้งวัสดุที่ไม่ใช้ประโยชน์ ให้ถือเอาตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-5 “การทิ้งวัสดุ”

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 3-3
งานดาดผิวคอนกรีต

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย งานดาดผิวคลองและทางระบายน้ำ ที่ใช้ระบายน้ำด้วยคอนกรีตหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามที่ระบุในแบบแปลน รวมทั้งการเตรียมผิว การบดอัดตามลาดเอียงและพื้นท้องของทางระบายน้ำนั้นๆ จัดทำที่กรองหรือดักเม็ดวัสดุ ทราย หรือกรวด สำหรับรองพื้นเทคอนกรีตวางเหล็กเสริม กระทุ้งคอนกรีตให้แน่น ตบแต่งผิวบ่มคอนกรีต ตลอดจนการสร้างรอยต่อในผืนคอนกรีต และการอุดรอยต่อต่างๆ รวมทั้งการจัดหาวัสดุ วัสดุรอยต่อ น้ำยาบ่มคอนกรีต งานลดระดับน้ำใต้ดินและน้ำที่ระบายอยู่หรือระบายน้ำฝน หรืองานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

1. วัสดุ

คอนกรีตใช้ในงานดาดผิวให้ใช้ชนิด ชั้นคุณภาพ ค1-2 (240 ksc, Cylinder) มีค่าการยุบตัว (Slump) ไม่มากกว่า 7.5 ซม. ส่วนผสมของคอนกรีตให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างของ กรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1101-52 "งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก"

เหล็กเสริมที่ใช้ในงานดาดผิว หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1103-52 "งานเหล็กเสริมคอนกรีต" โดยมีจำนวน ขนาดและชนิด ดังแสดงในแบบแปลน

ทรายและหินที่ใช้ประกอบขึ้น สำหรับเป็นชุดกรองน้ำ หรือดักเม็ดดินละเอียด ต้องสะอาดแข็งแกร่งเหมือนกับทรายและหินที่ใช้ในงานคอนกรีต ขนาดของเม็ดและส่วนคละของทรายและหินจะต้องเป็นไปตามที่ได้ระบุไว้ในแบบแปลน

Filter Plug หรือ Flap Valves จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานสากล และได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้ควบคุมงานให้ใช้ได้

2. วิธีการก่อสร้าง

พื้นท้องและลาดเอียงของทางระบายน้ำ ต้องขุด ปาด และบดอัดด้วยเครื่องจักรให้แน่นได้รูปร่างและขนาดก่อนทำการดาดผิว ในที่ซึ่งเป็นดินอ่อนผู้รับจ้างจะต้องขุดดินอ่อนเหล่านั้นออก และถมกลบด้วยวัสดุคัดเลือกที่เหมาะสม ในบริเวณซึ่งขุดดินออกลึกกว่าระดับที่กำหนดต้องทำการถมกลบ

วัสดุที่ใช้ถมต้องเป็นวัสดุที่บ่งให้ใช้เป็นวัสดุถม ตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-8 การถมวัสดุบริเวณลาดเอียงต้องกระทำโดยการตัดลาดเอียงนั้น ให้เป็นรูปขั้นบันไดก่อนทำการถมวัสดุใหม่ลงไป วัสดุที่ถมทุกแห่งต้องทำการบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความแน่นแห้งสูงสุด เมื่อทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202-57

ก่อนทำการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมและสร้างรางหรือพื้นกระดานที่แข็งแรงทั้งสองด้านของฝั่ง เพื่อใช้แขวน Template ในการกำหนดระยะและระดับ และความลาดเอียงของทางระบายน้ำให้แน่นอนและถูกต้อง รางหรือพื้นกระดานจะต้องวางหรือตอกติดกับหลักที่มั่นคงสามารถรับน้ำหนักต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างได้โดยไม่มีการทรุดตัว

ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างชุดกรองวัสดุเม็ดเล็ก ซึ่งประกอบด้วย ทราย หิน Filter Plugs หรือ Flap Valves ในตำแหน่งซึ่งระบุไว้ในแบบแปลน หรือมาตรฐานการก่อสร้าง การวาง Filter Plugs หรือ Flap Valves ต้องวางให้ผิวด้านหน้าเรียบเสมอกับผิวคอนกรีตที่จะทำการดาดขั้นสุดท้าย

พื้นท้องและลาดเอียงทั้งสองด้านของทางระบายน้ำ ต้องทำให้ชุ่มน้ำก่อนทำการดาดคอนกรีต และต้องระวังไม่ให้ชุ่มน้ำมากเกินไปจนเป็นเหตุให้ผิวที่ตบแต่งไว้แล้ว มีคุณสมบัติเลวลง

รอยต่อสำหรับผืนคอนกรีตที่ดาดต้องจัดทำให้ได้รูปร่าง ขนาด ตามที่แสดงในแบบแปลน การทาสีป้องกันการยึดเกาะ (Bond Breading Paint) หรือหยอดยางบิทูเมนบริเวณรอยต่อต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้เปรอะเปื้อนเหล็กเสริม

บริเวณรอยต่อชนิดต่อชนของผืนคอนกรีตที่ทำการดาด ต้องรองรับด้วยฐานคอนกรีตตลอดความยาวของรอยต่อ ในการนี้ต้องขุดร่องเพื่อเทฐานคอนกรีตตามขนาดที่แสดงในแบบแปลนผิวด้านบนของฐานคอนกรีตต้องทำให้เรียบด้วยเกรียง หลังจากฐานคอนกรีตแข็งตัวแล้วให้ทาด้วยสี ป้องกันการยึดเกาะ (Bond Breading Paint) หรือยางบิทูเมนทับหน้าไว้

การเทคอนกรีตต้องเทให้ต่อเนื่องกันในระหว่างรอยต่อทั้งสองแห่ง (1 แผง) และเทช่วงเว้นช่วงรอยต่อต้องจัดเตรียมไว้ให้ตรงแนว ระดับ และสอดคล้องกับค่าความคลาดเคลื่อนที่ระบุไว้ การเทคอนกรีตให้เทจากด้านล่างขึ้นไปตามลาดเอียง การตกแต่งให้ปาดจากด้านล่างสู่ด้านบนเสมอ คอนกรีตที่เทต้องตบและกระทุ้งให้ทั่ว เพื่อให้แน่ใจว่าได้คอนกรีตที่เนื้อแน่นและมีคุณภาพสม่ำเสมอ ถ้าหากใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง และต้องเคลื่อนที่ไปมาในคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ และป้องกันไม่ให้คอนกรีตเกิดการแยกตัว

ผิวหน้าของคอนกรีตทั่วไปต้องปาดให้เรียบด้วยเกรียงไม้ ส่วนของผิวโค้งบริเวณมุมด้านล่างและขอบบน ให้ปาดและตกแต่งด้วยเกรียงโลหะให้ได้รูปร่างตามแบบแปลน

ในที่ซึ่งระบุให้มีการเสริมเหล็ก เหล็กเสริมต้องจัดทำให้ได้รูปร่าง แล้ววางตามระบุในแบบแปลน และมาตรฐานการก่อสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1103-52 "งานเหล็กเสริมคอนกรีต" ความหนาของคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมจะต้องเป็นไปตามแบบแปลน ถ้าหากไม่ระบุตำแหน่งไว้ในแบบแปลน ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กสำหรับงานดาดผิวทางระบายน้ำ ให้หมายถึงระยะตั้งฉากจากผิวสัมผัสกับน้ำของคอนกรีตมาถึงผิวของเหล็กเสริม เหล็กเสริมหลักต้องรองรับด้วยลูกปูนที่หล่อเตรียมไว้ หรือห้อยอยู่กับเหล็กที่แขวนลงมาจากไม้ที่ทำไว้ เพื่อเป็นทางเดินสำหรับเทคอนกรีต เมื่อเทคอนกรีตจนถึงผิวเหล็กเสริมด้านบนให้ตัดเหล็กที่แขวนลงมาจากไม้ที่ทำไว้ เพื่อเป็นทางเดินสำหรับเทคอนกรีต ลูกปูนที่ใช้รองรับเหล็กเสริมตลอดจนไม้ที่ใช้สำหรับแขวนต้องจัดระยะวางให้เหมาะสม เพื่อรับน้ำหนักต่างๆ ในการเทคอนกรีต และไม่ให้เหล็กเสริมแอ่นและเคลื่อนที่เนื่องจากการเทคอนกรีต

หลักจากการเทคอนกรีตแล้วต้องบ่มด้วยน้ำ หรือบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตติดต่อกันเป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน

3. ความคลาดเคลื่อนและข้อจำกัดของงานดาดผิว

- ที่รอยต่อทางขวางทุกแห่ง พื้นผิวคอนกรีตที่ดาดไว้ที่ด้านเหนือน้ำ ต้องสูงกว่าด้านท้ายน้ำ
- ผิวของผืนคอนกรีตที่ดาดในช่วงใดช่วงหนึ่งระหว่างรอยต่อ จะมีระดับผิวแห่งใดแห่งหนึ่งคลาดเคลื่อนจากผิวทั่วไปในผืนนั้นๆ ได้ไม่เกิน $\pm$ 5 มม.
- ความหนาของคอนกรีตที่ดาดจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบแปลน
- รอยต่อทุกรอยต้องตรงได้ระดับ และจะผิดไปจากแนวและระดับที่แสดงไว้ได้ไม่เกิน 10 มม. ในระยะ 3.00 เมตร โดยการวัดเปรียบเทียบกับไม้บรรทัดขอบตรง

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 3-4
การป้องกันการกัดเซาะด้วยหิน

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การเรียงหิน ยาแนว เทคอนกรีตที่พื้น และลาดเอียงของคูระบายน้ำ แม่น้ำ และคันดินถมต่างๆ รวมถึงการจัดหา ขนย้าย กอง เก็บรักษา คัดเลือกหินชนิดต่างๆ เรียงเข้าที่ บ่มปูนทรายหรือคอนกรีตตลอดจนงานที่จำเป็นอื่นๆ เช่น เตรียมพื้นฐาน พร้อมตบแต่งทำความสะอาด และเคลื่อนย้ายวัสดุที่ไม่ใช้ออกไปนอกเขตก่อสร้าง

1. วัสดุ

หินที่นำมาใช้ในการก่อสร้างต้องมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน สะอาด แข็ง เนื้อแน่น ทนทาน ไม่แตกร่วนหรือผุ อิฐหักหรือคอนกรีตหัก ห้ามนำมาใช้ในงานนี้

ปูนซีเมนต์ ทราย และหิน สำหรับผลิตมอร์ต้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1101-52 "มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก"

2. ชนิดของหินเรียง

2.1 หินเรียงล้วน

งานหินเรียงล้วน (Dry Rip Rap) หมายถึง การเรียงแผ่นหินด้วยมือ โดยไม่มีการใช้ปูนทรายเป็นตัวประสานหินแต่ละแผ่นให้เกาะกัน

ถ้าไม่มีการระบุขนาดของก้อนหินไว้ในแบบแปลน หรือมาตรฐานการก่อสร้างอื่นใด ขนาดของหินที่ใช้จะต้องมีขนาดดังต่อไปนี้

- หินแต่ละก้อนต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 15 กก.
- จำนวน 50% ของก้อนหินทั้งหมดที่ใช้ ต้องมีน้ำหนักแต่ละก้อนไม่น้อยกว่า 25 กก.
- ขนาดด้านสั้นที่สุดของก้อนหินต้องไม่น้อยกว่า 15 ซม.

ในการก่อสร้างต้องเรียงหินบนพื้นฐานที่แน่น ฐานที่รองรับหินเรียงต้องปรับปรุงแต่งใหม่เฉพาะที่ เพื่อให้ส่วนนูนของหินฝังลงไปได้สนิท ส่วนที่โผล่ให้เห็นต้องเรียบเสมอ การเรียงหินต้องให้ก้อนหินเรียงชิดติดกัน เข้าแง่มุมสนิท ซึ่งบางครั้งอาจต้องทำการทุบหรือเฉาะก้อนหินให้ได้รูปร่างที่เหมาะสม เพื่อให้ก้อนหินที่เรียงยึดเกาะกันเอง และเรียงชิดกันได้ดียิ่งขึ้นตามวัตถุประสงค์ของงาน

ผิวบนของหินที่เรียงแล้ว ต้องเรียงโดยไม่โผล่ขึ้นหรือยุบลงเกินกว่า 2 ซม. จากแนวเฉลี่ยของผิวข้างเคียง ความหนาของหินเรียงต้องหนาไม่น้อยกว่าความหนาที่ระบุตามแบบแปลน หรือหนาไม่น้อยกว่า 20 ซม.

2.2 หินเรียงยาแนว

งานหินเรียงยาแนว (Grouted Rip Rap) หมายถึง การเรียงหินโดยวิธีการเดียวกับข้อ 2.1 แต่ช่องว่างระหว่างก้อนหินให้ประสานด้วยปูนทราย

ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นการเฉพาะในแบบแปลนหรือที่อื่นใดในมาตรฐานนี้ ขนาดของก้อนหินให้ใช้ขนาดดังระบุในข้อ 2.1 "หินเรียงล้วน"

เมื่อได้ทำการเรียงหินเสร็จแล้ว ให้เก็บเศษหินและดินที่ไม่ต้องการออกให้หมด แล้วทำให้หินที่เรียงนั้นชุ่มน้ำ ช่องว่างระหว่างก้อนหินให้อุดด้วยปูนทราย ส่วนผสมของปูนทรายประกอบด้วยส่วนผสมของซีเมนต์ 1 ส่วน และทราย 3 ส่วน โดยปริมาตรขณะแห้ง ปริมาณของน้ำที่ใช้ผสมให้มีปริมาณพอเหมาะกับการใช้งาน แต่ไม่มากจนทำให้เสียกำลังในการทำหน้าที่เป็นตัวประสานปูนทรายนี้ต้องเติมลงไปในช่องว่างระหว่างก้อนหิน โดยให้รอยต่อของหินทุกก้อนมีปูนทรายประสานอย่างสมบูรณ์ รอยต่อของปูนทรายนี้ ต้องปาดให้เรียบร้อยและสม่ำเสมอในทุกรอยต่อ

สำหรับหินเรียงที่มีน้ำไหลผ่านอยู่เสมอ เช่น หินเรียงที่ปลายท่อระบายน้ำ หรือลาดเอียงที่มีการระบายน้ำผ่าน การตบแต่งผิวของปูนทรายต้องเรียบและเสมอกับผิวของก้อนหินที่เรียง เพื่อให้ผิวทั้งหมดเรียบเหมาะกับการระบายน้ำ

ความคลาดเคลื่อนของงานหินเรียงยาแนว

- หินเรียงก้อนใดก้อนหนึ่งต้องไม่โผล่ขึ้นหรือยุบลงเกินกว่า 2 ซม. เมื่อเทียบกับผิวเฉลี่ยของผิวทั่วไปใน 1 ตร.ม.
- ความหนาเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่าความหนาที่ระบุไว้ในแบบแปลน หรือมาตรฐานการก่อสร้างนี้

3. สันของหินเรียง (Coping)

สันของหินเรียงล้วนจะต้องก่อสร้างเป็นหินเรียงยาแนว ดังแสดงในแบบแปลน

4. ปลายล่างของหินเรียง (Stone Masonry Cut Off)

ปลายล่างของหินเรียงจะต้องประกอบด้วย การขุดร่องที่ปลายของหินเรียงชนิดต่างๆ เพื่อใส่ก้อนหินแล้วยา หรือประสานหินเหล่านั้นด้วยปูนทราย

ร่องที่ขุดจะต้องได้ขนาดความลึกและความกว้างดังแสดงในแบบแปลน ร่องที่ขุดต้องมีความชื้นพอเหมาะ ที่ก้นของร่องต้องรองพื้นด้วยปูนทราย ซึ่งประกอบด้วย ส่วนผสมของซีเมนต์ 1 ส่วน และทราย 3 ส่วน โดยปริมาตรขณะแห้ง แล้วเรียงก้อนหินลงบนปูนทรายก้นร่องดังกล่าว แล้วเทปูนทรายทับลงไปอีกครั้ง เพื่อประสานให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอดร่อง จำนวนปูนทรายทั้งหมดในการนี้ต้องมีปริมาตรต้องไม่เกิน 50% ของปริมาตรของร่องที่ขุด ขนาดของก้อนหินที่ใช้ให้เป็นไปตามข้อ 2.1

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 3-5
งานท่อระบายน้ำ

ขอบข่าย งานนี้ประกอบด้วย การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การขุดร่องเพื่อวางท่อ การเตรียมรองพื้นท่อ การก่อสร้างฐานรองรับท่อ การเชื่อมต่อท่อ การทดสอบแรงดัน และการถมกลบคืน ในการก่อสร้างท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก และรวมถึงการก่อสร้างบ่อพักน้ำ บ่อรับน้ำ และอาคารส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ทั้งนี้ จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบหรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพื่อผันน้ำ ซ่อมผิวจราจร คันหิน เกาะกลางถนน ทางเดินเท้า ปลูกต้นไม้ หรือปลูกหญ้าที่ชำรุดเสียหาย เนื่องจากการก่อสร้างให้มีสภาพดีดังเดิมหรือดีกว่าสภาพเดิม ก่อนเริ่มการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องทำการเคลื่อนย้ายสิ่งปลูกสร้างและสาธารณูปโภคต่างๆ ที่กีดขวางแนวการวางท่อ และจะต้องติดตั้งใหม่ให้อยู่ในสภาพเดิม โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือจากเจ้าของสิ่งปลูกสร้างนั้นๆ หากมิได้ระบุไว้เป็นรายการแยกต่างหากแล้ว ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1. วัสดุอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการก่อสร้างงานท่อระบายน้ำ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่กำหนดในแบบและมาตรฐานการก่อสร้าง ท่อระบายน้ำและวัสดุอุปกรณ์ส่วนประกอบต่างๆ จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้ที่ใดมาก่อน และผ่านการตรวจสอบเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง

1.1 ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก

ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไป เป็นท่อชนิดปากลิ้นรางหรือปากระฆัง ชนิดและขนาดของท่อให้ใช้ขนาดตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่ความหนาและความแข็งแรงจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก.128/2528 ชั้นที่ 3 นอกจากกรณีที่ได้ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

1.2 อาคารระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กอื่นๆ

1) คอนกรีต: งานคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้าง "งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก" มยผ.1101-52 และหากมิได้กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ชนิดของคอนกรีตโดยทั่วไปจะต้องเป็นชนิดชั้นคุณภาพ ค1

2) เหล็กเสริมคอนกรีต: งานเหล็กเสริมคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้าง "งานเหล็กเสริมคอนกรีต" มยผ.1103-52 และหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. ลงมาให้เป็นชั้นคุณภาพ SR 24 และถ้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ขึ้นไปจะต้องเป็นเหล็กเส้นข้ออ้อย ชั้นคุณภาพ SD 30

1.3 โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จ

ผู้รับจ้างอาจจะก่อสร้างทางระบายน้ำรูปตัวยู หรือทางระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมหรือบ่อพัก หรือท่อกลมรวมบ่อพักโดยวิธีการหล่อสำเร็จรูป โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้างตามรายละเอียด ซึ่งแสดงในแบบก่อสร้างมากที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ และต้องเสนอรายละเอียดรายการคำนวณทางโครงสร้างพร้อมทั้งแบบขยายรายละเอียด (Shop Drawings) และกรรมวิธีการผลิตให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาและได้รับอนุมัติก่อน จึงจะเริ่มดำเนินการก่อสร้างได้

1.4 เหล็กอาบสังกะสี

การอาบสังกะสีจะต้องเป็นการชุบแบบจุ่มร้อน ตามกรรมวิธีของ AASHTO M111 ผิวเหล็กก่อนที่จะนำมาชุบสังกะสี จะต้องสะอาดปราศจากสิ่งสกปรก เศษกระเด็นของการเชื่อมน้ำมันไขมัน สี หรือสารอื่นๆ ที่ทำให้ผิวเหล็กเสียหาย ผิวเหล็กจะต้องทำความสะอาด การทำความสะอาดสนิมเหล็กขี้ดินหรือทราย และสิ่งสกปรกอื่นให้ใช้กระดาษทรายหรือแปรงลวด หรือฆ้อนหรือเครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็น น้ำมัน ไขมันหรือสี จะต้องล้างทำความสะอาดด้วยน้ำมันเบนซินหรือน้ำยาเคมีชนิดอื่นที่เหมาะสม

สังกะสีที่เคลือบบนผิวเหล็กจะมีความหนาสม่ำเสมอปราศจากรอย ขีด แตก แยกพอง จุดที่ถูกสารเคมี หรือข้อบกพร่องอื่นๆ เนื้อสังกะสีจะต้องยึดติดแน่นกับผิวเหล็ก น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบอยู่จะต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 600 กรัมต่อตารางเมตร บริเวณผิวใดที่เสียหายหลังจากที่อาบสังกะสีแล้วจะต้องทาผิวนั้นด้วยสาร Amercoat No. 62 หรือเทียบเท่าทับ 2 ครั้ง

1.5 ฝาตะแกรงเหล็กกล้า

ฝาตะแกรงเหล็กพร้อมกรอบรองรับปิดบ่อพัก หรือส่วนอื่นขององค์ประกอบของระบบท่อระบายน้ำที่เป็นเหล็กแผ่นที่นำมาเชื่อมประกอบ เหล็กที่ใช้ประกอบจะต้องเป็นเหล็กกล้าละมุนที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 55 การเคลือบผิวเหล็กหากมิได้กำหนดเป็นอื่น จะต้องเคลือบผิวตามมาตรฐานการก่อสร้าง "งานทาสี"

1.6 ตะแกรงรับน้ำฝนริมถนน

ตะแกรงรับน้ำฝนที่อยู่ในถนนหรือก่อสร้างไว้ในขอบคันหิน จะต้องทำด้วยเหล็กหล่อที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.536-2527

1.7 งานเหล็กกล้าไร้สนิม

งานเหล็กไร้สนิมตามที่ระบุในแบบ จะต้องใช้เหล็กไร้สนิม (Stainless Steel) ตามมาตรฐาน ASTM A-264 หรือ JIS G 4303, 4304, 4317 หรือเทียบเท่า โดยจะต้องส่งผลการทดลองหรือเอกสารอย่างใดอย่างหนึ่งจากผู้ผลิต เพื่อแสดงว่าเป็นเหล็กไร้สนิม ตามมาตรฐานที่บ่งจริง

2. การระบายน้ำบริเวณหน้างาน

2.1 ทั่วไป

ในระหว่างก่อสร้างงานใดๆ ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมวัสดุและแรงงานสำหรับการผันน้ำออกจากบริเวณหน้างาน โดยจัดเตรียมทางระบายน้ำสำหรับน้ำโสโครก น้ำฝนและน้ำใต้ดินพร้อมทั้งจัดเตรียมทางระบายน้ำสำหรับระบายน้ำจากทางระบายน้ำที่มีอยู่เดิม ออกจากบริเวณหน้างานด้วย

2.2 วิธีการระบายน้ำ

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมอุปกรณ์สูบน้ำอย่างพอเพียงเพื่อสูบน้ำออกจากร่องขุด หรือบริเวณหลุมที่ขุดตลอดเวลาที่ทำการขุดร่อง วางท่อ ก่อสร้างงานคอนกรีต ทดสอบและการถมกลบ กำลังดำเนินอยู่ โดยวิธีการระบายน้ำนั้นให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-6

3. การขุดร่องดินสำหรับวางแนวท่อและทางระบายน้ำ

3.1 ทั่วไป

ขอบข่ายของงานส่วนนี้ ครอบคลุมถึงการขุดดินทั้งหมดสำหรับวางแนวท่อ ทางระบายน้ำคอนกรีตและโครงสร้างคอนกรีต ร่องขุดจะต้องขุดให้ได้แนว ระดับ และความลาดเอียงตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง งานทั้งหมดจะต้องดำเนินการก่อสร้างด้วยวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องสอดคล้องกับกฎหมาย และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

3.2 สิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์ใต้ดินที่กีดขวางการก่อสร้าง

ก่อนทำการขุดร่องสำหรับวางแนวอาคารระบายน้ำ ผู้รับจ้างต้องทำการสำรวจกำหนดแนวอาคารระบายน้ำที่จะทำการก่อสร้าง และหาตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งก่อสร้างและโครงสร้างสาธารณูปโภคต่างๆ ที่อยู่บนพื้นดินและอยู่ใต้ดินทั้งหมด

ผู้รับจ้างจะต้องไม่เคลื่อนย้ายหรือทุบทำลายหรือดำเนินการใดๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความกระทบกระเทือนแก่โครงสร้างหรือสาธารณูปโภคใดๆ ก่อนจะได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างและหน่วยงานที่รับผิดชอบ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้างหมวดที่ 1 ข้อ 4 "ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสาธารณูปโภค"

3.3 การขุดร่องดิน

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการขุดร่องดิน ณ บริเวณใด ผู้รับจ้างต้องได้รับความยินยอมหรือเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

การขุดร่องดินสำหรับวางท่อระบายน้ำ ต้องเป็นเส้นตรงตามแนวและระดับที่แสดงไว้ในแบบแปลน ผู้รับจ้างต้องขนดินที่ขุดออก แล้วทำการบดอัดดินที่บริเวณก้นหลุมให้แน่น บรรดาดินอ่อนที่ก้นหลุมต้องขุดออก แล้วถมกลบด้วยวัสดุคัดเลือก และทำการบดอัดให้แน่น วัสดุรองพื้นท่อต้องเป็นวัสดุคัดเลือกหรือวัสดุที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นตามที่แสดงในแบบแปลน ต้องทำการถม เกลี่ยและบดอัด แล้วขุดให้ได้รูปร่างตามรูปร่างของท่อและปากของท่อบริเวณจุดต่อท่อ ระหว่างการทำการขุดร่องดิน จนกระทั่งวางท่อและถมดินเสร็จเรียบร้อย จะต้องป้องกันมิให้มีน้ำอยู่ภายในร่องที่ขุดในทุกขณะ ในกรณีที่แนวการวางท่อตัดผ่านผิวจราจรแอสฟัลต์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการตัดหรือเจาะผิวแอสฟัลต์นั้น โดยใช้เครื่องมือกลที่เหมาะสมเพื่อให้ผิวจราจรที่ถูกขุดนั้นเป็นแนวสม่ำเสมอ และเป็นการลดพื้นผิวจราจรที่เกิดความเสียหายให้น้อยที่สุด ส่วนของพื้นผิวจราจรแอสฟัลต์ซึ่งชำรุดเสียหายหรือเกิดการแตกร้าวเนื่องจากการก่อสร้าง จะต้องดำเนินการแก้ไขซ่อมแซมให้เป็นที่เรียบร้อยและมีสภาพดีดังเดิม

ในกรณีที่แนวการวางท่อตัดผ่านผิวจราจรคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องทำการตัดหรือเจาะผิวจราจรนั้นให้เป็นแนวตรง เหล็กเสริมในแนวขวางให้ตัดตรงกึ่งกลางแล้วงอพับไว้ หากต้องรื้อทุบคอนกรีตทั้งแผงจะต้องไม่ตัดเหล็กเดือยซึ่งยึดระหว่างแผงออก หากดินชั้นรองพื้นทางของผิวจราจรเดิมเกิดช่องว่างขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งอาจเป็นเหตุให้ผิวจราจรนั้นชำรุดเสียหายในภายหลัง ผิวจราจรนั้นจะต้องรื้อทุบทิ้งและให้ก่อสร้างใหม่ด้วย

สำหรับการขุดร่องดินบนทางเท้าซึ่งเป็นกระเบื้องแผ่น กระเบื้องที่แตกก็จะต้องนำไปทิ้งส่วนที่มีสภาพใช้งานได้ก็คงนำมาใช้ใหม่ได้ การขุดร่องดินเพื่อวางท่อใต้คันหินหรือผนังเดิมให้ใช้วิธี ขุดออก หากคันหินหรือผนังเดิมบริเวณใกล้เคียงกับที่ทำการก่อสร้างได้รับความเสียหายระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดซ่อมให้เรียบร้อยและมีสภาพดีดังเดิม และเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

วิธีการขุด และเครื่องมือที่จะใช้ขุดจะต้องเหมาะสมกับงาน ผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างขุดร่องโดยใช้แรงงานคนเท่านั้น สำหรับในสถานที่ที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าจำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งปลูกสร้างข้างเคียง ในกรณีที่การขุดร่องดินกระทำโดยใช้เครื่องมือกลจะต้องทำการขุดให้ขอบร่องเป็นเส้นตรงเรียบเสมอกัน

การขุดร่องสำหรับการก่อสร้างท่อระบายน้ำ และสำหรับโครงสร้างอื่นๆ จะต้องสอดคล้องกับแนวและระดับ ซึ่งแสดงในแบบก่อสร้างและก่อนทำการขุดร่องดินในตำแหน่งใดๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน หากผู้รับจ้างทำการขุดร่องกว้างเกินกว่าความกว้างที่ระบุในแบบก่อสร้าง ผู้ว่าจ้างอาจเปลี่ยนแปลงชั้นคุณภาพของท่อให้มีมาตรฐานสูงกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายส่วนเกินอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงชั้นของท่อ ซึ่งเป็นผลจากการขุดร่องกว้างเกินกว่าที่ระบุ

ผู้รับจ้างต้องขุดร่องให้ได้ความกว้างน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ต้องเพียงพอและสอดคล้องต่อการก่อสร้าง การถมและบดอัด ตลอดจนเพียงพอสำหรับงานส่วนอื่นๆ ที่สัมพันธ์กัน ส่วนความกว้างทั่วไปของการขุดให้ใช้ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

3.4 การป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งก่อสร้าง และอุปกรณ์สาธารณูปโภคต่างๆ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่ในการป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดขึ้นกับอาคารบ้านเรือน สิ่งก่อสร้างต่างๆ อุปกรณ์สาธารณูปโภค สาธารณสมบัติ หรือทรัพย์สินส่วนบุคคล ผู้รับจ้างจะต้องใช้ความระมัดระวังป้องกันความเสียหายอันอาจจะเกิดกับสิ่งต่างๆ ดังกล่าวทุกประการและความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือแก้ไขสิ่งก่อสร้าง และอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าว เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3.5 พื้นที่ซึ่งมีชั้นน้ำขังหรือพื้นที่ไม่เหมาะสม

งานส่วนนี้จะรวมถึงการขุดใดๆ ซึ่งผู้ควบคุมงานเห็นว่าหลีกเลี่ยงไม่ได้เกี่ยวกับวัสดุ ซึ่งมีอยู่โดยธรรมชาติในพื้นที่ซึ่งอยู่ในขอบข่ายการขุด

บริเวณที่มีชั้นน้ำขังหรือพื้นที่ซึ่งมีลักษณะไม่เหมาะสมต่อการวางท่อหรือการก่อสร้างทางระบายน้ำ ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน โดยอาจต้องทำการขุดร่องดินให้ลึกลงกว่าฐานของฐานรองรับท่อ เพื่อให้พื้นล่างของร่องมีฐานบดอัดที่เหมาะสม ส่วนที่ถูกขุดเกินออกไปจะต้องถูกถมกลบคืนด้วยวัสดุประเภท Non-cohesive ที่ได้รับความเห็นชอบ เช่น ทรายหรือวัสดุเม็ดย่อยถมแผ่เป็นชั้นๆ ให้มีความหนาก่อนบดอัดไม่มากกว่าชั้นละ 15 ซม. และกระทุ้งบดอัดจนแน่น ถ้าดินที่ขุดนั้นไม่ดีพอและไม่มีวัสดุประเภท Non-cohesive ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาดินประเภทนี้มาจากแหล่งอื่นให้ โดยรับผิดชอบเรื่องค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ทั้งหมด

พื้นที่ซึ่งยุบอ่อนโดยธรรมชาติ และไม่เกิดประโยชน์ที่จะขุดลึกลงไปกว่าที่จำเป็น จะต้องปูทับด้วยหินขนาดไม่เล็กกว่า 80 มม. และไม่โตกว่า 150 มม. และกระทุ้งบดอัดให้ได้ระดับตามแบบก่อสร้าง

3.6 ผนังกันดินและค้ำยัน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและทำการติดตั้ง ตลอดจนซ่อมแซมผนังกันดินและค้ำยันด้านข้างของร่องขุด เพื่อป้องกันการพังทลายและเคลื่อนตัวของดินด้านข้าง ซึ่งอาจทำให้ขนาดความกว้างของบริเวณที่ขุดดินแคบกว่าขนาดที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้าง และเพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งปลูกสร้างในบริเวณใกล้เคียงหรือถนนเกิดความเสียหายก่อนที่จะทำการขุดดิน ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบขยายรายละเอียด รวมทั้งแสดงวิธีการก่อสร้างผนังกันดินและค้ำยันที่จะใช้ในงานต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณา

3.7 การปรับตกแต่งร่องขุด

พื้นและด้านข้างของร่องขุดต้องสะอาดปราศจากเศษวัสดุใดๆ ก่อนทำการก่อสร้างฐานรองรับท่อหรือก่อนจะเสร็จงานในแต่ละวัน พื้นของร่องขุดจะต้องตกแต่งให้เรียบไม่เป็นแอ่งในการขุดยอมให้ขุดได้ลึกเท่าที่สามารถจะทำการก่อสร้างฐานรองรับซึ่งอยู่ใต้ขอบท่อ

3.8 การระบายน้ำจากบริเวณที่ขุดดิน

การระบายน้ำหรือสูบน้ำออกจากหลุมที่ขุด ต้องใช้เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ให้เหมาะสม และเพียงพอตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน หากปรากฏว่าการระบายน้ำนั้น ใช้เครื่องมือจักรกล และอุปกรณ์หรือวิธีการที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายต่องานวางท่อหรืออาจเป็นอันตราย หรือทำความเดือนร้อนต่อประชาชน ผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์สั่งการให้แก้ไขวิธีการดำเนินงาน หรือเพิ่มจำนวนเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ แล้วแต่กรณี ค่าใช้จ่ายเพื่อการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4. ฐานรองรับท่อ

วัสดุซึ่งใช้สำหรับก่อสร้างฐานรองรับท่อจะต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง และปราศจากวัสดุเม็ดหยาบซึ่งมีขนาดค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างเพื่อให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนนำไปใช้งาน

ก่อนทำการก่อสร้างฐานรองรับท่อ ร่องขุดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน จึงเริ่มดำเนินการวางวัสดุซึ่งใช้ก่อสร้างฐานรองท่อและบดอัด ให้ได้ความลึกและชนิดของวัสดุที่ใช้ตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง ฐานรองรับท่อต้องได้รูปพอดีกับท่อหรือโครงสร้างที่มีช่องสำหรับก่อสร้างข้อต่อหรือจุดเชื่อมต่อ และผิวบนของชั้นวัสดุที่บดอัดแล้วของฐานรองรับจะต้องได้ระดับถูกต้องสำหรับการก่อสร้างทางระบายน้ำ และฐานรองรับจะต้องถูกบดอัดให้ได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นแห้ง

สูงสุด เมื่อทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) มยผ. 2202-57

5. การวางท่อ

การวางท่อจะต้องวางตามแนวและระดับที่ระบุไว้ในแบบแปลน ขนาดของร่องขุดฐานรองรับท่อและการถมกลบ ต้องทำการก่อสร้างตามที่กำหนดในแบบก่อสร้าง ก่อนที่วางท่อหรือทางระบายน้ำ จะต้องขจัดความสกปรก ซึ่งอาจมีอยู่ภายในท่อบริเวณด้านนอกของปลายเสียบ (Spigot) และบริเวณด้านในของปลายสวม (Socket) จะต้องสะอาดปราศจากวัสดุแปลกปลอมใดๆ

เมื่อจัดเตรียมร่องขุด และฐานรองรับท่อไว้ให้พร้อมแล้ว จึงนำท่อยกลงในร่องขุดก่อนที่จะปล่อยให้ท่อวางลงบนพื้นรองรับเต็มที่ ให้ประคองปลายท่อที่จะต่อเข้าให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมที่จะสวมต่อท่อ กับท่อที่วางไว้แล้วโดยมิให้เกิดความเสียหายต่อพื้นฐานรองรับท่อที่ได้จัดเตรียมไว้ ในการสวมต่อจะระมัดระวังไม่ให้ระดับก้นท่อเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด การเคลื่อนตัวท่อโดยการใช้ไม้บีบอัดกับปลายท่อห้ามกระทำ ยกเว้นเป็นท่อขนาดเล็กและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน โดยจะต้องไม่ทำให้ระดับก้นท่อเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด

การวางท่อแต่ละท่อน จะต้องให้ปลายเสียบหันไปตามทิศทางการไหลของน้ำ และปลายสวมหันไปในทิศตรงข้าม และวางให้ต่อเชื่อมได้ถูกต้องตามแนวความลาดเอียงและระดับ ซึ่งแสดงในแบบก่อสร้าง การวางท่อต้องอยู่ในลักษณะซึ่งตัวท่อมีการรองรับที่แข็งแรงตลอดความยาวของท่อ และหากมิได้กำหนดไว้เป็นอื่น การวางท่อจะต้องเริ่มจากด้านท้ายน้ำขึ้นไปหาเหนือน้ำ

ความคลาดเคลื่อนของท่อแต่ละท่อนที่วางจะมีความคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้ในแบบแปลนได้ไม่มากกว่าค่าที่กำหนดให้ตามตาราง ดังต่อไปนี้

ตารางความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ในการวางท่อระบายน้ำ

ความลาดเอียงของท่อระบายน้ำตามที่ระบุ	**ความคลาดเคลื่อนของท่อแต่ละท่อน**		**ความลาดเอียงของท่อในช่วงความยาว 10 เมตร แตกต่างไปจากที่กำหนด**
	ตามแนวราบ	***ตามแนวดิ่ง***	
1 : 150 หรือราบกว่า	± 10 ม.	± 10 ม.	± 10 ม.
1 : 149 หรือชันกว่า	± 10 ม.	± 10 ม.	± 20 ม.

หากท่อหรือทางระบายน้ำใด เมื่อการวางและก่อสร้างแล้วมีความคลาดเคลื่อนของระดับและความลาดเอียงเกินกว่าค่าที่กำหนดข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนปรับแนววางท่อทำการวางก่อสร้างใหม่พร้อมกับทำการตรวจสอบให้อยู่ในข้อกำหนด โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายส่วนนี้ทั้งหมด ระยะห่างระหว่างปลายท่อตรงบริเวณข้อต่อต้องไม่มากกว่าร้อยละ 0.5 ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ หากเป็นการเชื่อมต่อแบบใช้ปูนทรายโดยรอบ หรือใช้ท่อแบบปากระฆังจะต้องเว้นระยะห่างใต้ท่อเป็นระยะไม่น้อยกว่า 15 ซม. ไว้ใต้จุดเชื่อมต่อของท่อ เพื่อทำการเชื่อมต่อท่อหรือเพื่อให้ตัวท่อนั่งอยู่บนฐานรองรับตลอดความยาวท่อในกรณีของท่อแบบปากระฆัง

ต้องปิดส่วนปลายของท่อที่เปิดหลังจากเสร็จการทำงานในแต่ละวัน และผู้รับจ้างจะต้องแน่ใจว่าภายในท่อสะอาดและไม่มีสิ่งแปลกปลอมใดๆ ตกค้างอยู่

6. การเชื่อมต่อท่อ

6.1 การต่อท่อปากลิ้นราง

การต่อท่อชนิดปากลิ้นรางให้ยาแนวด้วยปูนทรายโดยรอบท่อ ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ปลายท่อแต่ละท่อนจะต้องต่อกันอย่างสนิท สะอาด และทำให้เปียกก่อนทำการต่อเชื่อมส่วนการเชื่อมต่อซึ่งมีการเสริมเหล็ก ดังแสดงในแบบก่อสร้างจะใช้กับรอยเชื่อมต่อซึ่งอยู่ใต้ผิวจราจร รอยต่อที่ใช้ปูนทรายเมื่อปาดได้รูปเรียบร้อยแล้ว จะต้องป้องกันรอยต่อไม่ให้ถูกแสงแดดและให้ชุ่มด้วยความชื้น โดยปิดคลุมด้วยกระสอบชุ่มน้ำเพื่อป้องกันน้ำระเหยจากปูนฉาบ

6.2 การเชื่อมต่อท่อปากระฆัง

ท่อชนิดปากระฆังให้ทำการเชื่อมต่อ โดยใส่แหวนยางนีโอปรีนบนปลายเสียบของท่อท่อนหนึ่งแล้วเคลื่อนท่อดังกล่าว โดยให้แหวนยางกลิ้งเข้าไปสวมพอดีกับปลายสวมของท่อที่ต้องการเชื่อมต่อด้วยรอยเชื่อมต่อ จะต้องได้รับความมั่นใจว่าไม่มีสิ่งสกปรกหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดปะปนอยู่ และตัวแหวนยางนีโอปรีนวางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

6.3 การเชื่อมต่อท่อโดยทั่วไป

การหล่อคอนกรีตหุ้มโดยรอบท่อดังแสดงในแบบก่อสร้าง จะต้องหล่อคลุมเท่าความกว้างของร่องขุด โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการ

การเชื่อมต่อท่อกับบ่อรับน้ำหรือกับกำแพงปีก จะดำเนินการได้ต่อเมื่อบ่อรับน้ำหรือกำแพงปีกก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ในกรณีใดๆ ก็ตามภายในท่อ จะต้องสะอาดไม่มีเศษวัสดุใดๆ ตกค้างหลังจากการเชื่อมต่อท่อเสร็จสิ้น

7. การตรวจสอบก่อนการถมกลบ

แนวการวางท่อระบายน้ำทุกแนว ระดับของท่อ และการต่อเชื่อมท่อ จะต้องได้รับการตรวจสอบและผ่านการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานหลังจากวางท่อ การเชื่อมต่อ และก่อนทำการถมกลบ จะต้องไม่ปรากฏรอยแตกร้าวของท่อ รวมทั้งรอยต่อเชื่อมไม่เกิดการรั่วซึมปรากฏให้เห็นหรือทำให้มีปริมาณน้ำซึมเข้ามาในท่อเป็นเหตุให้ลดขีดความสามารถในการระบายน้ำของท่อนั้น

8. การถมกลบ

เมื่อขุดร่องเรียบร้อยจะต้องทำการวางทางระบายน้ำโดยทันที และดำเนินการถมกลบทันทีที่ผ่านการตรวจสอบและเห็นชอบ คอนกรีตหุ้มท่อจะต้องบ่มเป็นเวลา 3 วัน ก่อนทำการถมกลบและบดอัด

วัสดุซึ่งใช้ถมกลบต้องเป็นไปตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง และผ่านการตรวจสอบเห็นชอบจากวิศวกร การถมกลับต้องถมเป็นชั้นๆ ความหนาของชั้นที่ยังไม่ได้บดอัดต้องไม่มากกว่า 20 ซม. และบดอัดโดยตลอด วัสดุที่ใช้ถมกลบในแต่ละชั้น ถ้าแห้งมากต้องพรมน้ำอย่างทั่วถึงโดยใช้ความชื้นตามที่ผู้ควบคุมงานระบุ เพื่อให้ได้ความหนาแน่นสูงสุดเทียบกับความหนาแน่นของวัสดุรอบๆ ซึ่งไม่ถูกกระทบกระเทือน

การบดอัดวัสดุที่บริเวณด้านข้างท่อหรือทางระบายน้ำ จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าการถมกลบถูกกระทำโดยสม่ำเสมอตลอดทั้งสองข้างของความยาวท่อทั้งหมด การเคลื่อนย้ายดินและเครื่องมือบดอัดที่มีน้ำหนักมาก ต้องกระทำห่างจากท่อไม่น้อยกว่า 1.50 ม. จนกว่าจะมีการถมกลบหลังท่อหนาไม่น้อยกว่า 1/4 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลอดถนน แต่ไม่น้อยกว่า 60 ซม. เว้นเสียแต่จะได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานอุปกรณ์ ซึ่งมีน้ำหนักเบาอาจทำงานได้ในระยะที่กำหนดข้างต้นได้หลังจากได้ถมคันดิน และบดอัดได้ความหนาของชั้นดินเหนือระดับหลังท่อลอดถนนอย่างน้อย 30 ซม.

8.1 การถมกลับในบริเวณผิวถนน

เมื่อการวางท่ออยู่ใต้ผิวจราจร ร่องขุดจะต้องถมกลับด้วยทรายซึ่งผ่านการเห็นชอบว่าสะอาดและระบายน้ำได้ดีจนถึงระดับชั้นดินถม (Subgrade) ทรายจะถูกบดอัดเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีความหนาไม่มากกว่า 20 ซม. และบดอัดให้ได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นแห้งสูงสุด เมื่อทดลองตามมาตรฐาน การทดสอบความแน่น (Modified Compaction Test) มยผ. 2202-57

8.2 การถมกลบในพื้นที่อื่นๆ

วัสดุที่นำมาใช้ถมจะถูกบดอัดเป็นชั้นๆ ความหนาของชั้นก่อนบดอัดต้องไม่มากกว่า 20 ซม. รอบๆ ท่อและตลอดความกว้างของร่อง แล้วบดอัดด้วยความระมัดระวังจนกระทั่งได้ชั้นดินถมกลบ สูง 30 ซม. เหนือหลังท่อในส่วนนี้การบดอัดต้องให้ได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 95% ของความหนาแน่นแห้งสูงสุด เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน การทดสอบความหนาแน่น (Standard Proctor Compaction Test) มยผ. 2201-57

วัสดุคัดเลือกต้องประกอบด้วยวัสดุซึ่งปราศจากเศษต้นไม้ เศษอินทรีย์วัตถุต่างๆ และก้อนดินซึ่งค้างบนตะแกรงขนาด 75 มม. แต่ผ่านตะแกรงขนาด 26.5 มม.

หลังจากถมกลบเรียบร้อยแล้วผิวบนของแนวร่องซึ่งถูกกลบต้องทำเป็นเนินสันมน เพื่อป้องกันการขังหรือการไหลของน้ำบนบริเวณดินถมกลบ

เมื่อเสร็จขั้นตอนงาน การวางท่อ การเชื่อมต่อท่อ และการถมกลบ แนวท่อทั้งหมดรวมถึงบ่อพัก บ่อรับน้ำ บ่อตรวจสอบและบ่อชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในระบบจะต้องได้รับการทำความสะอาดปราศจากขยะมูลฝอย สิ่งกีดขวางใดๆ ตกค้างอยู่ และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

8.3 การซ่อมแซมผิวจราจร

กรณีที่แนวการวางท่ออยู่ในบริเวณพื้นที่ผิวจราจร เมื่อทำการถมกลบท่อเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมและปรับสภาพผิวจราจรที่ชำรุดเสียหายบริเวณดังกล่าวให้เรียบร้อย และมีสภาพดีดังเดิม โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและผู้แทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

9. โครงสร้างที่เกี่ยวข้องและบ่อพัก

9.1 ทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างโครงสร้างของระบบระบายน้ำและบ่อพักตามตำแหน่งซึ่งแสดงในแบบก่อสร้าง เว้นไว้แต่จะกำหนดให้เปลี่ยนแปลงเป็นอื่นโดยผู้ว่าจ้าง

บ่อสำหรับเชื่อมต่อประกอบขึ้นด้วยผนังคอนกรีตและมีฝาคอนกรีต หรือฝาเหล็กหล่อพร้อมกรอบฝา บ่อรับน้ำเข้าที่ผิวบนประกอบขึ้นด้วยผนังคอนกรีตและมีระดับของก้นบ่อเป็นไปตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง บันไดเหล็กไร้สนิมต้องประกอบขึ้นและมีตำแหน่งดังแสดงในแบบก่อสร้าง

9.2 งานขุดดินสำหรับโครงสร้าง

งานขุดดินสำหรับก่อสร้างโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง ต้องทำตามรายละเอียดซึ่งได้ระบุไว้ในหัวข้อ 3 " งานขุดร่องดินสำหรับวางแนวท่อและทางระบายน้ำ"

9.3 งานคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับโครงสร้าง

งานคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับโครงสร้าง ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในหัวข้อ 1.2 "อาคารระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กอื่นๆ"

9.4 โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จ

ทางระบายน้ำรูปสี่เหลี่ยมและรูปตัวยู บ่อพักน้ำหรือบ่อรับน้ำ ซึ่งเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ผู้รับจ้างอาจทำการก่อสร้างโดยการหล่อในที่หรือหล่อสำเร็จรูป ในกรณีที่ใช้วิธีการหล่อสำเร็จรูปผู้รับจ้างจะต้องก่อสร้างให้มีลักษณะตรงตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง หรือตามแบบขยายรายละเอียด (Shop Drawing) ที่ผ่านการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หลังจากได้รับการตรวจและทดสอบให้สอดคล้องกับรายการประกอบแบบก่อสร้างแล้ว โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จต้องถูกจัดส่งไปที่หน้างาน โดยวิธีการซึ่งมีการป้องกันความเสียหายแก่วัสดุอุปกรณ์ไว้เรียบร้อยแล้ว

โครงสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จนี้ต้องติดตั้งวางให้ได้แนว ระดับ และความลาดดังแสดงในแบบก่อสร้าง และส่วนซึ่งเชื่อมต่อจะต้องจรดกันสนิท พร้อมทั้งใช้ปูนทราย ซึ่งมีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์: ทราย เป็น 1:3 ใช้เป็นวัสดุเชื่อมต่อชิ้นส่วนของโครงสร้างเข้าด้วยกัน

ร่องขุดด้านข้างของทางระบายน้ำคอนกรีตหล่อสำเร็จ ต้องถมกลบและกระทุ้งบดอัดเป็นชั้นอย่างสม่ำเสมอด้วยวัสดุเม็ดหยาบจนถึงระดับผิวบนของโครงสร้างหล่อสำเร็จ ซึ่งในการนี้ต้องผ่านการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

9.5 การถมกลบบ่อพัก

หลังจากการขุดร่องหรือหลุมจะต้องก่อสร้างโครงสร้าง ซึ่งได้แก่ บ่อรับน้ำ โดยไม่ให้เกิดความล่าช้า และการถมกลบจะกระทำได้หลังจากที่คอนกรีตมีอายุไม่น้อยกว่า 3 วัน

หมวดที่ 4 งานเบ็ดเตล็ด
มาตรฐานงานก่อสร้างหมายเลข 4-1
งานพื้นทางเดินเท้า

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การสร้างและปูแผ่นทางเดินเท้าคอนกรีตสำเร็จรูปบนพื้นฐานที่เตรียมไว้ให้ได้แนว ระดับ ขนาด และชนิด ดังแสดงในแบบแปลน รวมถึงการสร้างพื้นฐานที่รองรับทางเท้าด้วย

1. วัสดุ

วัสดุที่ใช้รองพื้นทางเดินต้องเป็นทรายสะอาด ปราศจากดินอินทรีย์ หรือสิ่งไม่พึงประสงค์อย่างอื่น วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณสมบัติ ตามมาตรฐานวัสดุถมชนิดโปร่ง ชนิด ก ตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 4-2

แผ่นทางเท้าสำเร็จรูป เป็นแผ่นคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป รูปร่าง และขนาด ดังแสดงในแบบแปลน เมื่อวางเข้าที่แล้วต้องยาแนวด้วยปูนทราย

ปูนทรายที่ใช้อุดช่องว่างระหว่างแผ่นทางเท้า ต้องประกอบด้วย ซีเมนต์และทราย ในอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตรเมื่อแห้ง ผสมกับน้ำพอควรเพื่อเหมาะกับการหยอด และตกแต่งด้วยเกรียงปูน ทรายที่ผสมเกิน 45 นาที ห้ามนำมาใช้หรือนำมาเจือปนกับปูนทรายที่ผสมใหม่ ซีเมนต์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 เล่ม 1 ประเภท 1

2. วิธีการก่อสร้าง

ต้องขุดดิน ถมดิน และปรับพื้นฐานรากให้ได้ระดับ ตามความหนาของการก่อสร้างทางเท้าให้สอดคล้อง ดังแสดงในแบบแปลน บดอัดฐานรากให้แน่นและเรียบ วัสดุที่เหลวและไม่เหมาะสมสำหรับเป็นฐานราก ให้ย้ายออกแล้วกลบด้วยวัสดุชนิดใหม่ที่เหมาะสมแทน

ฐานสำหรับรองรับแผ่นทางเท้าต้องบดให้แน่นเรียบ ก่อนทำการปูแผ่นทางเท้า

การวางแผ่นคอนกรีตทางเท้าให้วางแยกห่างกัน 1 ซม. เป็นแนว และอุดรอยเว้นร่องนั้นๆ ด้วยปูนทราย การปูทางเท้าให้ปูด้วยแผ่นที่มีขนาดเต็มแผ่นทั้งหมด ยกเว้นบางส่วนที่ใช้เต็มแผ่นไม่ได้ หรืออยู่ในแนวโค้งให้หล่อด้วยคอนกรีตมีความหนาเท่ากับแผ่นทางเท้าโดยไม่เสริมเหล็ก คอนกรีตที่ใช้ให้ใช้ชนิด

ชั้นคุณภาพ ค1 (180 ksc, Cylinder) และเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1101-52

มาตรฐานงานก่อสร้างหมายเลข 4-2
งานถมวัสดุชนิดโปร่ง

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การถมวัสดุชนิดโปร่งที่ต้องการให้น้ำซึมผ่านได้สะดวก เช่น ด้านหลังของตอม่อสะพาน ปีกสะพานที่รับไหล่ทาง พื้นฐานของทางเดินเท้า กำแพงกันดิน หรือเพื่อเป็นท่อระบายน้ำดังแสดงรายละเอียดตามแบบแปลน หรือผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร

1. วัสดุ

วัสดุโปร่งต้องเป็นวัสดุที่มีเม็ดแกร่งและสะอาด จะเป็นกรวด หินโม่ ทราย ซึ่งปราศจากสารอินทรีย์ เม็ดดิน วัสดุที่ไม่พึงประสงค์อย่างอื่น และผ่านการทดสอบหาขนาดของเม็ดวัสดุ (Sieve Analysis) ตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุ ของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208-57

ทรายที่จะใช้เป็นวัสดุถมโปร่ง จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ขนาดตะแกรง	เปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก ชนิด ก.
3/8 นิ้ว	100
No.4	95-100
No.16	45-80
No.50	10-30
No.100	2-10

กรวด และหินโม่ ที่จะใช้เป็นวัสดุถมโปร่ง จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ขนาดตะแกรง	**เปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก**			
	ชนิด ข	**ชนิด ค**	**ชนิด ง**	**ชนิด จ**
2 นิ้ว	100	-	-	-
1 1/2 นิ้ว	70-100	100	-	-
1 นิ้ว	55-85	75-100	100	-
3/4 นิ้ว	50-80	60-90	70-100	100
3/8 นิ้ว	40-70	45-75	58-75	-
No.4	30-60	30-60	35-65	45-80
No.10	20-50	20-50	25-50	30-60
No.40	10-30	10-30	15-30	20-35
No.200	0-2	0-2	0-2	0-2

การเลือกใช้วัสดุถมชนิดโปร่งให้เลือกตามชนิดของวัสดุที่แสดงในแบบแปลน หากแบบแปลนไม่ได้ระบุไว้ให้ผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด

2. วิธีการก่อสร้าง

การถมวัสดุถมชนิดโปร่ง ให้ถมเป็นชั้นๆ และทำการบดอัดตามมาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 2-8 “งานดินถม” ในการนี้ให้ใช้ไม้กั้นระหว่างงานถมดินและงานถมวัสดุชนิดโปร่ง เมื่อทำการบดอัดในแต่ละชั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ดึงไม้ที่ใช้กั้นออกให้หมด

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 4-3
งานทาสีและตีเส้นถนนและหมุดสะท้อนแสง

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย งานทาสีและตีเส้นถนน ซึ่งครอบคลุมถึง การทาสี ชนิดเส้นทึบ และเส้นเว้นช่อง ทาสี คันหิน ตัวหนังสือหรือรูปต่างๆ ตามขนาด และตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลน ให้รวมถึงการจัดหา ช่างทาสี เครื่องมือ วัสดุสี ป้ายเตือนให้ระวังในการใช้ยวดยานในระหว่างการทาสี เพื่อให้งานลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อย

1. วัสดุ

การตีเส้นบนผิวจราจรทุกชนิด ให้ตีเส้นด้วยสี Thermoplastic ขณะร้อน ส่วนการทาสีที่ Curb และ Barrier ให้ทาด้วยสีชนิดไม่สะท้อนแสง หรือสีชนิดสะท้อนแสงตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน

1.1 Hot Applied Thermoplastic

สีชนิด Thermoplastic ต้องทำการผสมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน เป็นชนิดที่เหมาะกับสภาพการใช้งาน และสามารถทนอยู่ใต้สภาพการจราจรได้ไม่น้อยกว่า 18 เดือน สีที่จะนำมาใช้ทาต้องบอกอัตราส่วนผสมและคุณสมบัติในด้านต่างๆมาด้วย เพื่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะได้ทำการตรวจสอบก่อนอนุญาตให้ใช้ได้

ลูกแก้วสะท้อนแสงที่จะผสมในสี Thermoplastic ให้ทำการผสมที่โรงงาน ขณะเดียวกับการผลิตสี Thermoplastic อัตราส่วนของลูกแก้วสะท้อนแสง (Glass Beads) ในขั้นตอนนี้อยู่ระหว่าง 13-22 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักทั้งหมด ลูกแก้วสะท้อนแสงต้องมีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 12 ลูกแก้วต้องเป็นเม็ด ลักษณะไม่มีตำหนิและแสงส่องทะลุผ่านได้

สีที่นำมาใช้ในงานต้องบรรจุภาชนะ ซึ่งไม่ทำให้ส่วนผสมแยกตัวออกจากกันหรือเสียคุณสมบัติได้ การเก็บสีชนิดนี้ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีนั้นๆ โดยเคร่งครัด

ในการทาสี Thermoplastic นี้ ต้องทำการโรยลูกแก้วสะท้อนแสง (Glass Beads) ทับหน้าลงบนผิวของสีที่ทำการทาในขณะที่ผิวของสียังร้อนอยู่ ลูกแก้วนี้ต้องมีคุณสมบัติเหมือนกับลูกแก้วที่ผสมไว้ในสีแล้ว แต่มีขนาดเล็กกว่า กล่าวคือ ขนาดลูกแก้วที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 70 จะต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ จำนวนลูกแก้วที่โรยเพิ่มเติมมีอัตราระหว่าง 400-500 กรัมต่อตารางเมตร เพื่อที่จะให้จำนวนลูกแก้วทั้งหมดในการทาสี Thermoplastic นี้ มีจำนวนระหว่าง 20 เปอร์เซ็นต์ และ 26 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนัก

1.2 Curb and Barrier Paints

สีชนิดนี้เป็นสีชนิดที่ใช้ทา เมื่อสีเย็นตัวอยู่ต้องเป็นสีชนิดใดชนิดหนึ่ง ซึ่งเหมาะสมกับการทาด้วยแปรง หรือพ่นด้วยเครื่องพ่นสีก็ได้

ข้อกำหนดต่างๆ ของสีที่จะใช้ทา ควรบ่งข้อมูลไว้ดังนี้

- จำนวนและน้ำหนักต่างๆ ของวัสดุที่ผสม
- ใช้ทาขณะเนื้อสีมีความเย็นปกติหรือต้องอุ่น
- ชนิดและปริมาณสูงสุดของสารที่ทำให้สีจาง
- ระยะการแห้งตัว (สัมผัสได้)
- ระยะการแข็งตัว (เพื่อทาทับ)
- พื้นที่ที่ทาได้ต่อลิตร หรือแกลลอน
- ความทนทานต่อสภาพความร้อน
- รายละเอียดของสีรองพื้นต่าง ๆ

ชนิดของสีที่ใช้ทาถนนชนิดทั่วไปมีดังนี้

1.2.1 สีชนิดไม่สะท้อนแสง (Non-Reflectorized Road Paint)

เป็นสีที่มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้างที่ผลิตมาเพื่อใช้ในงานถนนโดยเฉพาะ ผสมจากโรงงาน และสามารถใช้ได้กับผิวคอนกรีต และผิวที่ลาดยางไว้เมื่อทาแล้วไม่มีรอยย่นและแตกเป็นริ้ว

1.2.2 สีชนิดสะท้อนแสง (Reflectorized Road Paint)

สีชนิดนี้เป็นสีชนิดเดียวกับข้อ 1.2.1 แต่ผสมวัสดุสะท้อนแสงในขณะผลิตสี ปริมาณของวัสดุสะท้อนแสง มีค่าระหว่าง 330-500 กรัมต่อลิตร ขนาดของวัสดุสะท้อนแสงต้องมีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และค้างบนตะแกรงเบอร์ 100 อยู่ไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ วัสดุสะท้อนแสงจะต้องไม่เป็นวัสดุแหลมคม และอย่างน้อย 75 เปอร์เซ็นต์ ของวัสดุสะท้อนแสงต้องเป็นแก้วที่ยอมให้แสงผ่านได้ มีรูปร่างกลม และไม่มีตำหนิ

1.3 หมุดสะท้อนแสง (Reflecting Road Stud)

หมุดสะท้อนแสงจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้ดี ผลิตจากโรงงานที่มีชื่อเสียงที่ยอมรับในการผลิตหมุดสะท้อนแสง หมุดสะท้อนแสงแต่ละหมุดจะต้องประกอบด้วย ชุดแก้วสะท้อนแสงทนทานต่อการจราจร และไม่ถูกเกี่ยวขึ้นมาได้ง่าย และต้องโผล่ขึ้นมาจากผิวจราจรไม่มากกว่า 25 มม.และขอบล่างของส่วนสะท้อนแสงสูงจากผิวจราจรไม่มากกว่า 3 มม. ชิ้นส่วนที่ใช้ในการสะท้อนแสงจะต้องเป็นชนิดที่เปลี่ยนออกและใส่เข้าได้สะดวก โดยไม่ทำความเสียหายต่อผิวจราจรหรือฐานเดิม ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างมาให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบและเห็นชอบ ก่อนนำมาใช้งานก่อสร้าง

2. วิธีการก่อสร้าง

2.1 การทาสี (Thermoplastic)

1) การจัดเตรียมผิวถนน ผิวถนนจะต้องแห้งและสะอาดก่อนทำการทาสี ห้ามทาสีบนสีเก่าติดผิวไว้แล้ว รวมทั้งสี Thermoplastic ที่เสื่อมคุณภาพแล้ว ถ้าจะทาสีลงบนผิวที่มีการใช้งานมาก่อนและผิวบนมีหินโผล่มาในลักษณะผิวมัน ให้ทารองพื้นด้วย Primer ก่อนครั้งหนึ่ง แล้วจึงทำการทาสีได้ การทา Primer ต้องเป็นไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์และคำแนะนำของผู้ผลิต Thermoplastic นั้นๆ และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

2) การจัดเตรียมสี Thermoplastic สี Thermoplastic ก่อนใช้ต้องต้มให้ร้อน เพื่อให้สีเข้ากันดีและกวนให้สม่ำเสมอ อุณหภูมิของการต้มให้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันมิให้ส่วนผสมเสียคุณภาพและแยกตัว และไม่ควรต้มนานเกินกว่า 4 ชม.

3) การทาสี การทาสีเส้นศูนย์กลางถนน เส้นแบ่งช่องจราจร และเส้นขอบถนนต้องทาด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมให้ได้เส้นที่มีขนาดเท่ากันตลาดแนว สำหรับเส้นชนิดอื่นอาจทาด้วย Hand-screed หรือ Hand-propelled Machine หรือ Self-propelled Machine ก็ได้ แล้วแต่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเห็นสมควร เมื่อเทสีที่ต้มลงในภาชนะที่ใช้ทาสีอุณหภูมิของสีในเครื่องเทต้องอยู่ในข้อกำหนดของผู้ผลิตและต้องมีการกวนสีให้เข้ากันอยู่เสมอ

การทาสี Thermoplastic ต้องทาให้มีความหนาอยู่ระหว่าง 1.5-3 มม. ผิวหน้าของสีต้องไม่มีฟองอากาศ และไม่ย่น

การทาสีถนนรูปร่างอื่นที่ไม่เป็นเส้นตรง ต้องกระทำโดยมีแม่แบบเป็นหลัก เพื่อให้ได้รูปร่างที่แน่นอน และสอดคล้องกัน ตามขนาดและระยะดังแสดงไว้ในแบบแปลน

2.2 การทาสีคันหิน (Curb) และ Barrier

1) การจัดเตรียมผิวของคันหิน (Curb) และ Barrier ผิวของคันหินคอนกรีตและ Barrier ต่างๆ ต้องสะอาดและแห้งก่อนทำการทาสี ห้ามทาสีทับลงบนสี Thermoplastic หรือสีเก่าอื่นใดซึ่งทาไว้แล้ว ถ้าจำเป็นต้องใช้ Primer หรือ Under Coat ให้ใช้ได้ตามข้อแนะนำของผู้ผลิตและสอดคล้องกับชนิดของสีที่ทา

2) การเตรียมสีที่ทา การทาสีขณะอากาศธรรมดา ต้องผสมสีโดยการ กวนให้เข้ากันก่อนทาก่อนทาสีลงบนผิวที่เตรียมไว้ ควรตรวจสอบอุณหภูมิและการผสมสีตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

3) การทาสี ใช้วิธีทาด้วยแปรงทาสี หรือพ่นก็ได้ ให้เหมาะสมกับขนาดและรูปร่างที่จะทำ

การทาสีนั้นๆ การทาสีให้ทาสีรองพื้นหนึ่งชั้นแล้วทาทับด้วยสีทับหน้าอีกหนึ่งชั้น หรือตามอัตราการใช้สีสอดคล้องกับคำแนะนำของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เมื่อต้องทาสีหลายชั้นก่อนทาสีชั้นต่อไป ต้องรอให้สีชั้นแรกแข็งตัวก่อน การพ่นสีให้พ่นโดยวิธี Airless Spray

4) การป้องกันสีที่ทาไว้แล้ว การทาสีทุกครั้งต้องป้องกัน และรอจนแห้งดีแล้วจึงเปิดการจราจรได้ สีบริเวณใดได้รับการกระทบจากยางรถหรือรอยประทับอย่างอื่น จะต้องจัดทาสีนั้นๆ ใหม่ให้เรียบร้อยตามวัตถุประสงค์ของแบบแปลน

2.3 การติดตั้งหมุดสะท้อนแสง (Road Stud)

การเจาะผิวจราจร เพื่อติดตั้งหมุดสะท้อนแสงต้องจัดทำด้วยความระมัดระวังให้ได้ขนาดตามข้อแนะนำจากผู้ผลิต การเจาะผิวถนนต้องเจาะให้ห่างจากรอยต่อ ประมาณ 5 ซม. การเจาะและการฝังหมุดต้องทำด้วยความปราณีต แม่นยำ ไม่เปรอะเปื้อนและให้ส่วนที่จะสะท้อนแสงโผล่ขึ้นมาตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์

2.4 คุณภาพของวัสดุและฝีมือการปฏิบัติงาน

ในการก่อสร้าง ถ้าผู้รับจ้างจัดวัสดุคุณภาพไม่ดี และฝีมือการปฏิบัติงานไม่ปราณีตเรียบร้อยและไม่ถูกต้องตามขนาด ผิดตำแหน่ง ให้ทำการแก้ไขโดยทันที โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2.5 การจัดหาป้ายและสัญญาณเตือน

ผู้รับจ้าง จะต้องป้องกันผู้คนที่สัญจรไปมา ยานพาหนะ และการจราจรบนถนนให้พ้นจากความเสียหาย และต้องจัดให้มีป้ายสัญญาณเตือนผู้ใช้ถนนในขณะทำการทาสี

หมวดที่ 5 งานโครงสร้าง
มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 5-1
งานโครงสร้างเหล็ก

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การจัดหา ประกอบและติดตั้งเหล็กที่ใช้ในการก่อสร้างตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน บรรดาเหล็กและวัสดุอื่นๆ ที่จะมาใช้จะต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานก่อนที่จะนำเหล็กและวัสดุอื่นมาใช้ในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างวัสดุ หรือรูปแบบและแบบรายละเอียดการติดตั้ง (Shop Drawings) ให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบ และอนุมัติเสียก่อนจึงจะนำวัสดุนั้นๆ เข้ามาใช้ประกอบติดตั้งได้

1. วัสดุ

1.1 มาตรฐานคุณภาพวัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง จะต้องมีมาตรฐาน ขนาดและรูปร่างสอดคล้องกับแบบแปลน หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้าง จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานดังระบุหรือเทียบเท่า ตามตารางดังต่อไปนี้

ชนิดของวัสดุ	มาตรฐาน
1) เหล็กรูปพรรณ	มอก.1227-2539 "เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ"
2) เหล็กแผ่น	ASTM DESIGNATION A-22
3) เหล็กกลวง	มอก.107 "เหล็กกลวงสำหรับงานก่อสร้าง"
4) ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี	มอก.277 "ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสีชนิดต่อด้วยเกลียว
5) เหล็กหล่อ	ASTM DESIGNATION: A-48, CLASS 30
6) เหล็กกล้าไร้สนิม (STAINLESS STEEL)	ASTM DESIGNATION: A-264 หรือ JIS G4303, 4304, 4317
7) สลักเกลียว แป้นเกลียว และแหวนรองแป้นเกลียว	มอก.291, 171 และ 258 "สลักเกลียว หัวหกเหลี่ยมแป้นเกลียว และแหวนรองแป้นเกลียว"
8) ลวดเชื่อมเหล็ก	มอก.49 “ลวดเชื่อมชนิดเหล็กกล้าเหนียว ซึ่งมีเปลือกหุ้มสำหรับเชื่อมด้วยประกายไฟฟ้า”

1.2 การเตรียมวัสดุ

เหล็ก ที่จะนำมาใช้ต้องไม่มีรอยสนิมขุม มีพื้นที่หน้าตัดขวางคงที่ตลอดไม่มีตำหนิ ยกเว้นรอยพับ ตัด วัสดุที่ประกอบเสร็จแล้วจะต้องได้รูปและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน โดยไม่มีรอยหักเป็นมุมหรือรอยโค้ง เหล็กที่ผ่านการเชื่อมมาแล้ว ห้ามนำมาใช้ในการก่อสร้างยกเว้นตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนหรือได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

การตัดเหล็กให้ตัดด้วยความปราณีตให้ตั้งฉากกับแนวหรือศูนย์กลางของท่อนเหล็ก ยกเว้นรอยเว้าที่ไม่เป็นเส้นตรง ต้องตัดด้วยเครื่องตัดที่มีรูปแบบแน่นอนสอดคล้องกัน เมื่อต้องตัดหรือดัดโดยใช้ความร้อนช่วยต้องลนโดยใช้ความร้อนพอเหมาะ และทำให้เย็นลงโดยวิธีที่ไม่ทำให้เหล็กนั้นเสียคุณภาพ

ระยะความยาวของเหล็ก ให้ใช้วิธีวัดเทียบโดยใช้เทปโลหะมาตรฐานที่ได้รับการตรวจสอบรับรองระยะแล้ว โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อน จากความยาวตามที่กำหนดในแบบแปลนได้ ดังนี้

- สำหรับชิ้นส่วนเหล็กที่มีความยาวน้อยกว่า 10 เมตร ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร
- สำหรับชิ้นส่วนเหล็กที่มีความยาวมากกว่า 10 เมตร ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

1.3 การกองเก็บวัสดุ

การกองเก็บชิ้นส่วนวัสดุ ทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบ จะต้องกองเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดินและมีหลังคาคลุม โดยจะต้องระวังรักษาชิ้นส่วนวัสดุ ให้ปราศจาก ฝุ่น ไขมัน สนิมและสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ

2. การก่อสร้าง

2.1 การตัดเหล็ก

การตัดเหล็กโดยทั่วไปอนุญาตให้ใช้ไฟเผาให้ร้อนได้ ในกรณีที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ยกเว้นสำหรับเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ (Low-Carbon Steel) ได้ตัดด้วยเครื่องตัดเหล็ก (Cutting Machine) หรือตัดด้วยไฟแก๊ส (Torches)

เหล็กที่ทำการตัดด้วยเครื่องตัดเหล็ก หรือเครื่องตัดไฟแก๊ส ไม่ต้องทำการขัดเจียร์ผิวแต่ใช้ขัดเอาขี้เชื่อมออก สำหรับเหล็กที่ตัดด้วยไฟแก๊สมือถือ จะต้องทำการขัดเจียร์ผิวหน้าที่ตัดให้เรียบด้วยเครื่องขัด (Grinder) ยกเว้นส่วนปลายข้างที่จะต้องมีการเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนอื่น

2.2 การต่อเหล็ก

การต่อเหล็ก ให้กระทำโดยใช้วิธีเชื่อมต่อด้วยประกายไฟฟ้า หรือวิธีการต่อโดยใช้สลักเกลียวตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

1) <u>การเชื่อมเหล็ก</u>

การเชื่อมต่อชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็ก จะต้องกระทำโดยวิธีเชื่อมด้วยประกายไฟฟ้า (Shielded Electric Arc) ตามมาตรฐานวิธีการเชื่อมซึ่งกำหนดโดย American Welding Society (AWS) และจะต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีความรู้ความชำนาญ สามารถปฏิบัติงานตามมาตรฐานงานเชื่อมได้เป็นอย่างดี และเพื่อเป็นการพิสูจน์ถึงความสามารถช่างเชื่อม ผู้ควบคุมงานอาจจัดให้มีการทดสอบฝีมือของช่างเชื่อมได้

รอยแผลและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนเหล็กที่อาบสังกะสี รวมทั้งสะเก็ดโลหะจากการเชื่อม จะต้องทำความสะอาดโดยขูดออกด้วยแปรงลวดให้เรียบร้อยแล้วทาด้วยวัสดุรองพื้น ซึ่งเป็นส่วนผสมของ Zinc Oxide: Zinc Dust ในอัตราส่วน 1:4 โดยน้ำหนักหรือวัสดุรองพื้นชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติเหมือนกันตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน เป็นจำนวน 2 ชั้น ก่อนเริ่มทาสี

การลดความร้อนชิ้นส่วนวัสดุที่เชื่อม โดยการนำไปจุ่มลงในน้ำหรือราดด้วยน้ำ ไม่อนุญาตให้ปฏิบัติ แต่จะปล่อยให้ชิ้นส่วนวัสดุที่เชื่อมแล้ว ค่อยๆ เย็นลงทีละน้อย

2) <u>การต่อด้วยสลักเกลียว</u>

- <u>รูสำหรับสลักเกลียว</u>

โดยทั่วไปถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้าง รูที่เจาะไว้สำหรับสลักเกลียวชนิดไม่ได้ตกแต่งผิว จะต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลักเกลียวไม่เกิน 1.6 มิลลิเมตร รูที่เจาะไว้สำหรับสลักเกลียวชนิดธรรมดา โดยทั่วไปจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลักเกลียวไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร เมื่อความหนาของเหล็กที่จะเจาะรูมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของก้านสลักเกลียว

การเจาะรูนำสำหรับสลักเกลียวชนิดไม่ได้ตกแต่งผิว ให้ใช้วิธีเจาะนำก่อนตรงกลางตำแหน่งที่ต้องการเจาะ แล้วจึงทำการเจาะคว้านรูให้ใหญ่ขึ้นจนได้ขนาด และแต่งด้วยตะไบให้เรียบร้อย การเจาะรูสำหรับสลักเกลียวชนิดธรรมดาโดยทั่วไป ต้องวางชิ้นวัสดุที่จะเจาะรูประกบกันให้ได้รูปแบบลักษณะตามต้องการ และเจาะรูพร้อมกันทั้งสองชิ้น การเจาะรูให้ใช้แผ่นแม่แบบเป็นแบบในการเจาะชิ้นวัสดุ

- <u>สลักเกลียว และแป้นเกลียว</u>

สลักเกลียว ที่ใช้สำหรับงานเหล็กโดยทั่วไป จะต้องเป็นสลักเกลียวหัวหกเหลี่ยมชนิดธรรมดา ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.291

สลักเกลียว ที่ใช้เป็นเหล็กสมอ (Anchor Bolts) ฝังในคอนกรีต จะต้องทำจากเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) โดยชนิดของเกลียวที่จัดทำขึ้นจะต้องมีลักษณะสอดคล้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.291

การติดตั้งสลักเกลียวเหล็กสมอ ต้องให้ตรงตำแหน่งและยึดให้แน่น ก่อนการเทคอนกรีต โดยใช้แผ่นซีเมนต์ หรือแป้นไม้ หรือแผ่นโลหะ เป็นแป้นยึดให้ตรงตำแหน่ง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน สลักเกลียวเหล็กสมอแต่ละตำแหน่งให้ใช้อย่างน้อย 3 ตัว

- <u>แป้นเกลียว</u>

แป้นเกลียว จะต้องเป็นแป้นเกลียวสำหรับสลักเกลียวหัวหกเหลี่ยม และมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.171

- <u>แหวนรองแป้นเกลียว</u>

แหวนรองแป้นเกลียว ให้ใช้แหวนแบบเรียบ ประเภทกลมเล็กผิวมัน หรือกลมผิวมันแล้วแต่ขนาดของสลักเกลียว โดยจะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 258 ในการติดตั้งสลักเกลียว และแป้นเกลียวทุกตำแหน่งจะต้องรองแป้นเกลียวด้วยแหวนรอง

- <u>การขันสลักเกลียว</u>

ก่อนจะทำการขันสลักเกลียว จะต้องขจัดเศษขุยโลหะที่ติดอยู่ที่ขอบรูออกให้หมด และทำความสะอาดชิ้นวัสดุส่วนที่จะมาประกอบกันให้สะอาด แล้วจึงทำการขันสลักเกลียวให้แน่นพอดี โดยไม่ให้แน่นเกินกว่าที่สลักเกลียวจะทนได้ ไม่อนุญาตให้ใช้แรงตอกหรือฆ้อนตอกสลักเกลียวเข้าไป ปลายของสลักเกลียวที่โผล่พ้นจากแป้นเกลียว จะต้องมีความยาวอย่างน้อย 5 มิลลิเมตร

2.3 เหล็กแผ่นและเหล็กฉาก

เหล็กแผ่นและเหล็กฉาก ที่ใช้สำหรับการปิดมุมคอนกรีตจะต้องทำการติดตั้งให้ตรงตามแนวและได้ระดับ ตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ดังนี้ ที่ขอบของแนวตั้ง หรือแนวนอนจะบิดเบี้ยวจากแนว ได้ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ในระยะความยาว 1 เมตร และในแต่ละชิ้นวัสดุต้องไม่บิดเบี้ยวเกินกว่า 1 มิลลิเมตร หากชิ้นส่วนใดบิดเบี้ยวเกินกว่า 1.5 มิลลิเมตร ให้ใช้เหล็กสมอยึดชิ้นส่วนนั้นให้ถี่ขึ้นเพื่อปรับให้เข้าแนว

2.4 การประกอบโครงสร้าง

2.4.1 การประกอบโครงสร้างจากโรงงาน

โครงสร้างงานเหล็กบางส่วน ที่สามารถประกอบเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานได้ ให้กระทำที่โรงงาน ตามความต้องการดังระบุในแบบก่อสร้าง ในการประกอบโครงสร้าง จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างเหล่านี้โดยตลอด เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โครงสร้างที่จะต้องนำมาประกอบในสนาม จะต้องมีการทดลองประกอบในโรงงานและถอด ก่อนที่จะส่งมาประกอบในสนาม เพื่อจะได้ทำการแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด ทั้งนี้ก่อนกระทำการถอดชิ้นส่วนโครงสร้างออกจะต้องทำเครื่องหมาย และหมายเลขไว้ด้วยทุกแห่ง การทำเครื่องหมายนี้ให้กระทำหลังจากที่มีการทาสีรองพื้นกันสนิมเรียบร้อยแล้ว

2.4.2 การประกอบโครงสร้างที่สถานที่ก่อสร้าง

ทุกชิ้นส่วนโครงสร้าง ที่จะนำมาประกอบติดตั้ง จะต้องทำให้สะอาดปราศจากสนิม ฝุ่น ผง หรือสิ่งสกปรกอื่น ในกรณีที่เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างประกอบสำเร็จจากโรงงานการประกอบกลับ และการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบจากผู้ควบคุมงาน เพื่อตรวจสอบการขันสลักเกลียวให้แน่นหนา

แต่ละส่วนโครงสร้าง จะต้องตั้งให้ตรงตามตำแหน่ง โดยการใช้แผ่นเหล็กปรับหรือวิธีอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนตัว ความยาวของส่วนประกอบโครงสร้างแต่ละชิ้นส่วน จะต้องอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ระบุไว้

3. การทดสอบ

ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับความแข็งแรงของชิ้นส่วนหรือรอยเชื่อมต่างๆ ของโครงสร้าง ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบแบบคงสภาพ (Non - destructive) โดยวิธีพิเศษด้วยการใช้เครื่อง X-Ray, Gamma Ray หรือวิธีการตรวจสอบอย่างอื่นที่เห็นสมควร โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับภาระออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบ

ข้อบกพร่องในส่วนประกอบของโลหะหรือในโครงสร้างทางโลหะวิทยา เมื่อตรวจพบจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ปฏิเสธไม่ยอมรับงานส่วนนั้นได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไข และทำการทดสอบใหม่ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 5-2
งานรอยต่ออาคารคอนกรีต

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย งานจัดหาวัสดุ แรงงาน และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้สำหรับทำการติดตั้งรอยต่ออาคารคอนกรีต ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลน

1. ทั่วไป

รอยต่อในอาคารคอนกรีต (Concrete Joints) จำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1 รอยต่อขณะก่อสร้าง (Construction Joint)

กำหนดตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน หรือตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน รอยต่อก่อสร้างจะต้องทำความสะอาดให้มีผิวใหม่ก่อนที่จะเทคอนกรีตส่วนต่อไป โดยการขจัดเศษคอนกรีตส่วนที่ยุ่ยไม่แข็งแกร่ง และความสกปรกต่างๆ ออกให้หมดสิ้น โดยใช้น้ำฉีดหรือทรายฉีด หรือโดยวิธีการอื่นใด ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

1.2 รอยต่อเผื่อสำหรับการหดตัวของคอนกรีต (Contraction Joint)

จะต้องทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบแปลน ผิวหน้ารอยต่อด้านหนึ่งที่เกิดจากด้านที่ติดกับแบบ จะต้องรอให้คอนกรีตแข็งตัวเสียก่อน แล้วจึงถอดแบบเพื่อเทคอนกรีตในอีกด้านหนึ่งผิวสัมผัสของคอนกรีตด้านที่เทไว้ก่อนจนแข็งตัวแล้ว จะต้องทาด้วยน้ำยาเคลือบ (Joint Primer) ก่อนที่จะเทคอนกรีตในช่วงต่อไป เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

1.3 รอยต่อเผื่อสำหรับการขยายตัวของคอนกรีต (Expansion Joint)

ให้ทำตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ โดยให้มีช่องว่างระหว่างการเทคอนกรีตครั้งแรกและครั้งที่สอง ให้มีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 เซนติเมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบแปลน และให้ใส่ช่องว่างระหว่างผิวคอนกรีตด้วยวัสดุประเภท Elastic Filler

2. วัสดุ

2.1 วัสดุทารอยต่อ (Joint Primer)

วัสดุที่ใช้ทารอยต่อ ต้องเป็น Expandite No. 3 หรือเทียบเท่า

2.2 แผ่นใยใส่รอยต่อคอนกรีต (Preformed Elastic Filler)

1) <u>ลักษณะทั่วไป</u>

ให้ใส่แผ่นใยนี้ ในรอยต่อคอนกรีตทุกแห่งที่กำหนดไว้เป็นรอยต่อเผื่อสำหรับ การขยายตัว (Expansion Joint) แผ่นใยใส่รอยต่อจะต้องประกอบด้วยวัสดุเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติ หรือจากการสังเคราะห์ นำมาอัดเป็นแผ่นและอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว

2) <u>คุณสมบัติ</u>

ก) การดูดน้ำ เมื่อแช่แผ่นใยในน้ำอุณหภูมิ 23 $\pm$3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องดูดน้ำได้ไม่มากกว่า 14% โดยน้ำหนัก

ข) ความแน่น ความแน่นของแผ่นใยเมื่อแห้งตามปกติ (AIR DRY) จะต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค) แรงกด แรงกดที่ใช้กดแผ่นใยจนทำให้ความหนาลดลงครึ่งหนึ่ง จะต้องไม่เกิน 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ง) การคืนตัวของแผ่นใยหลังจากการกดตามข้อ ค แล้วปล่อยให้แผ่นใยคืนตัวเป็นเวลา 10 นาที แผ่นใยจะต้องคืนตัวจนมีความหนาไม่น้อยกว่า 70% ของความหนาก่อนใช้แรงกด

จ) การขยายตัวเมื่อนำแผ่นใยวางลงในที่บังคับ 3 ด้าน ปล่อยด้านหนึ่งว่างไว้ เมื่อกดแผ่นใยตามข้อ ค แผ่นใยจะยืดออกทางด้านที่ว่างไว้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

2.3 แผ่นกันน้ำ (Waterstop)

จะต้องเป็นวัสดุประเภทยาง (Rubber) หรือสารสังเคราะห์ P.V.C. (POLYVINYL CHLORIDE) ก็ได้ ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แผ่นกันน้ำ (Waterstop) ต้องมีความยาวติดต่อกันตลอดตามที่กำหนดไว้ในแบบ หากมีความจำเป็นต้องต่อกันให้ต่อตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ การติดตั้งแผ่นกันน้ำต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อให้ศูนย์ กลางของเส้นแผ่นกันน้ำอยู่กึ่งรอยต่อพอดี

ลักษณะของแผ่นกันน้ำอาจจะเป็นชนิด 2 ลอน (Two Bulbs) หรือ 3 ลอน (Centerbulb)

แผ่นกันน้ำทั้งชนิดแผ่นยางและแผ่น PVC จะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

ลำดับที่	คุณสมบัติ	POLYVINAL CHRORIDE (PVC)	RUBBER
1.	ความแข็ง	HARDNESS SHORE "A" DUROMETER 60-75	HARDNESS SHORE"A" DUROMETER 60-75
2.	แรงดึงสภาพใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 140 กก./ ตร.ซม.	ไม่น้อยกว่า 275 กม./ตร.ซม.
3.	แรงดึงเมื่อออบด้วยออกซิเจนภายใต้อุณหภูมิ 21 กก./ตร.ซม.	ไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน	ไม่น้อยกว่า 80% เมื่อเทียบกับแรงดึงสภาพใช้งาน
4.	การตายตัว (COMPRESSION SET)	การตายตัวของวัสดุเมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70°C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 70%	การตายตัวของวัสดุเมื่อรับแรงกด ทดลองที่ 70°C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 30%
5.	ส่วนยืด (ELONGTAION) คุณสมบัติอื่นๆ	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 325 เปอร์เซ็นต์ ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้	เมื่อขาดไม่น้อยกว่า 450 เปอร์เซ็นต์ ผิวเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ปราศจากรูพรุนที่น้ำซึมผ่านได้

การติดตั้งแผ่นกันน้ำ กรณีที่ต้องงอเป็นมุมฉากต้องมีรัศมีการงอไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร สำหรับแผ่นกันน้ำชนิด 2 ลอน และรัศมีการงอไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สำหรับแผ่นกันน้ำชนิด 3 ลอน ขนาด 15-20 เซนติเมตร ผิวของแผ่นกันน้ำต้องวางห่างจากผิวคอนกรีตไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร ***ในขณะติดตั้งการยึดแผ่นกันน้ำกับไม้แบบ ห้ามใช้ตะปูหรือสลักเกลียวตอกยึด จะทำให้แผ่นยางกันน้ำทะลุที่บริเวณหนึ่งบริเวณใดเป็นอันขาด ให้ยึดโดยวิธีจับยึด (Clip or Fasteners)***

2.4 วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Sealant)

ทุกแห่งที่กำหนดไว้ว่าเป็นรอยต่อคอนกรีตชนิดรอยต่อเมื่อขยาย (Expansion Joint) บริเวณใกล้ถึงผิวคอนกรีตต้องอุดรอยต่อคอนกรีตด้วยวัสดุเหนียวที่สามารถจับเนื้อคอนกรีตทั้งสองส่วนได้แน่นดี น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ คุณลักษณะของวัสดุอุดรอยต่อจะต้องมีคุณสมบัติในการยืดและหดตัวได้ดี โดยสามารถยืดตัวได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่า และอัดตัวได้ครึ่งหนึ่งของขนาดเดิม โดยไม่มีการฉีกหรือปริแตกแต่อย่างใด และต้องไม่เกิดการล้าตัวในเนื้อของมันด้วยต้องมีความแข็งไม่น้อยกว่า SHORE "A" DUROMETER ประมาณ 30-40 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เมื่ออายุได้ 7 วัน

3. วิธีการก่อสร้าง

3.1 การเก็บรักษาและการเตรียม

วัสดุที่ใช้ทำรอยต่อเพื่อการขยายตัว (Expansion Joint Material) ต้องนำมาเก็บไว้บนยกพื้นที่สูงจากพื้นดิน มีหลังคาปกคลุมไม่ให้ฝุ่นละออง น้ำมัน หรือความสกปรกต่างๆ เปื้อนได้

วัสดุที่ใช้ทำรอยต่อนี้ ต้องพยายามใช้ให้เป็นแผ่นเดียวกันเท่าที่จะทำได้ เครื่องมือที่ใช้ต้องมีความคมพอที่จะตัดวัสดุนี้ให้ขาดจากกันได้โดยมีผิวที่เรียบ การวางวัสดุนี้ให้เข้าที่ ต้องทำโดยยึดติดกับคอนกรีตด้านที่จะแข็งตัวก่อนให้แน่น

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 5-3
งานอัดคอนกรีตชนิดไม่หดตัว (NON-SHRINK GROUT)

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย การจัดเตรียมวัสดุส่วนผสม และไม้แบบ รวมถึงการอัดคอนกรีต เพื่อให้ถูกต้องตรงตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

1. วัสดุ

ส่วนผสมของ Non-shrink Grout ต้องประกอบด้วย Non-shrink Metallic Aggregate ผสมกับทรายและซีเมนต์ ซีเมนต์ และทราย ตามอัตราส่วนผสมดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

วัสดุ	อัตราส่วนผสม	
	โดยปริมาตร	โดยน้ำหนัก
Non-shrink Metallic Aggregate	0.15	0.25
ซีเมนต์	1.00	1.00
ทราย	1.50	1.50

ทรายและซีเมนต์จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1101-52: งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

2. วิธีการเตรียมส่วนประกอบ

จะต้องทำการผสมปูนซีเมนต์ ทราย และ Non-shrink Metallic Aggregate เข้าด้วยกันในลักษณะที่แห้งอยู่ ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้จนเข้ากันดีก่อน แล้วจึงค่อยเติมน้ำลงไป โดยให้ปริมาณน้ำต่อส่วนผสมอยู่ในอัตราส่วนประมาณ 36-40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ผู้รับจ้างอาจจะเสนอขอเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมให้แตกต่างจากที่กำหนดไว้ โดยจะต้องเสนอรายละเอียดซึ่งแสดงถึงหลักฐาน ข้อมูลการใช้งาน Non-shrink Grout ด้วยอัตราส่วนผสมดังกล่าว ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน

สารผสมคอนกรีตชนิดนี้ ซึ่งได้ผสมน้ำแล้ว จะต้องใช้ให้หมดภายในเวลา 20 นาที ถ้าพ้นจากกำหนดเวลานี้ ห้ามนำมาใช้

3. วิธีการก่อสร้าง

จะต้องทำความสะอาดผิวทั้งสองข้างที่จะทำการ Grouting ให้ปราศจากคราบดินหรือน้ำมัน ผู้รับจ้างจะต้องกั้นแบบด้านข้าง 3 ด้าน เพื่อกั้นคอนกรีตไว้ โดยเปิดไว้ 1 ด้าน สำหรับทำการ Grouting อาจจะต้องใช้แท่งเหล็กหรือไม้ช่วยในการอัดส่วนผสมของ Non-shrink Grout เข้าไป จนกระทั่งเต็มช่อง โดยไม่มีโพรงเหลืออยู่ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจจะสั่งให้ผู้รับจ้างรื้อคอนกรีตที่เป็นโพรงออกทำการผสมและอัดใหม่ก็ได้แล้วแต่กรณี หลังจากที่ Non-shrink Grout เริ่มแข็งตัวแล้วจะต้องทำการบ่มด้วยน้ำในทำนองเดียวกับการบ่มคอนกรีตเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 5-4
งานทาสี

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย งานทาสีหรือพ่นสีเหล็ก หรือโลหะชนิดอื่นๆ การป้องกันรักษาเนื้อไม้ และการทาสีเคลือบไม้ ฝ้าเพดาน ผนังปูนฉาบ หรือส่วนโครงสร้างคอนกรีตที่ต้องทาสี ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างและรายการรายละเอียดประกอบแบบ

การทาสีในงานนี้ หมายถึง การทาสี หรือ พ่นสี การลงขี้ผึ้ง ทาเชลแลค หรือแลคเกอร์ การลงน้ำมัน ตลอดจน การตกแต่งอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันด้วย

1. รายการทั่วไป

สีที่ใช้สำหรับงานทาสีโดยทั่วไป ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้สีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่ต่ำกว่ายี่ห้อ โจตัน หรือ ไอ ซี ไอ หรือเชอร์วินวิลเลี่ยม หรือที่มีคุณภาพเทียบเท่า

ผู้รับจ้างจะต้องส่งใบรับรองของบริษัทผู้ผลิตสี หรือผู้แทนจำหน่ายภายในประเทศไทยเสนอต่อผู้ว่าจ้าง เพื่อแสดงว่า

1) สีที่นำมาใช้แต่ละชนิดนั้น เป็นสีแท้ของบริษัทผู้ผลิตสี ซึ่งยังไม่หมดอายุใช้งาน

2) ปริมาณของสีที่ใช้ถูกต้องตามเนื้อที่ที่ทา โดยให้แจ้งถึงปริมาณของสีแต่ละชนิดที่ใช้ ด้วยการนับปริมาณของสีที่ใช้

ใบรับรองนี้ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาเมื่อถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ให้ลงชื่อกำกับไว้ด้วยทุกครั้ง ใบรับรองนี้ให้ถือเป็นเอกสารประกอบในการผลิตเงินงวดนั้นๆ ด้วย

2. การอนุมัติสีของผู้ว่าจ้าง

การนำสีแต่ละชนิดเข้ามาใช้งาน จะต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนเริ่มดำเนินการ พร้อมทั้งมีรายละเอียดข้อมูลทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับสี ดังนี้

1) <u>ข้อมูลทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับสี</u>

ก) รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพ และวิธีการเตรียมสี ปฏิกิริยาของสี โดยให้รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับ ชนิดของสี ส่วนประกอบในเนื้อสี ระยะเวลาแห้งของสี ระยะเวลาระหว่างชั้น จำนวนชั้นที่ทาและระยะเวลาการบ่มสี

ข) วิธีการทำความสะอาด และการเตรียมพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับการใช้สีแต่ละประเภท

ค) รายละเอียดเกี่ยวกับการเตรียมสี เช่น การผสมสี การทำให้สีใสขึ้น

ง) อุปกรณ์ทาสีที่เหมาะสมสำหรับการทาสีแต่ละประเภท เช่น ใช้ลูกกลิ้ง แปรง Spray Gun หรือ Airless Spray

จ) ระบบการทาสี

ฉ) การซ่อมสีที่ชำรุดเสียหาย

2) <u>สีตัวอย่าง ซึ่งต้องส่งให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ</u>

ก) สีชนิดที่แห้งโดยปฏิกิริยาของสารเคมี เช่น Alkyd Paint, Vinyl Paint จะต้องส่งสีตัวอย่าง มีปริมาณไม่น้อยกว่า 1 ลิตร

ข) สีชนิดที่แห้งโดยปฏิกิริยาทางเคมี เช่น สีที่ต้องมีส่วนผสม 2 ชนิด ผสมเข้าด้วยกัน เช่น Coal Tar Paint, Zinc Silicate Paint จะต้องส่งสีตัวอย่าง แต่ละส่วนซึ่งเมื่อผสมกันแล้ว จะต้องมีส่วนผสมไม่น้อยกว่า 2.5 ลิตร

3. การปฏิบัติงานทาสี

1) ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามรายการข้อกำหนดงานทาสีโดยเคร่งครัด โดยมีเจตนาที่จะบิดพริ้วปลอมแปลง อันจะทำให้งานที่ได้ผิดจากแบบและข้อกำหนดหรือเป็นเหตุให้คุณภาพงานลดลง ผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะสั่งให้ล้างหรือขูดสีออก แล้วทาใหม่ให้ถูกต้องตามรายการ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม ส่วนเวลาที่ล่าช้าเพราะการนี้ จะยกเป็นข้ออ้างในการขอต่อสัญญาไม่ได้

2) สีที่กำหนดให้ใช้ทั้งหมดจะต้องส่งถึงบริเวณที่ก่อสร้าง ในสภาพเดิมจากโรงงานโดยไม่เปิดกระป๋อง และจะต้องเก็บรักษาไว้ในบริเวณที่ก่อสร้าง โดยป้องกันมิให้น้ำ สิ่งสกปรกและวัตถุแปลกปลอมใดๆ เข้ามาเจือปน ห้ามเคลื่อนย้ายสีและภาชนะบรรจุสีออกนอกบริเวณที่ก่อสร้าง

3) การนำสีแต่ละชนิดที่กำหนดให้เข้ามาใช้ในแต่ละงวด จะต้องให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบก่อนว่าเป็นสีชนิดที่กำหนดให้ใช้ ห้ามนำสี และภาชนะบรรจุสีชนิดอื่นๆ เข้ามาเก็บในบริเวณที่ก่อสร้างโดยเด็ดขาด

4) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมตัวอย่างสีจริงที่จะใช้ทา หรือพ่นกับวัสดุชนิดเดียวกับวัสดุจริง เพื่อให้ผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบก่อน

5) ในการปฏิบัติงานทาสี ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เพื่อให้ได้คุณภาพงานที่ดี และถูกต้องตามหลักการปฏิบัติงานทาสี

6) งานทาสีทั้งหมด จะต้องกระทำโดยช่างฝีมือดีสำหรับงานทาสีโดยเฉพาะ

4. การผสมสี

1) สีแต่ละชนิดจะต้องผลิตขึ้นโดยกรรมวิธีที่ถูกต้อง จากโรงงานสีที่ถูกเก็บไว้ในภาชนะบรรจุเป็นระยะเวลานาน จนเนื้อสีตกตะกอนนอนก้นก่อนที่จะใช้ จะต้องคนให้เข้ากันด้วยวิธี Mechanical Mixing หรือ Manual Mixing

2) การใช้น้ำมันหรือทินเนอร์ ผสมให้สีใสขึ้น ไม่เป็นสิ่งพึงอนุญาตให้ปฏิบัติ เว้นไว้แต่จะมีรายละเอียด คำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต แสดงไว้ผู้รับจ้างจะต้องผสมสีให้มีความข้นพอเหมาะโดยใช้น้ำมันหรือทินเนอร์ ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ แต่จะต้องระมัดระวังมิให้เนื้อสีและความหนาของชั้นสีลดลง หากพบว่าความหนาของชั้นสีลดลงจากที่กำหนด จะต้องทำการทาเพิ่มให้สีหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนด

3) กรณีเปิดกระป๋องสีทิ้งไว้ ผิวหน้าของสีจะแห้งเป็นก้อน เป็นเกล็ดหรือเป็นแผ่นฟิลม์เมื่อจะนำมาใช้จะต้องกรองด้วยตะแกรงละเอียด หรือถุงน่องไนล่อนเสียก่อน

5. วิธีการทาสี

1) การทาสีจะต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญงาน ที่ได้รับการอนุมัติแล้วโดยเลือกอุปกรณ์ทาสีที่เหมาะสมกับชิ้นงาน เช่น แปรง ลูกกลิ้ง วิธีพ่นหรือใช้อุปกรณ์ตามที่ผู้ผลิตสีแนะนำ อนึ่ง เมื่อเริ่มการทาสีจะต้องทำการให้แล้วเสร็จในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด การทาสี โดยใช้แปรงทาสีจำเป็นมากสำหรับงานชิ้นเล็กตามขอบและมุม ตามแนวเชื่อม รวมทั้งพื้นที่อื่นๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน

2) ระยะเวลาทาสีทับหน้าแต่ละชั้น จะต้องทิ้งไว้ให้สีพื้นล่างแห้งไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง หรือตามคำแนะนำของ บริษัทผู้ผลิตสีนั้นๆ งานทาสี จะต้องได้รับการตรวจสอบทุกระยะขั้นตอน

3) ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอุณหภูมิของโลหะ ความชื้นในอากาศและอุณหภูมิขณะทำงานทาสี ซึ่งจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตวัสดุนั้น ๆ ห้ามทาสีในขณะที่มีความชื้นสูง

4) ก่อนที่จะทาสีชั้นต่อไป จะต้องทำการซ่อมสีในชั้นที่ทาหรือพ่นไปแล้ว ซึ่งมีลักษณะที่เกิดรอยย่น การพอง ตลอดจนทำความสะอาดฝุ่นละอองซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทาสีครั้งแรก

5) สีที่พ่นเสร็จตามขบวนการทาสีไปแล้วจะต้องได้รับการดูแลรักษาอย่างดี เช่น ป้องกันแสงแดด ป้องกันการกระทบจากภายนอก หากพบว่าเกิดการชำรุดบนผิวของสี เช่น สีหลุดร่อน เป็นแผลขีดข่วน หรือการชำรุดใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องซ่อมสีนั้นตามวิธีที่ผู้ผลิตสีนั้นๆ แนะนำ และจะต้องทำการทาสีให้ใหม่ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

6. การทาสีโลหะ

6.1 ทั่วไป

บรรดางานโลหะทุกชนิด ทั้งในส่วนที่จมน้ำ เปียกน้ำ หรือตากแดด ตากฝน ยกเว้นโลหะที่ได้ทำการป้องกันสนิมไว้ก่อนแล้ว เช่น การอาบสังกะสี หรือโลหะที่ไม่เป็นสนิม เช่นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) หรือ บรอนซ์ (Bronze) เป็นต้น

6.2 การเตรียมผิวโลหะที่จะทาสี

ผิวโลหะที่จะเคลือบกันสนิม และทาสี จะต้องทำให้สะอาด ด้วยวิธีการซึ่งสามารถขจัดสนิมที่ผิวโลหะ ขี้เชื่อม คราบสกปรก และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ จนกระทั่งผิวหน้าของโลหะมีความสะอาดสดใส ก่อนเริ่มทำความสะอาดบริเวณรอยเชื่อมทั้งหมด จะต้องถูกทำให้เป็นกลาง (Neutralization) โดยใช้น้ำยาเคมีที่เหมาะสม แล้วล้างด้วยน้ำให้สะอาดโดยทั่วถึง

วิธีการทำความสะอาดผิวโลหะ ตามมาตรฐานเกณฑ์กำหนดของ Steel Structures Painting Council (SSPC) จะต้องปฏิบัติตามระดับของการทำความสะอาด ดังนี้คือ

1) การล้างผิวโลหะ ด้วยน้ำยาทำความสะอาดผิว (Solvent Cleaning) ตามมาตรฐาน SSPC-SP1 โดยการใช้น้ำมันแร่ (Mineral Spirite) หรือ Xylene
2) การขัดผิวโลหะด้วยเครื่องมือ (Hand Tool Cleaning) ตามมาตรฐาน SSPC-SP2 โดยการใช้แปรงลวดเหล็ก หรือกระดาษทรายเพื่อขจัดคราบโลหะ
3) การขัดผิวโลหะด้วยเครื่องมือกล (Power Tool Cleaning) ตามมาตรฐาน SSPC-SP3 โดยการใช้แปรงลวดไฟฟ้า หรือเครื่องเจียร์แผ่นหินเพื่อขจัดคราบโลหะ สนิม
4) การพ่นขัดผิวโลหะ (Commercial Blast Cleaning) โดยการใช้ทรายหรือเม็ดเหล็ก Carbide เพื่อให้ได้สีเทาเงินเรียบ เทียบได้กับผิว Sa 2 ตามมาตรฐาน ASTM D 2200
5) การชำระล้างผิวโลหะให้สะอาดด้วยน้ำยา เช่น กรด และล้างด้วยน้ำก่อนทำการชุบสังกะสีแบบชุบร้อน (Pickling) ตามมาตรฐาน SSPC-SP8
6) การพ่นขัดผิวโลหะ (Near White Blast Cleaning) โดยการใช้ทราย หรือเม็ดเหล็ก Carbide ตามมาตรฐาน SSPC-SP10 เพื่อให้ได้ผิวโลหะสีเทาเงิน มีรอยดำบางส่วน ผิวเรียบ เทียบได้กับผิว Sa 2 1/2 ตามมาตรฐาน ASTM D 2200

ผิวโลหะที่จะเคลือบกันสนิม และทาสี แต่มิได้ระบุวิธีทำความสะอาดไว้อย่างชัดเจน ให้ทำความสะอาดโดยวิธีขัดพ่น (Blasting Cleaning) ตามวิธีการมาตรฐาน SSPC-SP10 จนได้ผิวมาตรฐานที่ต้องการ แต่ก่อนที่จะทาสีรองพื้น จะต้องปัดลูบผิวด้วยแปรงอ่อน และดูดฝุ่นที่ผิวให้หลุดออกจนหมด การทาสีรองพื้น จะต้องเริ่มภายในระยะเวลาไม่เกิน 8 ชั่วโมง หลังจากการขัดพ่นเพื่อมิให้ผิวหน้าเกิดสนิมขึ้นอีก

6.3 การทาสีรองพื้นงานโลหะ

กรณีที่มิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ส่วนโครงสร้างงานโลหะทุกชนิดจะต้องทาสีรองพื้นหลังจากผู้ควบคุมงานได้อนุมัติสีแล้ว

ถ้าส่วนใดๆ ของโครงสร้าง หลังจากการประกอบแล้วยากต่อการดำเนินการทาสีจะต้องทาสีให้ครบทุกชั้นก่อนนำมาประกอบ กรณีที่โครงสร้างงานโลหะส่วนใดๆ ไม่ได้ทาสีรองพื้นไว้ จะต้องทาด้วยแลคเกอร์ หรือสารชนิดอื่นๆ ที่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน และปกคลุมไว้ในกรณีที่จะต้องรอการประกอบเข้ากับส่วนโครงสร้างอื่น

โครงสร้างส่วนที่จะต้องทำการเชื่อมต่อ ต้องไม่ทาสีจนกว่าจะทำการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยก่อน แต่ถ้าเป็นการเชื่อมชั่วคราว เพื่อจะประกอบโครงสร้างโดยการใส่สลักเกลียว จะต้องทาสีรองพื้น 1 ชั้น หลังจากการเชื่อมชั่วคราวเสร็จสิ้นลง

6.4 การเลือกใช้ชนิดของสี และการเตรียมผิว

สีที่กำหนดให้ใช้ จะคำนึงถึงความคงทนต่อสภาพแวดล้อมของงานโลหะนั้นๆ ประเภทของผิวโลหะ รวมถึงความหนาของสี ของงานประเภทต่างๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

1) งานเหล็ก ซึ่งอยู่ในสภาพจมน้ำ หรืออยู่ในสภาพชื้น กึ่งเปียกกึ่งแห้งในที่ร่ม สำหรับกรณีดังต่อไปนี้

- ประตูน้ำรับแรงดัน (Pressure Gates)
- ตะแกรงกันสวะ (Trashrack)
- ผิวภายในของท่อเหล็ก (Steel Liner)

การเตรียมผิว ให้ใช้วิธีการทำความสะอาด โดยการพ่นขัดผิวด้วยทรายตามมาตรฐาน SSPC-SP10 หรือเทียบได้กับผิวชนิด Sa 2 1/2

การทาสี ให้ใช้สี High Build Coal Tar Epoxy โดยมีลำดับชั้นของสี ดังนี้

- รองพื้นชั้นแรก (Primer) ความหนา 50 ไมครอน
- ชั้นที่สอง ความหนา 200 ไมครอน
- ชั้นที่สาม ความหนา 50 ไมครอน

2) งานเหล็ก ซึ่งอยู่ในที่ร่มและอยู่ในสภาพสิ่งแวดล้อมปกติ เช่น โครงหลังคาเหล็ก โครงสร้างเหล็ก หรือเหล็กชนิดอื่น ซึ่งอยู่ภายในบริเวณอาคาร

การเตรียมผิวให้ใช้วิธีการทำความสะอาดโดยการขัดผิวด้วยเครื่องมือกลตามมาตรฐาน SSPC-SP3 และทำการล้างคราบน้ำมัน และสิ่งสกปรกด้วยน้ำยาผสม Sodium Dichromate 0.75% และ Orthophosphoric 0.5%

การทาสีให้ทาสี โดยมีลำดับชั้นของสีดังนี้

- รองพื้นชั้นแรก ให้ใช้สี Red Lead Oxide ความหนา 50 ไมครอน
- ชั้นที่สอง ให้ใช้สี Red Lead Iron Oxide ความหนา 50 ไมครอน
- ชั้นที่สาม ให้ใช้สี Alkyd Base Enamel ความหนา 30 ไมครอน
- ชั้นที่สี่ ให้ใช้สี Alkyd Base Enamel ความหนา 30 ไมครอน

3) งานเหล็ก ซึ่งอยู่กลางแดด และได้รับความชื้นตามฤดูกาล ดังต่อไปนี้

- ฝาปิดบ่อพัก (Manhole) ที่เป็นเหล็ก Checkered Plate
- กรอบเหล็กรับฝาบ่อพัก (Manhole)
- ผิวท่อเหล็กที่โผล่พ้นดิน

การเตรียมผิว ให้ใช้วิธีทำความสะอาด โดยการพ่นขัดผิวตามมาตรฐาน SSPC-SP10 การทาสี จะต้องมีลำดับชั้นของสี ดังนี้

- รองพื้นชั้นแรก ให้ทาสี Zinc Silcate ความหนา 75 ไมครอน
- ชั้นที่สอง ให้ทาสี Polymide Epoxy Resin ความหนา 75 ไมครอน
- ชั้นที่สาม ให้ทาสี Polymide Epoxy Resin ความหนา 75 ไมครอน

4) งานเหล็กซึ่งอยู่กลางแดดและฝน สำหรับกรณีที่เป็นป้ายเหล็กดังต่อไปนี้คือ ป้ายจราจร ป้ายบอกชื่อสถานที่ ป้ายบนถนน

การเตรียมผิว ให้ใช้วิธีทำความสะอาด โดยการพ่นขัดผิว ตามมาตรฐาน SSPC-SP5

การทาสี จะต้องมีลำดับชั้นของสี ดังนี้

- รองพื้นชั้นแรก ให้ทาสี Zinc Chromate ความหนา 15 ไมครอน
- ชั้นที่สอง ให้ทาสี Aluminium Phenolic โดยใช้อัตราการทา 2.5 ตร.ม./ลิตร

- ชั้นที่สาม ให้ทาสี Aluminium Phenolic โดยใช้อัตราการทา 5 ตร.ม./ลิตร

5) งานโลหะหรือเหล็ก ซึ่งระบุให้เคลือบผิวด้วยวิธีการเคลือบสังกะสีแบบชุบร้อน (Hot Dip Galvanization) ดังต่อไปนี้

- สลักเกลียวเหล็กสมอฝังในคอนกรีต (Anchor Bolts)
- เหล็กสำหรับยึดที่ฝังในคอนกรีต (Embedded Steel)
- เหล็กบันไดลิง
- ประตูเหล็กม้วน

การเตรียมผิว ให้ใช้วิธีทำความสะอาด และเตรียมผิว ตามมาตรฐาน SSPC-SP8 ก่อนนำมาผ่านกรรมวิธีการชุบสังกะสี

การเคลือบสังกะสี แบบชุบร้อน จะต้องเคลือบผิวด้วยผงสังกะสีแบบต่อเนื่องกัน โดยมีสังกะสี 0.3 กก. ในพื้นที่ 1 ตร.ม. มีความสม่ำเสมอทุกจุด และหนาไม่น้อยกว่า 90 ไมครอน

การเจาะรู การเชื่อม รอยเสี้ยน และขอบแหลมคม จะต้องทำให้เสร็จ ก่อนการชุบด้วยสังกะสี

หากผิวโลหะที่ชุบสังกะสี เกิดตำหนิเนื่องจากการขนส่ง หรือเกิดจากความร้อนของการเชื่อมด้วยไฟฟ้า ผิวโลหะที่เกิดตำหนิเหล่านั้น จะต้องนำมาเคลือบสังกะสี ด้วยขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ก) เจียร์ผิวโลหะจนเป็นผิวสีขาว

ข) ขัดหรือเจียร์รอยต่อผิวชุบสังกะสีรอบๆ แผลตำหนินั้นๆ ให้บาง เพื่อให้กลมกลืนกับสีที่จะเคลือบลงไปใหม่

ค) ทำความสะอาดผิว โดยการล้างด้วยน้ำยา ตามมาตรฐาน SSPC-SP1

ง) เคลือบทาสีผิวที่เตรียมไว้นั้นด้วย Zinc Rich Primer 2 ชั้น ให้มีความหนาไม่น้อยกว่า 75 ไมครอน และผิวของเนื้อสีที่เคลือบด้วย Zinc Rich Primer จะต้องมีผงสังกะสีอยู่ไม่น้อยกว่า 92%

6) งานเหล็กซึ่งผิวฝังในคอนกรีต สำหรับกรณีผิวภายนอกท่อเหล็ก หรือท่อส่วนที่ฝังในกำแพงอาคาร

การเตรียมผิว ให้ใช้วิธีทำความสะอาด และเตรียมผิวตามมาตรฐาน SSPC-SP6 หรือให้ได้ผิว SIS Sa 2

การเคลือบผิวให้ใช้ Portland Cement Wash Coating

7. การทาสีผิวคอนกรีต ปูนฉาบ และฝ้าเพดาน

7.1 การเตรียมผิวปูนฉาบ ผิวคอนกรีต และฝ้าเพดาน

1) ผิวปูนฉาบ ผิวคอนกรีต และฝ้าเพดาน จะต้องแห้งและทำความสะอาดปราศจากเศษปูนบนผิว รูที่ผิวจะต้องทำการอุด และทำให้เรียบเสียก่อน ฝุ่น ละออง คราบไข น้ำมัน และสิ่งเปรอะเปื้อนอื่นจะต้องขจัดออกโดยใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำหรือน้ำยาเช็ดให้ทั่ว หรือขัดด้วยแปรงลวด แล้วแต่ความเหมาะสมกับผิวที่ฉาบ หรือแต่งแล้วเสร็จใหม่ จะต้องทิ้งไว้อย่างน้อย ประมาณ 30 วัน ก่อนทำการทาสีชั้นแรก

2) หากเป็นความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง อาจจะสั่งให้ทำความสะอาดผิว หลังจากการเตรียมผิวในข้อ 1) ข้างบนแล้ว โดยใช้น้ำผสม Zinc Chloride 2% และ Phosphoric Acid 3% เพื่อกัดผิวปูนฉาบหรือคอนกรีตนั้น ให้ลดความเป็นด่างลงและปล่อยให้แห้ง

7.2 การทาสีผิวผนังฉาบปูน และฝ้าเพดาน

1) การทาสีภายนอกให้ทาด้วยสี Vinyl Acrylic Emulsion 3 ชั้น

2) การทาสีภายใน เช่น ผิวยิปซั่มบอร์ด ผิวฉาบปูนผนังภายในให้ทาด้วยสี Plastic Emulsion 3 ชั้น

3) การเก็บสี จะต้องแยกสีชนิดสำหรับทาภายใน และสำหรับทาภายนอกออกจากกัน มิให้ปะปนกันโดยเด็ดขาด หากปรากฏว่าผู้รับจ้างหลีกเลี่ยง นำสีชนิดสำหรับทาภายในไปทาภายนอกแล้วจะต้องล้างขูดสีออก

7.3 การทาสีซีเมนต์

1) ผิวพื้นที่จะทา ให้ทาบนปูนฉาบอิฐ คอนกรีต คอนกรีตบล็อค เฉพาะในกรณีที่ระบุให้ใช้สีซีเมนต์ เท่านั้น

2) การทาสีรองพื้นและทับหน้า การทาจะต้องให้ความชื้นต่อพื้นผิวจนเพียงพอและทั่วถึงเสียก่อน จึงจะลงมือทาสีได้ การทาสีจะต้องทาไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง เมื่อทาเสร็จเรียบร้อยจะต้องไม่เห็นสีของวัสดุผิวพื้น ไม่มีรอยแปรง รอยด่าง หรือเลอะเทอะ เป็นสีที่สม่ำเสมอกัน

8. การเคลือบผิวไม้

8.1 การเตรียมผิวไม้

ผิวไม้ที่จะทาสี จะต้องทำให้ผิวแห้งสนิท ขัดเรียบด้วยกระดาษทราย ผิวปราศจากรอยแตก หรือรอยขีดข่วนที่ผิว รูหรือรอยตำหนิที่ปรากฏจะต้องขูดออก และอัดด้วยผงไม้ผสมกาวอุดรูหรือรอยตำหนินั้นให้เรียบร้อยและทำความสะอาด ขจัดฝุ่นที่ผิวหน้าออกให้หมด ก่อนที่จะดำเนินการทาสีหรือทาแลคเกอร์ชั้นแรก

ถ้าไม้นั้นเปรอะน้ำมัน มีความดูดซึมมากเป็นพิเศษจะต้องทาทับหน้าด้วยเชลแลคก่อน 1 ครั้ง ทั้งนี้ให้ปฏิบัติเฉพาะไม้ส่วนที่อยู่ภายในเท่านั้น

8.2 การทาสีเพื่อรักษาเนื้อไม้

ไม้ที่สัมผัสบรรยากาศภายนอกหลังคาคลุมให้ทาหรืออาบด้วยน้ำยารักษาเนื้อไม้ตามมาตรฐานชั้นที่ 1 ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

8.3 การทาสีไม้

ผิวเคลือบที่ต้องการให้เห็นลายไม้ เช่น กรอบบานประตูให้ทาด้วยน้ำมัน Urethane Varnish 3 ชั้น ในการทาน้ำมันวานิช ชั้นแรก ให้ผสมทินเนอร์ ร้อยละ 10 การทาน้ำมันวานิชชั้นต่อไป จะต้องรอให้สีชั้นบนแห้งก่อน โดยทิ้งระยะเวลาไว้อย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง จึงจะทาสีทับได้

ในกรณีที่ใช้น้ำมันวานิชทาพื้นเก่าที่มีน้ำมันวานิชอยู่แล้ว ให้ล้างด้วยน้ำยาซักฟอกอย่างอ่อนก่อน เช่น ลิซซปอลเอ็นโซลูชั่น จากนั้นให้ใช้กระดาษทรายขัดให้เรียบ แล้วจึงทาด้วยน้ำมันวานิช

9. การตรวจสอบ

1) ในขณะดำเนินการทาสี ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือ เพื่อการตรวจสอบความหนาของสี หรือการทดสอบอื่นๆ ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างมีความประสงค์

เครื่องมือที่ต้องจัดหาโดยทั่วไป เพื่อใช้ในการทดสอบมีดังนี้ คือ

ก) Eclometer เพื่อวัดความหนาของสี หรือเครื่องมือประเภทใช้ Magnetic หรือ Electro Magnetic ชนิดอื่นๆ เพื่อวัดความหนาของสี หรืออาจวัดความหนาด้วยวิธีอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบ

ข) "Holiday" Detector (Low Voltage) ผู้ควบคุมงานอาจจะวัดความต่อเนื่อง ในการทาสีโดยใช้เครื่องมือชนิดนี้ หากพบว่ามีรอยพรุนชั้นสีขาดความต่อเนื่อง จะต้องซ่อมสีบริเวณนั้น ตามกรรมวิธีที่ผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบ

ค) Pocket Knife ผู้ควบคุมงานอาจจะตรวจสอบความยึดเกาะระหว่างชั้นของสีด้วยวิธีการขูดสีด้วย Pocket Knife เมื่อเห็นว่า สียึดเกาะกับผิววัสดุไม่ดี หรือการยึดเกาะระหว่างชั้นไม่แน่นพอ เพราะมีวัสดุไม่พึงประสงค์เจือปนอยู่ในระหว่างชั้นของสี

ง) Thermometer ชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของสี หรือวัสดุ

2) ผู้ว่าจ้าง อาจจะสั่งให้ทำการทดสอบชนิดอื่น นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในข้อ 1) และค่าใช้จ่ายทั้งหลายในการทดสอบ และการแก้ไขการทาสี ถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 5-5
งานก่ออิฐและฉาบปูน

<u>ขอบข่าย</u> งานนี้ประกอบด้วย งานก่อผนังหรือกำแพง โดยรอบและภายในอาคาร งานหล่อเสาเอ็นและคานทับหลัง คสล. รวมทั้งงานฉาบปูนผนังหรือกำแพงก่ออิฐ และงานฉาบปูนโครงสร้างส่วนต่างๆ ขององค์อาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน

1. วัสดุ

1.1 อิฐก่อสร้างสามัญ

ใช้อิฐขนาดเล็ก (อิฐมอญ) ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.77 มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตัน ผิวไม่สู้เรียบทำด้วยมือหรือเครื่องจักร เหมาะสำหรับใช้ก่อผนังหรือกำแพงที่ฉาบปูน

1.2 ปูนซีเมนต์

ใช้ปูนซีเมนต์ผสมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.80 เช่น ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตรานกอินทรีย์ ตรางูเห่า เป็นต้น

1.3 ปูนซีเมนต์ขาว

ใช้ปูนซีเมนต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.133

1.4 ปูนขาว

ใช้ปูนขาวที่เผาสุก บดละเอียดแล้ว ปราศจากดินหรือสิ่งสกปรกอย่างอื่นเจือปน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.241

1.5 ทราย

ต้องเป็นทรายน้ำจืดที่สะอาด มีแง่คม ปราศจากดินหรือสิ่งสกปรกอย่างอื่นเจือปน ขนาดของเม็ดทรายจะต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน โดยร่อนผ่านตะแกรงก่อนนำมาใช้ ทรายหยาบต้องร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 8 ทรายกลางต้องร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 16 และทรายละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 50

1.6 น้ำ

ต้องใสสะอาดปราศจากน้ำมัน กรด พฤกษชาติ ตะกอน และสิ่งสกปรกเจือปนห้ามใช้น้ำจาก คูคลอง หรือแหล่งน้ำอื่นใดก่อนได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน

1.7 น้ำยาผสมปูนฉาบ

ให้ใช้น้ำยาผสมปูนฉาบ ที่เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานยี่ห้อ FEB หรือ SIKA หรือ CEMIX หรือผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่า

2. ส่วนผสมปูนก่อและปูนฉาบ

2.1 ส่วนผสมปูนก่อและปูนฉาบรองพื้น โดยปริมาตร

ปูนซีเมนต์	1	ส่วน
ทราย	3.5-4.0	ส่วน

(สำหรับปูนก่อให้ใช้ทรายหยาบ และปูนฉาบให้ใช้ทรายละเอียด)

น้ำในปริมาตรที่สามารถทำงานได้

2.2 ส่วนผสมปูนฉาบผิวหน้า

2.2.1 ส่วนผสมปูนฉาบผิวหน้า ที่ใช้ปูนขาว โดยปริมาตร

ปูนซีเมนต์	1	ส่วน
ปูนขาว	1	ส่วน
ทรายละเอียด	6	ส่วน

2.2.2 ส่วนผสมปูนฉาบผิวหน้าที่ใช้น้ำยาผสมปูนฉาบ โดยปริมาตร

ปูนซีเมนต์	1	ส่วน
ทรายละเอียด	3	ส่วน
น้ำยาผสมปูนฉาบ	ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต	

3. การเก็บรักษาวัสดุ

ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างอิฐให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อน จึงทำการสั่งซื้อและส่งอิฐมายังบริเวณหน้างานสถานที่ก่อสร้างได้

ผู้รับจ้างจะต้องเก็บรักษาอิฐโดยการวางเรียงให้เรียบร้อย อิฐที่เก็บจะต้องเรียงซ้อนกันสูงไม่เกิน 2 เมตร

4. วิธีการก่อสร้าง

4.1 การเตรียมวัสดุ

1) <u>อิฐที่นำมาก่อ</u>

ต้องปัดให้สะอาดมิให้มีผงทราย ดิน หรือเศษที่แตกออกติดอยู่ และต้องทำให้ชุ่มน้ำเสียก่อน เพื่อมิให้ดูดน้ำจากปูนก่อเร็วเกินไป

2) <u>การผสมปูนก่อและปูนฉาบรองพื้น</u>

ให้ผสมปูนซีเมนต์กับทรายในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ให้เข้ากันดีเสียก่อน แล้วจึงเติมน้ำโดยที่ส่วนผสมของน้ำจะต้องไม่ทำให้ปูนก่อเหลวเกินไป การผสมปูนก่อโดยทั่วไปให้ผสมด้วยเครื่องผสมคอนกรีต การผสมด้วยมือ อาจจะอนุญาตให้ใช้ได้ในกรณี ที่สามารถผสมให้มีคุณภาพเท่ากับผสมด้วยเครื่องผสมและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ปูนก่อจะต้องถูกผสมอยู่ตลอดเวลาจนกว่าจะนำมาใช้ ปูนก่อที่ผสมไว้แล้วนานเกินกว่า 1 1/2 ชั่วโมง ห้ามนำมาใช้

3) <u>การผสมปูนฉาบตกแต่ง</u>

กรณีที่ใช้ปูนขาวเป็นส่วนผสมปูนฉาบ จะต้องหมักปูนขาว ทราย และน้ำค้างคืนไว้ก่อนที่จะนำมาใช้ แล้วจึงผสมปูนซีเมนต์และน้ำเพิ่มเติม โดยที่ปริมาณน้ำที่ผสมอยู่จะต้องไม่มากเกินไป

สำหรับกรณีที่ใช้น้ำยาผสมปูนฉาบแทนปูนขาว ให้ทำการผสมปูนซีเมนต์และทรายให้เข้ากันดีเสียก่อน ด้วยเครื่องผสมคอนกรีต การผสมด้วยมือจะกระทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน เมื่อผสมเข้ากันดีแล้ว เติมน้ำยา ปริมาณน้ำยาที่ใช้ผสมจะต้องพอเหมาะกับการฉาบปูน ไม่เปียกหรือแห้งเกินไป ทำให้ปูนฉาบไม่เกาะติดผนัง

4.2 การยึดผนังก่ออิฐ

เสาหรือเสาเอ็นคอนกรีต ต้องเสียบเหล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ไว้ที่เสาหรือเสาเอ็นขณะหล่อเสาทุกระยะไม่เกิน 0.50 เมตร และจะต้องรดน้ำให้ ความชื้นแก่เสาหรือเสาเอ็นคอนกรีตก่อนทำการก่อผนังอิฐ

4.3 การก่ออิฐ

1) จะต้องก่อให้เรียบได้ดิ่งและระดับทั้งแนวตั้งและแนวนอน โดยการขึงเชือกก่อนรอยต่อโดยรอบแผ่นอิฐต้องใส่ปูนก่อให้เต็มรอยต่อโดยรอบหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร ในกรณีที่มิได้กำหนดความหนาของกำแพงหรือผนังไว้ ให้ก่อหนาไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร

2) ในกรณีที่ผนังหรือกำแพงยาวหรือสูงเกินกว่า 3.00 เมตร จะต้องมีเสาเอ็นหรือคานทับหลัง ค.ส.ล. ตลอดความสูงและความยาวของกำแพงหรือผนัง ระยะของเสาเอ็นหรือคานทับหลังจะต้องไม่มากเกินกว่า 3.00 x 3.00 เมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ ขนาดของเสาเอ็นหรือคานทับหลังหนาต้องไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ความกว้างเท่าความหนาของกำแพง เสริมเหล็กตามยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร 2 เส้น โดยมีเหล็กปลอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรระยะห่าง 20 เซนติเมตร เสาเอ็นหรือคานทับหลังจะต้องฝังลึกลงในพื้นหรือคานด้านบนและด้านล่างเสาเอ็น อาจจะทำได้โดยการฝังเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร 2 เส้น โผล่เตรียมไว้จากคานหรือพื้นก่อนก็ได้

3) มุมผนังหรือกำแพงทุกมุมและผนังหรือกำแพงที่หยุดลอยๆ โดยไม่ติดกับเสา คสล. หรือตรงผนัง หรือกำแพงที่ติดกับวงกบ จะต้องมีเสาเอ็นและคานเอ็น คสล. รัดรอบเหนือช่องประตู และหน้าต่างทุกแห่งที่ต้องก่ออิฐทับด้านบน จะต้องมีคานทับหลัง คสล. ขนาดของคานทับหลังต้องไม่เล็กกว่าเสาเอ็น

4) ผนังหรือกำแพงที่ก่อสูงไม่ชนท้องคานหรือพื้นทุกแห่ง จะต้องมีคานทับหลัง คสล. ทุกแห่งและขนาดของคานทับหลังต้องมีขนาดเท่ากับเสาเอ็น หรือตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5) ผนังหรือกำแพงที่ก่ออิฐแล้วเสร็จใหม่ จะต้องไม่ถูกกระทบกระเทือนหรือให้รับน้ำหนักเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน หลังจากก่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว

6) ผนังหรือกำแพงที่ก่อชนท้องคานหรือพื้นทั้งหมด จะต้องเว้นช่องว่างไว้ประมาณ 10 เซนติเมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน เพื่อให้ปูนก่อแข็งตัวเข้าที่เสียก่อนจึงจะทำการก่ออิฐส่วนที่เหลือให้ชนใต้ท้องคานหรือพื้นนั้นได้

7) การก่อผนังอิฐในช่องเดียวกัน จะต้องก่ออิฐให้มีความสูงใกล้เคียงกัน ห้ามก่อผนังอิฐส่วนหนึ่งส่วนใดสูงกว่าส่วนที่เหลือเกิน 1 เมตร ผนังอิฐที่ก่อใหม่ จะต้องปกคลุมให้อยู่ในที่ร่ม และจะต้องไม่ถูกกระทบกระเทือนหรือรับน้ำหนักเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

8) เมื่อก่อผนังด้วยปูนก่อเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำความสะอาดผิวผนังทั้ง 2 ด้าน โดยไม่ให้มีเศษปูนเกาะติดผิวผนัง ดูแลรักษาผิวให้สะอาดโดยใช้แปรงปัดทำความสะอาดก่อนจะทำการฉาบปูน เศษปูนก่อที่ตกอยู่ที่พื้นจะต้องเก็บให้เรียบร้อย ก่อนที่ปูนจะแข็งตัว

5. วิธีการฉาบปูน

5.1 การเตรียมผิวคอนกรีต

ผิวที่จะฉาบจะต้องทำให้ขรุขระเสียก่อนและขัดล้าง คราบน้ำมันที่ทาไม้แบบที่ติดผิวออกแล้วล้างให้สะอาด ก่อนลงมือฉาบปูนจะต้องพ่นน้ำให้ความชื้นแก่ผิวที่จะทำการฉาบทุกครั้ง เพื่อลดอัตราการดูดซึมของปูนฉาบ ในกรณีที่จะต้องฉาบปูนบนกรอบไม้หรือกรอบโลหะให้ใช้ลวดตาข่ายกรงไก่สำหรับฉาบปูนขึงบนผิวหน้า ยึดตรึงให้แน่นเสียก่อนจึงฉาบปูนทับ

5.2 การฉาบปูน

1) การฉาบปูนกำแพง หรือผนังหรือส่วนอื่นๆ ของอาคารที่ระบุไว้ในแบบแปลน ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นพิเศษแต่อย่างใด ให้ทำการฉาบปูนรวม 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเป็นการฉาบปูนรองพื้นและครั้งหลังเป็นการฉาบปูนตกแต่งผิวหน้า ดังนี้

ก) <u>การฉาบปูนรองพื้น</u>

ก่อนฉาบปูนรองพื้น จะต้องตั้งเพี้ยมทำระดับให้เรียบร้อยก่อน ภายหลังปูนที่ตั้งเพี้ยมทำระดับแห้งดีแล้ว ให้รดน้ำผนังให้เปียกโดยทั่วกันแล้วจึงทำการฉาบปูนรองพื้น การฉาบปูนรองพื้นจะต้องให้ได้ระดับใกล้เคียงกับที่ตั้งเพี้ยมไว้ ก่อนที่ปูนฉาบรองพื้นจะเริ่มแข็งให้ขีด ผิวหน้าปูนฉาบให้ขรุขระโดยทั่วกัน เพื่อให้การเกาะตัวของปูนฉาบครั้งต่อไปดีขึ้น

ปูนฉาบรองพื้นนี้จะต้องรดน้ำให้เปียกอยู่เสมอเป็นเวลา 48 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้แห้งก่อน 7 วัน จึงทำการฉาบปูนตกแต่งได้ ปูนฉาบรองพื้นจะต้องมีความหนา ประมาณ 13 มม. ในกรณีที่จำเป็นให้ฉาบปูนรองพื้นมากกว่า 1 ครั้งได้

การฉาบปูนรองพื้นบนผิวคอนกรีต ให้สลัดปูนบนผิวคอนกรีต ปูนสลัดให้ใช้ส่วนผสมของซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายหยาบ 3 ส่วน ก่อนที่จะสลัดปูนจะต้องรดน้ำผิวที่จะสลัดปูนให้เปียกเสียก่อน การสลัดปูนให้สลัดด้วยไม้กวาด และจะต้องมีผิวปูนติดเสมอกันหมด รดน้ำปูนที่สลัดไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้แห้งก่อน จึงทำการฉาบปูนรองพื้นได้

ข) <u>การฉาบปูนตกแต่ง</u>

ก่อนฉาบปูนตกแต่ง ให้รดน้ำผนังที่จะฉาบปูนให้เปียกโดยทั่วกันเสียก่อน จึงฉาบปูนตกแต่งได้ ปูนฉาบตกแต่งจะต้องมีความหนาประมาณ 5 มม. ในกรณีที่ระบุไว้ให้ฉาบปูน ขัดมัน ให้ฉาบปูนตกแต่งให้ได้ระดับเสียก่อน จึงทำการขัดมันผิวหน้า ปูนฉาบตกแต่งจะต้องได้รับการ รดน้ำ ให้เปียกชื้นตลอดเวลา 48 ชั่วโมง

2) การฉาบปูนภายนอกตรงบริเวณส่วนที่ผนังอิฐต่อกับส่วนโครงสร้างคอนกรีต เช่น เสาคาน หรือเสาเอ็น ค.ส.ล. ให้ป้องกันการแตกร้าวโดยใช้แผ่นลวดตาข่ายกรงไก่ตาขนาด 3/4" กว้างประมาณ 30 เซนติเมตร ตอกตะปูอัดติดผนังยาวตลอดรอยต่อ แล้วจึงทำการฉาบปูนรองพื้นได้

3) การฉาบปูนโดยทั่วไป เมื่อฉาบครั้งสุดท้ายเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องเรียบไม่เป็นลูกคลื่น ได้ดิ่ง ได้ระดับ ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง มุมทุกมุมต้องได้ฉาก (เว้นแต่ที่ระบุไว้เป็นพิเศษในแบบแปลน) ถ้ามิได้ระบุลักษณะการฉาบปูนเป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง ให้ถือว่าเป็นฉาบเรียบทั้งหมด

4) การเซาะร่องบัวน้ำหยด การฉาบปูนใต้คานกันสาดหรือชายคา ที่สร้างด้วยคอนกรีตทั้งหมด ให้เซาะร่องบัวน้ำหยดกว้างประมาณ 10 มิลลิเมตร ลึกประมาณ 5 มิลลิเมตร ห่างจากขอบด้านนอกโดยรอบ 5 เซนติเมตร ถึงแม้ในแบบแปลนจะไม่ระบุไว้

5) การซ่อมผิวปูนฉาบ ผิวปูนที่แตกร้าวและผิวปูนที่ไม่ติดกับผนัง ภายหลังการฉาบปูนแล้ว ให้ทำการซ่อมโดยสกัดปูนฉาบเดิมออกกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ทำผิวหน้าเดิมให้ขรุขระล้างให้สะอาด แล้วจึงฉาบปูนใหม่ตามข้อ 1) ผิวปูนที่ฉาบใหม่แล้วจะต้องเรียบสนิทเป็นเนื้อเดียวกันกับผิวเดิม

6) การบ่มผิวเมื่อฉาบปูนเสร็จใหม่ๆ แต่ละชั้น จะต้องบ่มผิวให้มีความชื้นอยู่ตลอดเวลา 48 ชั่วโมง ตามที่ระบุไว้ โดยใช้น้ำพ่นเป็นละอองละเอียด พยายามหาทางป้องกันและหลีกเลี่ยงมิให้ถูกแสงแดดโดยตรงหรือมีลมพัดจัด การบ่มผิวนี้ให้ผู้รับจ้างถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องให้การดูแลเป็นพิเศษด้วย

7) การทำความสะอาด ภายหลังจากเสร็จงานฉาบปูนแต่ละวัน จะต้องทำความสะอาดปูนที่เปื้อนบนพื้นให้เรียบร้อย ปูนที่เปื้อนบนผนังที่ฉาบตกแต่งแล้ว จะต้องทิ้งให้แห้งเสียก่อนจึงขูดออกได้

หมวดที่ 6 งานระบบเครื่องกล
มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 6-1
งานโรงสูบน้ำ และอุปกรณ์

งานก่อสร้างโรงสูบน้ำระบายน้ำป้องกันน้ำท่วม

โรงสูบระบายน้ำป้องกันน้ำท่วมแห่งนี้จะก่อสร้างภายในนิคมอุตสาหรรมบางปู พร้อมระบบไฟฟ้ากำลังและอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

ปริมาณงานในส่วนของโรงสูบน้ำ ประกอบไปด้วย งานก่อสร้างโรงสูบน้ำและส่วนประกอบต่างๆ งานจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ และติดตั้ง

ในส่วนของงานก่อสร้างอาคารและส่วนประกอบต่างๆ ประกอบไปด้วยงานหลักๆ ดังนี้

1) จัดหาและติดตั้งเครื่องสูบน้ำชนิด Submersible Propeller Pump Flow ขนาด 3.0 ลบ.ม./วินาที ระยะสูบส่งรวมไม่น้อยกว่า 4 เมตร พร้อมท่อส่งอุปกรณ์ควบคุมและงานระบบต่างๆจำนวน 3 ชุด
2) จัดหาและติดตั้งเครื่องสูบน้ำชนิด Submersible Propeller Pump Flow ขนาด 6.0 ลบ.ม./วินาที ระยะสูบส่งรวมไม่น้อยกว่า 4.4 เมตร พร้อมท่อส่งอุปกรณ์ควบคุมและงานระบบต่างๆจำนวน 6 ชุด
3) จัดหาและติดตั้งเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ (Mobile Pump) แบบ Submersible Centrifugal Pumps สำหรับระบาย น้ำออกจากบ่อสูบกรณีซ่อมแซมอปกรณ์ จำนวน 2 ชุด ขนาด 70 ลบ.ม./ชม. Total Head 5 เมตร
4) จัดหาและติดตั้ง Electric Hoist 5 Ton และโครงสร้างเหล็กสำหรับแขวน Electric Hoist 5 Ton
5) จัดหาและติดตั้ง Electric Hoist 10 Ton และโครงสร้างเหล็กสำหรับแขวน Electric Hoist 10 Ton
6) จัดหาและติดตั้งตะแกรงดักขยะแบบหยาบ 8 ชุด
7) จัดหาและติดตั้งบานระบายน้ำ Sluice Gate ขนาด Ø 0.6 m. จำนวน 2 ชุด
8) งานอื่นๆ ที่จำเป็นต้องมีตามแบบ และที่จำเป็นต้องมีเพื่อให้ใช้งานโรงสูบระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น Manhole Cover Size Ø800 mm.
9) ทดสอบการทำงานของงานระบบเครื่องกลทั้งหมด

1 เครื่องสูบน้ำขนาด 3 ลบ.ม./วินาที และ 6 ลบ.ม./วินาที

1.1 ขอบเขตของงาน

ประกอบด้วย การจัดหา จัดส่งผลิตภัณฑ์ การติดตั้ง การทดสอบเครื่องสูบน้ำ ตามจำนวนและตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ สามารถทำงานแบบ Continuous Duty ที่อุณหภูมิบรรยากาศและอุณหภูมิของน้ำสูงสุด 40 องศาเซลเซียส

การจัดหาอุปกรณ์ประกอบทางไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องตามแบบงานระบบไฟฟ้าและอื่นๆ อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องเป็นอุปกรณ์ตามมาตรฐานผู้ผลิต และต้องมีสำรองอยู่ในคลังสินค้าของผู้ผลิต

1.2 ข้อกำหนดการออกแบบ

1) สถานีสูบพื้นที่เขตการส่งออก การระบายน้ำ

(1) ปริมาณน้ำระบายทั้งหมด ไม่น้อยกว่า : 9 ลบ.ม./วินาที

(2) อัตราการระบายน้ำต่อเครื่องแต่ละเครื่องไม่น้อยกว่า : 3 ลบ.ม./วินาที จำนวน 3 ชุด

(3) แรงสูบส่งไม่น้อยกว่าต่อเครื่องแต่ละเครื่องไม่น้อยกว่า : 4 เมตร

อัตราการระบายน้ำต่อเครื่องสูบน้ำจะเป็นความสามารถในการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องที่ความดันกำหนด (Rated Head)

2) สถานีสูบพื้นที่ทั่วไป การระบายน้ำ

(1) ปริมาณน้ำระบายทั้งหมด ไม่น้อยกว่า : 36 ลบ.ม./วินาที

(2) อัตราการระบายน้ำต่อเครื่องแต่ละเครื่องไม่น้อยกว่า : 6 ลบ.ม./วินาที จำนวน 6 ชุด

(3) แรงสูบส่งไม่น้อยกว่าต่อเครื่องแต่ละเครื่องไม่น้อยกว่า : 4.4 เมตร

อัตราการระบายน้ำต่อเครื่องสูบน้ำจะเป็นความสามารถในการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องที่ความดันกำหนด (Rated Head

1.3 รายละเอียดเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์

1) คุณลักษณะทั่วไป

(ก) เป็นเครื่องสูบน้ำขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบจุ่มแช่ (Submersible Propeller Pump) ปริมาณการสูบสูงกว่าหรือเท่ากับ 3 ลบ.ม./วินาที ให้กำหนดเป็น Axial หรือ Mixed Flow Type)

(ข) เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ไฟฟ้าประกอบเป็นหน่วยเดียวกัน

(ค) มอเตอร์มีระดับการป้องกันไม่ต่ำกว่า IP 68 หรือเทียบเท่า

(ง) การติดตั้งแบบเครื่องสูบน้ำอยู่ภายในท่อเหล็ก (Discharge Column)

(จ) ควบคุมการทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และแบบ Manual

(ฉ) เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน สภาพพร้อมใช้งานได้ทันที

(ช) เครื่องสูบน้ำต้องผลิตตามมาตรฐานสากล ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรปตะวันตก โดยโรงงานที่ได้รับมาตรฐานการผลิต ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ซึ่งออกโดยสถาบันรับรองคุณภาพ ดังนี้

- BSI Management System (BSI)
- Bureau Veritas Quality International certify (BVQI)
- DEKRA Certification GmbH (DEKRA)
- Det Norske Veritas (DNV)
- Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen (DQS)
- General Superintendence Co.,Ltd.
- Lloyd's Register Quality Assurance Limited (LRQA)
- HSB Registration Service USA (HSB)
- Japan Quality Assurance Organization (JQA)
- KPMG Assessment and Registration Service
- Quality Systems Registrars, Inc. (QSR)
- TUV Rheinland (TUV)
- SGS Group of Companies (SGS)
- Association Suisse pour Certificates d'Assurance Quualite Deutsche (SQS)

(ฉ) แบบและเอกสารผู้รับจ้างจะต้องยื่นแบบและเอกสารสำคัญมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ เพื่อประกอบการพิจารณา

1. หนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยจากผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำโดยตรง

2. หนังสือรับรองศูนย์บริการ ที่เปิดบริการหลังการขายภายใต้ยี่ห้อเครื่องสูบน้ำโดยตรงของผลิตภัณฑ์ เปิดในประเทศไทยและให้บริการภายใต้ยี่ห้อเครื่องสูบน้ำ มีกำลังเครื่องจักรรวมไม่น้อยกว่า 250 แรงม้า ซึ่งได้การรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015

พร้อมเอกสารแสดงใบ รง. 4 ของศูนย์บริการภายใต้ยี่ห้อเครื่องสูบน้ำที่เสนอ

3. SECTION MATERIAL LIST รูปตัดของเครื่องสูบน้ำ, มอเตอร์ และรายการแสดงชิ้นส่วนประกอบ

4. TECHNICAL SPECIFICATION และ CATALOG ของเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ CATALOG

2) รายละเอียดเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งใช้งานที่สถานีสูบน้ำ มีเครื่องสูบน้ำขนาดอัตราการสูบ 3.00 ลบ.ม./วินาที และ 6.00 ลบ.ม./วินาที เป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Submersible Propeller Pump ใบพัดแบบ Axial or Mixed Flow Impeller Type

ลักษณะเครื่องสูบน้ำที่สำคัญประกอบด้วย

(ก) เป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Submersible Propeller Type สมรรถนะประกอบด้วย ความสามารถในการสูบไม่น้อยกว่า 3.00 ลบ.ม./วินาที ที่ระยะสูบส่ง (Total head) ไม่น้อยกว่า 4.0 ม.

มี Pump Efficiency ไม่น้อยกว่า 81% และ Over All Efficiency ไม่น้อยกว่า 75% สำหรับติดตั้งในท่อ Column pipe ขนาดไม่เกินกว่า 1,200 มิลลิเมตร. กำลังงานที่เพลาของเครื่องสูบน้ำ ณ, อัตราการทำงานที่กำหนดไม่เกิน 155.0 กิโลวัตต์ และมีขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 160.0 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบไม่เกิน 500 รอบต่อนาที

(ข) เป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Submersible Propeller Type สมรรถนะประกอบด้วย

- อัตราการสูบ (Flow Rate or Capacity) 6 ลบ.ม./วินาที
- ความดันรวมที่จุดทำงาน (Operating Rated) 4.4 เมตร
- ความสามารถในการสูบไม่น้อยกว่า 6.00 ลบ.ม./วินาที ที่ระยะสูบส่ง (Total head) ไม่น้อยกว่า 4.4 ม.
- มี Pump Efficiency ไม่น้อยกว่า 82 % และ Overall Efficiency ไม่น้อยกว่า 75% สำหรับติดตั้งในท่อ GRP Discharge Column pipe ขนาดไม่เกินกว่า 1,500 มิลลิเมตร.กำลังงานที่เพลาของเครื่องสูบน้ำ ณ. อัตราการทำงานที่กำหนดไม่

เกิน 355.0 กิโลวัตต์ และมีขนาดมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 410.0 กิโลวัตติ์ ความเร็วรอบไม่เกิน 500 รอบต่อนาที

(ค) PERFORMANCE CURVE ของเครื่องสูบน้ำ จากโรงงานผู้ผลิตที่ประกอบด้วยเส้นกร๊าฟ 6 เส้นเป็นอย่างน้อย ดังนี้:-

-Q-H Curve (เส้นกร๊าฟอัตราการไหลและระยะยกน้ำ)

-Power Curve (เส้นกร๊าฟกำลังงานที่ปลายเพลา)

-Pump Efficiency Curve (เส้นกร๊าฟประสิทธิภาพเครื่องสูบ)

-Overall Efficiency Curve (เส้นกร๊าฟประสิทธิภาพรวม)

-Pump Speed Curve (เส้นกร๊าฟความเร็วรอบ)

-NPSHr Curve (เส้นกร๊าฟแสดงสมรรถการดูดเครื่องสูบ)

(ง) ใช้ใบพัดชนิด Axial or Mixed Flow Impeller หล่อเป็นชิ้นเดียวกันปราศจากล๊อคใบด้วยวิธีการเชื่อมหรือวิธีอื่น (เปลี่ยนองศาใบพัดโดยการเปลี่ยนใบพัดใหม่ทั้งชุด) ลักษณะการออกแบบใบพัดขณะทำงานต้องป้องกันการติดของขยะ ผ่านการทำสมดุลทางสถิตศาสตร์ (Statically) และพลศาสตร์ (Dynamically)

(จ) เพลา (Shaft) มีความแข็งแรงและความคงทนต่อการกัดกร่อน
กันรั่วที่เพลาแบบ Two Single-acting Mechanical Seal หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

(ฉ) แบริ่งได้รับการออกแบบไว้สำหรับงานหนักต่อเนื่องแบบ Maintenance-Free Anti-Friction Bearing และใช้สารหล่อลื่นตามมาตรฐานผู้ผลิต

(ช) มีอุปกรณ์ตรวจสอบและสัญญาณเตือนเมื่อเกิดการรั่ว (Moisture sensor หรือ Leakage Sensors) เมื่อความชื้นสูงเกินกำหนด

(ซ) มีอุปกรณ์ตรวจสอบและสัญญาณเตือนอุณหภูมิ (Thermal Switches) โดยให้ตัดการทำงานของมอเตอร์เมื่อขดลวดมีอุณหภูมิสูงเกิน 140°C

(ฌ) มีการป้องกันการกัดกร่อน (Cathodic and Coating Protection) ตามมาตรฐานอย่างสมบูรณ์

3) รายละเอียดมอเตอร์ไฟฟ้า

ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้าขับเครื่องสูบน้ำมีคุณสมบัติดังนี้

(ก) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าชนิด Dry Running Three Phase Squirrel Cage Induction or Asynchronous Motor สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 380/600 หรือ 400/690 V 50 Hz

(ข) ขนาดพิกัดกำลังของมอเตอร์ในสภาพใช้งานต่อเนื่อง มีคุณสมบัติต้านกระแสเริ่มต้น (Starting Current) และแรงบิด (Torque) ตรงตามมาตรฐานของ NEMA, DIN, IEC หรือเทียบเท่าฉนวนหุ้มขดลวด มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าชั้น H (Insulation Class H) ภายในมอเตอร์ มี Thermal Detector เพื่อป้องกันความร้อนสูงกว่าพิกัด

(ค) แบริ่งรองรับเพลาแบบ Maintenance- Free Anti- friction Bearing สารหล่อลื่นใช้ตามมาตรฐานผู้ผลิต

(ง) มีอุปกรณ์ตรวจสอบและสัญญาณเตือนว่าความชื้นสูงเกินกำหนด

(จ) เครื่องสูบน้ำใช้กำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ Output Rated ไม่น้อยกว่า 115% ของกำลังที่ใช้ขับที่ได้ออกแบบไว้เป็นเกณฑ์

(ฉ) สายเคเบิลมีคุณสมบัติเหมาะสมกับเครื่องสูบน้ำชนิดนี้โดยเฉพาะมีรหัสหรือเครื่องหมายแสดงขนาดพิกัดของกระแสและอื่นๆ อย่างถาวรบนสายเคเบิลและมีความยาวเพียงพอกับความต้องการระหว่างเครื่องสูบน้ำและระบบควบคุม

4) วัสดุโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ไฟฟ้า และ Discharge Column มีคุณสมบัติเทียบเท่าตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงวัสดุโครงสร้างเทียบเท่าของเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ไฟฟ้า

ลำดับที่ (NO.)	ชิ้นส่วนโครงสร้าง (Part Designation)	วัสดุ (Materials)	หมายเหตุ (Remark)
1	Casing	เป็นเหล็กหล่อมีคุณสมบัติมาตรฐาน GG-20, ASTM CL35B, EN-GJL-200, JIS FC-250,	
2	Bell Mouth	เป็นเหล็กหล่อมีคุณสมบัติมาตรฐาน GG20, ASTM CL35B, EN-GJL-200, JIS FC-250	
3	Impeller (Open/Closed)	ใบพัดเป็น Stainless Steel Austentic Casting มีคุณสมบัติมาตรฐาน AISI 316, 329, EN 1.4408, 1.4412, 1.4460, 1.4517	ใบพัดแบบ Axial or Mixed Flow Impeller

4	Mechanical Seal	เป็นชนิด Double Mechanical Seal เป็น Corrosion Resistant Cemented Carbide ชนิด SIC หรือ Tungsten Carbide	
5	Pump Shaft และ Bearing	เพลาเป็น Stainless steel Martensitic มีคุณสมบัติมาตรฐาน ASTM 431, EN 1.4057+QT800 หรือ JIS 431, ลูกปืน (Bearing) ชนิดใช้งานหนัก(Heavy Duty) และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานโดยอายุการใช้งานต้องไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง	
6	Wear Ring	เป็น Stainless Steel Austenitic มีคุณสมบัติมาตรฐาน AISI 316, 329, EN 1.4308, 1.4408, 1.4412, 1.4460	
7	Bolt and Nut	เป็น Stainless Steel Austenitic มีคุณสมบัติมาตรฐาน CrNiMo steel A4, AISI 304, 329, EN 1.4408, 1.4412, 1.4460 หรือเทียบเท่า	

ตารางแสดงวัสดุโครงสร้างเทียบเท่าของเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ไฟฟ้า

ลำดับที่ (NO.)	ชิ้นส่วนโครงสร้าง (Part Designation)	วัสดุ (Materials)	หมายเหตุ (Remark)
8	Submersible motor	มอเตอร์ไฟฟ้าแบบจุ่มแช่ใต้น้ำเป็นชนิด Premium High Efficiency Motor Squirrel cage, 3 phase Induction Motor ความเป็นฉนวนระดับชั้น Insulation Class H (+180.C; +355.F) สามารถทำงานใต้น้ำลึกได้สูงถึง 20 เมตร ดรรชนีระดับการป้องกันไม่ต่ำกว่า IEC 60034-1; IP 68 ใช้กับไฟฟ้า 380-400 โวลท์ 3 Phase, 50Hz มีระบบสตาร์ทเป็น Soft starting	
9	Motor Cable	สายไฟมอเตอร์ (Motor cable) และสายสัญญาณ	

		(Signal cable) แบบจุ่มแช่ใต้น้ำ (Submersible cable) ประกอบในชุดเดียวกันกรณีที่ไม่ได้ประกอบเป็นชุดเดียวกันไม่อนุญาติให้ใช้.	

10	อุปกรณ์ตรวจสอบและป้องกันเครื่องสูบน้ำเสียหาย (Monitoring unit)	- PTC resistor or Pt100 sensor to measure the stator winding temperature - Leakage sensor in the stator housing or inspection chamber - Moisture sensor or Leakage sensor in the junction box - Pt100 sensor to measure the support bearing temperature - Pt100 sensor to measure the main bearing temperature - มีชุดควบคุมและแสดงผลและตรวจจับความผิดปกติของเครื่องสูบน้ำ Power Analyzer measures the following data; Three-Phase power, Power Factor, System voltage, Voltage imbalance, Pump current, Current imbalance, Total energy - Pump Electronic Module - Base unit communicates data between the pump electronic module and central unit ผ่าน Bluetooth, สาย USB ชุด Gateway - สามารถส่งข้อมูล SCADA Systems ผ่าน Modbus RTU ระบบอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายใต้ยี่ห้อเดียวกับเครื่องสูบน้ำเท่านั้น - ตัวอย่างมาตรฐาน FLYGT, KSB , EBARA, STAC SHK, KUBOTA	

5) การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนงานการติดตั้งและแบบรายละเอียดที่แสดงขนาดพิกัดต่างๆ ตามที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำแนะนำและรับรองเสนอต่อผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการก่อสร้างโรงสูบระบายน้ำเพื่อตรวจสอบแก้ไขให้ตรงกับแบบโครงสร้างหรือแก้ไขแบบโครงสร้างให้ตรงกับความต้องการ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุด สำหรับการติดตั้งต้องดำเนินการ ดังนี้

(ก) ทำการปรับตั้งความเที่ยงตรงให้อยู่ในพิกัดที่ผู้ผลิตกำหนด

(ข) อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งที่ไม่ได้ระบุไว้ให้มี แต่ถ้าผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วควรมีตามความจำเป็น ผู้รับจ้างต้องจัดทำหรือจัดหาเพิ่มเติม

(ค) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ เมื่อผู้รับจ้างพิจารณาแล้วมีความยุ่งยาก ในการซ่อมบำรุงผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขหรือหาอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อความสะดวกในการบำรุง

6) การทดสอบ

(ก) การทดสอบเครื่องสูบน้ำ

ก่อนที่จะจัดส่งเครื่องสูบน้ำทุกชุด เครื่องสูบน้ำจะต้องผ่านการทดสอบโดยผู้ผลิตและผู้จำหน่าย เพื่อให้มีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนดการทดสอบ รวมถึงการตรวจสอบขนาด มิติ วัสดุ การเคลือบสี การหีบห่อ หากเกิดการบกพร่องใดๆ ต้องแก้ไขให้ถูกต้อง การทดสอบรวมถึงการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำตามมาตรฐาน ISO 5198, 3555, 9906 หรือตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

(ข) การทดสอบที่หน้างาน

- ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นแก่เครื่องสูบน้ำ หลังจากถอดบรรจุหีบห่อในกรณีที่เกิดความเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายและได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง
- เครื่องสูบน้ำจะต้องยึดตรึงอย่างถาวรกับฐานรองรับ
- ก่อนการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกันและต้องปรับแต่งผิวงานจนเป็นที่พอใจ
- ภายหลังจากการที่การติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์สมบูรณ์แล้ว และเครื่องสูบน้ำผ่านการเดินเครื่องภายในช่วงเวลาที่เพียงพอแล้ว เครื่องสูบน้ำทุกชุดจึงจะเริ่มทดสอบขั้นสุดท้าย
- การทดสอบการติดตั้งต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้างความเสียหายหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นต้องแก้ไขให้ถูกต้องจนกว่าเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง

หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างไม่สามารถเรียกร้องค่าใช้จ่ายสำหรับค่าดำเนินการดังกล่าวใดๆ ทั้งสิ้น

(ค) ในกรณีความเสียหายเกิดจากความประมาทเลินเล่อของผู้ใช้ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งสาเหตุและเหตุผลให้ผู้ว่าจ้างทราบภายใน 7 วัน นับจากวันที่ได้รับความเสียหาย หากพ้นกำหนดให้ถือว่าความเสียหายอยู่ในความรับชอบของผู้ว่าจ้าง

(ง) การแจ้งความเสียหายและการแก้ไขงานเมื่อแล้วเสร็จ ให้ทำเป็นลายลักษณ์อักษรเสนอผู้ว่าจ้าง

2 ประตูระบายน้ำ SLUICE GATE ขนาด Ø 0.6 m.

ก่อนการติดตั้งต้องเสนอรายละเอียด , แผนการติดตั้งเครื่องมือและอื่นๆ เพื่อการติดตั้งให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อน

3 ELECTRIC HOIST และโครงสร้างเหล็กสำหรับแขวน

ผู้รับจ้างจะต้องยื่นเสนอรายละเอียดการออกแบบ คำนวณ และ Shop Drawings ให้ว่าจ้างเห็นชอบ พิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการผลิต รายละเอียดที่ต้องแสดงใน Shop Drawings จะต้องมีข้อมูลอย่างน้อยดังต่อไปนี้

(1) รายละเอียดของ Electric Hoist

(2) รายละเอียดของวัสดุที่ใช้ในการผลิต โครงสร้างเหล็กสำหรับแขวน Electric Hoist 5 Ton

(3) ช่วงการเคลื่อนที่ของตะขอของรอกยก โดยสัมพันธ์กับโครงสร้างเหล็ก

(4) ขนาดยกน้ำหนักของรอกยก และระยะที่ยกได้

3.1 ELECTRIC HOIST

1) ข้อกำหนดทั่วไปของ Electric Hoist

รอกสลิงใช้ไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ผลิตตามมาตรฐาน FED, DIN, BS, EN Standard ตามมาตรฐานสากล

มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับปั้นจั่น ให้เป็นไปตามกฎกระทรวงเรื่องมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั้นจั่น

2) ข้อกำหนดทางเทคนิค

- รอกสลิงไฟฟ้า ใช้ภายนอกอาคารชนิดรองเดี่ยว (Single grider)

- ระยะยกสูงไม่ต่ำกว่า 9.0 เมตร
- ความเร็วในการยกขึ้นลง (app.)ไม่ต่ำกว่า 0.45m/min
- มอเตอร์ในการยกขึ้นลงInsulation Class F
- ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำของมอเตอร์ ไม่ต่ำกว่า IP55
- กล่องควบคุม (Pendant Control)ปุ่มรอก ขึ้น ลง และปุ่มตัดต่อไฟ (Emergency switch) ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำไม่ต่ำกว่า IP68
- ความยาวสายคอนโทรลไม่ต่ำกว่า 6 เมตร
- กล่องต่อสายคอนโทรล (Socket mobile control)1 กล่อง
- Hoist ต้องหยุดทำงานทันทีเมื่อ Hook เคลื่อนที่ถึงตำแหน่งสูงสุด, ต่ำสุด
- มีอุปกรณ์ชุดป้องกันแรงดันไฟฟ้าตก ไฟเกิน แรงดันไฟฟ้าไม่ครบเฟส
- มีชุดตัดการทำงานเกินกำลัง (Overload cut-off device) จะต้องทำงานอัตโนมัติ เมื่อน้ำหนักที่ยกมากกว่าค่าที่ตั้งไว้โดยการหยุดการเคลื่อนที่ และจะกระทำได้เฉพาะการเคลื่อนที่รอกลง เพื่อปลดน้ำหนักที่เกินออก
- มีเอกสารคู่มือการใช้งาน คู่มือการบำรุงรักษา

3) การทดสอบเครน

ผู้รับจ้างจะต้องออกใบรับรองการทดสอบการยกน้ำหนักของเครนด้วยน้ำหนักทดสอบ 125% ของขนาดเครน เมื่อได้ติดตั้งเครนที่สถานที่ใช้งานเรียบร้อยแล้ว

3.2 โครงสร้างเหล็กสำหรับแขวน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโครงสร้างเหล็กสำหรับแขวน Electric Hoist ซึ่งมีขีดความสามารถในการยกน้ำหนักได้ตามที่กำหนด และติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ และทดสอบให้สามารถใช้งานได้

โครงสร้างเหล็กสำหรับแขวน Electric Hoist เป็นเหล็กรูปพรรณประกอบกันแล้วสามารถรับน้ำหนักของตัวรอกและน้ำหนักเครื่องสูบน้ำได้ คานเหล็กเป็นแบบที่ได้รับการออกแบบให้สามารถรับน้ำหนัก (Safe Working Load) ได้มาตรฐาน มีค่า Deflection ไม่เกิน 1/500 เมื่อยกน้ำหนักสูงสุด ได้รับการจัดการป้องกันสนิมด้วยการทาสีรองพื้นป้องกันสนิม 2 ชั้น และสี Enamel อีก 2 ชั้น

4 ตะแกรงกันขยะ (Trash Bar Screen)

4.1 ทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งตะแกรงกันขยะ (Trash Bar Screen) ที่ทางรับน้ำ (Intake) เพื่อป้องกันเครื่องสูบน้ำไม่ให้ชำรุดเสียหาย รวมทั้งเพื่อให้การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ติดขัด

4.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

Type	: Vertical bar type
Quantity :	: ตามที่ระบุไว้ในแบบ
Height :	: ตามที่ระบุไว้ในแบบ
Bar Thickness	: ตามที่ระบุไว้ในแบบ
Bar Depth	: ตามที่ระบุไว้ในแบบ
Angle of screen from vertical axis	: 70-80 Degree

รายละเอียดตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

ลักษณะปลายด้านน้ำเข้าจะต้องเป็นมุมแหลมหรือโค้งมนเหมือนที่แสดงในแบบ และให้ผู้รับจ้าง เสนอรายละเอียดให้สำนักงานโครงการฯ ขอความเห็นชอบ

4.3 วัสดุ

โครงสร้างสำคัญ	: Stainless steel ASTM A276 Type 304, JIS G4304 SUS 304 or equivalent approved
การโก่งตัวที่ภาระที่กำหนด	: ไม่เกิน 1/360 ของความกว้างระหว่างจุดรับ

5 เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ (Mobile Pump) แบบ Submersible Centrifugal Pumps

5.1 ภาวะการใช้งาน

เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ ต้องสามารถทำงานที่อุณหภูมิบรรยากาศและอุณหภูมิของน้ำสูงสุด 40 องศาเซลเซียส เป็นเครื่องสูบชนิด Submersible มีรายละเอียดดังนี้

เครื่องสูบน้ำชนิด Submersible Centrifugal ขนาด 70 ลบ.ม./ชม.เฮดรวม 5 ม. จำนวน 1 ชุด

5.2 มาตรฐานที่ใช้

เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในส่วนที่ไม่ได้ระบุไว้ ต้องมีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังนี้

AWWA	American Water Works Association
ASTM	American Society for Testing Material
BS	British Standard
DIN	Deuthche Industries Norman
ISO	International Organization for Standardization
JIS	Japanese Industrial Standard
TUV	TUV Rheinland (TUV)
IEC	International Electro Technical Commission
TIS	Thai Industrial Standard

5.3 แบบและเอกสาร

ผู้รับจ้างต้องยื่นแบบและเอกสาร ดังต่อไปนี้

- หนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
- Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำที่แสดงค่าความสัมพันธ์ Flow rate-Head, Power Input-Head และOutput eff-Head, NPSH Required ของรุ่นที่จะใช้
- Technical Data ของเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์

5.4 รายละเอียดเครื่องสูบน้ำ

1) ลักษณะทั่วไป

เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ (Mobile Pump) แบบ Submersible Centrifugal Pumps ขนาด 70 ลบ.ม./ชม.เฮดรวม 5 ม. จำนวน 2 ชุด ชนิดจุ่ม หรือ Submersible ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดกันน้ำ สามารถใช้งานโดยแช่อยู่ในน้ำได้ตลอดเวลา และต้องเป็นแบบขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Drive)

(1) เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ประกอบเป็นหน่วยเดียวกัน

(2) เป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน

(3) เป็นเครื่องสูบน้ำที่โรงงานผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

2) รายละเอียดเครื่องสูบน้ำ

(1) ลักษณะเครื่องสูบน้ำ

- เครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ (Mobile Pump) แบบ Submersible Centrifugal Pumps ขนาด 70 ลบ.ม./ชม.เฮดรวม 5 ม.
- จำนวนเครื่องสูบน้ำ 2 ชุด
- Pump Efficiency ไม่น้อยกว่า 70 %

(2) โครงสร้างและวัสดุ

- เสื้อสูบน้ำ(Pump Casing) เป็นเหล็กหล่อที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN-GJL-250, ASTM A48 CL 35, JIS G5501 FC 250 หรือเทียบเท่า
  - ใบพัด (Impeller) แบบ Non-clogging เพื่อป้องกันการอุดตันขณะทำงาน เป็นเหล็กหล่อที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN-GJL-250, ASTM A48CL 35, JIS G5501, FC 250 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
  - เสื้อหล่อเย็น (Cooling Jacket) เป็นเหล็กหล่อที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM A 48 CL 35B, JIS G5501,FC 250 หรือเทียบเท่า หรือสูงกว่า
  - เพลา (Shaft) เป็น Stainless Steel ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน 1.4021/C45+N, ASTM A473 Type403 หรือ JIS G4304 SUS 403 หรือเทียบเท่า
  - Motor Frame เป็นเหล็กหล่อที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN-GJL-250, ASTM A48CL 35B, JIS G5501, FC 250 หรือเทียบเท่า

    รายละเอียดมอเตอร์
  - มอเตอร์เป็นชนิด Squirrel Cage, Induction Motor
  - การทำงานของมอเตอร์ จะต้องสามารถทำงานต่อเนื่องได้
  - สายไฟฟ้าจะต้องมีความยาวเส้นเดียวโดยตลอด ไปถึงเต้ารับไฟฟ้าแบบที่กันน้ำได้

หมวดที่ 7 งานไฟฟ้า
มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-1
ข้อกำหนดทั่วไป (General Requirement)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 วัตถุประสงค์ ผู้ว่าจ้าง มีความประสงค์ที่จะจัดหาพร้อมติดตั้งเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบป้องกันฟ้าผ่า และรากสายดิน ระบบโทรศัพท์ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ สำหรับใช้ในอาคาร โดยวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆ ต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพอุณหภูมิแวดล้อมต่อไปนี้

- ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
- อุณหภูมิ Ambient ในอาคาร 40°C และกลางแจ้ง 45°C
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 87.9%

1.2 ขอบเขตของงาน

1.2.1 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง แรงงาน เครื่องมือ สถานที่เก็บของ นั่งร้านชั่วคราว ไฟฟ้าชั่วคราว และอื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อให้งานติดตั้งอุปกรณ์ ติดตั้งระบบต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ (DRAWING) ข้อกำหนดอุปกรณ์ (EQUIPMENT SPECIFICATION) และรายการปริมาณวัสดุ (BILL OF QUANTITIES) ของงานอย่างเคร่งครัดและติดต่อกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้มาซึ่งใบอนุญาตการใช้สาธารณูปโภคของรัฐ หรือหน่วยงานที่ให้บริการสาธารณูปโภค เพื่อดำเนินการให้แล้วเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง ขอบเขตงานโดยสังเขปมีดังต่อไปนี้

1.2.2 ผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ แรงงาน และเครื่องมือ ทำการติดตั้งอุปกรณ์ชั่วคราวเพื่อให้ติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้า 22 kV และ 230/400 V ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง ระบบรากสายดิน ระบบโทรศัพท์ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบ CCTV และอื่นๆ พร้อมอุปกรณ์ครบชุด โดยให้มีคุณภาพและมีจำนวนครบถ้วนตามรายละเอียดในเอกสารประกวดราคาทั้งหมดผู้รับจ้าง จะต้องจัดหาและติดตั้งงานไฟฟ้าทั้งหมดให้ถูกต้องตามมาตรฐาน IEC, มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย(วสท.) และ/หรือ กฎข้อบังคับว่าด้วยความปลอดภัยตามประกาศ

กระทรวงมหาดไทย ทั้งนี้ ผู้รับจ้าง ต้องแก้ไขงานที่ผิดมาตรฐานและกฎข้อบังคับดังกล่าวให้ถูกต้อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

1.2.3 ผู้รับจ้าง จะต้องศึกษาแบบแปลนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แบบโครงสร้าง แบบสถาปัตย์ และอื่นๆ ให้มีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์กัน และให้ความร่วมมือประสานงานกันกับผู้รับจ้าง รายอื่นๆ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น และหลีกเลี่ยงความล่าช้า การเจาะฝังฝ้าเพดาน การสกัดปูน หรืออิฐก่อ การตกแต่งปูนฉาบ สี อันเนื่องจากการดำเนินการของ ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการเองทั้งหมด โดยค่าใช้จ่ายนั้นรวมอยู่ในการเสนอราคาของ ผู้รับจ้าง แล้ว

1.3 ความรับผิดชอบ

1.3.1 การตรวจสอบแบบ รายการ และข้อกำหนด

- ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบรายการและข้อกำหนดต่างๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่างๆ โดยละเอียด เมื่อมีข้อสงสัยหรือพบข้อผิดพลาดให้สอบถามจาก ผู้ว่าจ้าง หรือ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบรายละเอียดจากแบบสถาปัตย์ และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบทางวิศวกรรมสาขาอื่นๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ก่อนการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์เสมอ เพื่อขจัดข้อขัดแย้ง
- ผู้รับจ้างต้องพิจารณาแบบก่อสร้าง(drawing),ข้อกำหนดในการก่อสร้าง (Specification)และข้อมูลต่างๆอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนดำเนินการใดๆหากมีรายละเอียดใดที่ไม่เหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับกฎหมาย มาตรฐาน สถานที่ก่อสร้างและสภาพหน้างาน เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องทำการพิจารณาและปรับเปลี่ยนรายละเอียดนั้นๆให้ถูกต้องและเหมาะสมและต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานและผู้ว่าจ้างก่อน จึงจะสามารถดำเนินการต่อไปได้ โดยที่ผู้รับจ้างไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติมได้

1.3.2 พนักงาน

- ผู้รับจ้าง ต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงาน และทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง
- วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุมตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม

- วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของ ผู้รับจ้าง เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและควบคุมการติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบรายการ และข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสารขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของ ผู้รับจ้าง ไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้าง จะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

1.3.3 การจัดหาน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

- ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้จัดหา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวพันกับระบบงานในความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง ทั้งงานติดตั้งและทดสอบสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ
- ผู้รับจ้าง ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง

1.3.4 การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

- ผู้รับจ้าง ต้องจัดส่งรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ (SUBMITTAL DATA) เสนอ ผู้ว่าจ้าง เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการใดๆ อย่างน้อย 30 วัน รายการใดที่ยังไม่อนุมัติห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานโดยเด็ดขาด
- รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์แต่ละอย่างให้เสนอแยกกัน โดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย รายละเอียดของเอกสารที่เสนอประกอบด้วย ตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามสัญญากับข้อกำหนดที่เสนอ (SPECIFICATION COMPARATIVE SHEET) พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แคตตาล็อก และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และความสามารถเพื่อประกอบการพิจารณา

1.3.5 รายการแก้ไขงานติดตั้ง ผู้รับจ้าง ต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจาก ผู้ว่าจ้าง เพื่อให้เป็นตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเนื่องจากความบกพร่องต่างๆ ทั้งสิ้น

1.3.6 การทดสอบเครื่องและระบบ

- ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่อง และระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (TEST METHOD) เสนอ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 30 วัน
- อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

- ผู้รับจ้าง ต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง อยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย
- รายงานข้อมูลในการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนทำการทดสอบ 7 วัน หลังการทดสอบ ผู้รับจ้าง ต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้ ผู้ว่าจ้าง จำนวน 4 ชุด
- ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า แรงงานฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง

1.3.7 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม และบำรุงรักษาเครื่องของ ผู้ว่าจ้าง ให้มีความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน ติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของ ผู้ว่าจ้าง สามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

1.3.8 การส่งมอบงาน

- ผู้รับจ้าง ต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้ได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำและค่าน้ำมันอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ทั้งสิ้น
- ผู้รับจ้าง ต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ และระบบตามที่ ผู้ควบคุมงานหรือตัวแทน ผู้ว่าจ้าง จะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง
- รายการสิ่งของต่างๆ ที่ ผู้รับจ้าง ต้องส่งมอบงานให้แก่ ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ
    - แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด
    - แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 5 ชุด
    - CD FILE แบบสร้างจริง จำนวน 1 ชุด
    - หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ จำนวน 3 ชุด
    - เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่งซ่อมบำรุงเครื่องจักร,อุปกรณ์,ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้

1.3.9 การรับประกัน

- หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้าง ต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- ระหว่างเวลารับประกัน หาก ผู้ว่าจ้าง ตรวจพบว่า ผู้รับจ้าง นำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องหรือคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า
- ในกรณีที่เครื่องวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหาย หรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิตหรือการติดตั้งในระหว่างเวลารับประกัน ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า ทั้งนี้จะต้องมีช่างที่ชำนาญ เข้ามาตรวจสอบและแก้ไขภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้งจากผู้ว่าจ้าง
- ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจาก ผู้ว่าจ้าง ให้เปลี่ยน หรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้น ผู้ว่าจ้าง สงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการแก้ไข โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมด ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

1.3.10 การบริการ

- ผู้รับจ้าง ต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจสอบ ซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี (Preventive Maintenance) เป็นระยะเวลา 2 ปี โดยให้เสนอตารางการ Preventive Maintenance ของอุปกรณ์แต่ละระบบมาพร้อมกับเอกสารเสนอขออนุมัติอุปกรณ์ (MATERIAL APPROVAL) และ ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบ และการบำรุงรักษาเสนอ ผู้ว่าจ้าง ภายใน 7 วัน นับจากวันตรวจสอบทุกครั้ง

1.4 การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับ ผู้รับจ้าง ก่อสร้างอาคาร

1.4.1 การทำช่องเปิด นอกจากช่องเปิดที่โครงสร้างเตรียมไว้แล้ว ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้จัดหาช่องเปิดต่างๆ บนฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพิ่มเติมเท่าที่จำเป็นเอง โดยเป็นค่าใช้จ่ายของ ผู้รับจ้าง เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของ ผู้ว่าจ้าง

1.4.2 การยึดท่อและอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

- ผู้รับจ้าง ต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขวนท่อ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีตไม่มีเหลี่ยมคม

อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ และจะต้องได้รับการอนุมัติจาก ผู้ควบคุมงาน หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการยึดแขวนใดๆ

- ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขวน จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้ โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 2.5 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 2.5)
- การยึดแขวนกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางงานระบบอื่น

1.4.3 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

- ผู้รับจ้าง ต้องวางแผนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของ ผู้รับจ้าง อื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร
- แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ ผู้ว่าจ้าง ทราบล่วงหน้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน เพื่อตรวจสอบก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์

1.5 การประสานงาน

1.5.1 การให้ความร่วมมือต่อ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง และสถาปนิก

- ผู้รับจ้าง ต้องให้ความร่วมมือต่อผู้ควบคุมงาน ในการทำงานตรวจสอบ วัดเทียบ จัดทำตัวอย่าง และอื่นๆ ตามสมควรแก่กรณี

1.5.2 การติดต่อประสานงานกับ ผู้รับจ้าง รายอื่นๆ

- ผู้รับจ้าง ต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานกับ ผู้รับจ้าง อื่นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนงานและความคืบหน้าของโครงการ หากเป็นการจงใจละเลยต่อความร่วมมือดังกล่าวที่ทำให้มีผลเสียต่อโครงการ ผู้ว่าจ้าง สงวนสิทธิ์ที่จะเรียกร้องความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อ ผู้รับจ้าง การติดต่อประสานงาน เช่น
- การร่วมมือปรึกษาวางแผนความคืบหน้าของงาน
- การเก็บและเคลื่อนย้ายวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ
- ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน
- ป้องกันการชำรุดเสียหายกับงานส่วนที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว
- หลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งในอันที่จะทำให้งานล่าช้าเกินกำหนด

1.6 เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้

1.6.1 เครื่อง วัสดุ อุปกรณีที่นำมาใช้

- เครื่อง วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน ผู้ว่าจ้าง มีสิทธิ์ที่จะไม่รับสิ่งที่เห็นว่าคุณสมบัติและคุณภาพไม่ดีพอหรือไม่เทียบเท่า

ตามที่อนุมัติให้นำมาใช้ในโครงการ ในกรณีที่ ผู้ว่าจ้าง ต้องการให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ตรวจสอบ ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการโดยออกค่าใช้จ่ายเองโดยมิชักช้า

- หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ ผู้รับจ้าง ไม่สามารถจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งไว้ในรายละเอียด หรือแสดงตัวอย่างไว้แก่ ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องจัดหาผลิตภัณฑ์อื่นมาทดแทนพร้อมทั้งชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อประกอบการขออนุมัติต่อ ผู้ว่าจ้าง โดยมิชักช้า
- ความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง ติดตั้ง หรือการทดสอบจะต้องดำเนินการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนใหม่ตามความเห็นชอบของ ผู้ว่าจ้าง หรือ ผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง

1.6.2 เครื่องมือ

- ผู้รับจ้าง ต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ และเครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสมอีกทั้งจำนวนต้องมีเพียงพอกับปริมาณงาน ผู้ว่าจ้าง มีสิทธิที่จะขอให้ ผู้รับจ้าง เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มจำนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1.6.3 การขนส่งและการนำเครื่อง อุปกรณ์ เข้ามายังหน่วยงาน

- ผู้รับจ้าง ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และความเสียหายที่เกิดขึ้นในการขนส่งเครื่องอุปกรณ์มายังหน่วยงานและสถานที่ติดตั้ง
- ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำกำหนดการนำเครื่องอุปกรณ์มายังหน่วยงาน และแจ้งให้ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ทราบล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาโดยประสานงานกับ ผู้รับจ้าง อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- เมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้รับจ้าง ต้องนำเอกสารการส่งของให้ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ก่อนที่จะนำเข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

1.6.4 การจัดเตรียมสถานที่เก็บพัสดุ

- ผู้รับจ้าง เป็นผู้จัดเตรียมสถานที่เก็บเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ ในบริเวณที่กว้างขวางพอที่จะสามารถทำการตรวจสอบ เคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก หากมิได้มีการเตรียมการล่วงหน้าเมื่อเครื่องอุปกรณ์มาถึงหน่วยงาน ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง จะไม่อนุญาตให้ทำการขนส่งเข้ายังบริเวณสถานที่เก็บพัสดุโดยเด็ดขาด

1.6.5 การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์

- ผู้รับจ้าง ต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของ ผู้รับจ้าง ซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพหรือชำรุดจนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

1.6.6 การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุ และอุปกรณ์

- การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมที่ดี ผู้รับจ้าง ต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อ ผู้ว่าจ้าง เพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 15 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของ ผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจาก ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้างในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต
- ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้าง จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

1.7 แบบและหนังสือคู่มือ

1.7.1 ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

- ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง

1.7.2 ข้อขัดแย้งของแบบ

- กรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจนในแบบ รายการเครื่องวัสดุอุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้าง ต้องรีบแจ้งให้ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดย ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง จะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หาก ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ยังไม่แจ้งผลการพิจารณาห้าม ผู้รับจ้าง ดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้น ผู้รับจ้าง จะต้องรับผิดชอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง อาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีนี้ ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มและขอต่อสัญญาไม่ได้
-

1.7.3 แบบประกอบสัญญา

- แบบประกอบสัญญา เป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ ผู้รับจ้าง ทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้ โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้วผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

1.7.4 แบบใช้งาน (SHOP DRAWINGS)

- ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำ แบบใช้งานซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่อง อุปกรณ์และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- วิศวกรผู้รับผิดชอบของ ผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบ แบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งานและการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
- ในกรณีที่ แบบใช้งาน ของ ผู้รับจ้าง แตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้นๆ กำกับ
- ผู้รับจ้าง ต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายในและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริงเพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับ ผู้รับจ้าง อื่นๆ จนเป็นสาเหตุให้กำหนดการงานโครงการต้องล่าช้า
- แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของ ผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง
- ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง มีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ ผู้รับจ้าง จัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
- ผู้รับจ้าง ต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่ แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจาก ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้างมิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้าง จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

- แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หาก ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง ตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้าง ต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง
- แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง จะแจ้งให้ผู้รับจ้าง ทราบ และส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด
- แบบใช้งานที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้ว ต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ ผู้ควบคุมงานหรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง อีก 5 ชุด เพื่อประทับตรา “FOR CONSTRUCTION”

1.7.5 แบบสร้างจริง (AS-BUILT DRAWINGS)

- ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งและต้องส่งให้ วิศวกร
- แบบสร้างจริงต้องมีขนาด และมาตรส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตาม แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ

1.7.6 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้าง ต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งให้เรียบร้อย ส่งมอบให้ ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน
- หนังสือคู่มือจะแบ่งออกเป็น 2 ภาค คือ

<u>ภาคที่ 1</u> ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง และอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA) ประกอบด้วยแคตตาล็อกเครื่อง อุปกรณ์แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสาร แนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแนบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์

<u>ภาคที่ 2</u> ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง รวมถึงอุปกรณ์แต่ละชนิด โดย ผู้รับจ้างต้องเข้ามาตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่อง รวมถึงอุปกรณ์ทั้งหมดทุกระยะ 3 เดือน ภายในปีแรกของการรับประกัน และทุกระยะ 6 เดือน ในปีถัดไป

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-10
ระบบทีวีวงจรปิด

1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหาอุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิดและอื่น ๆ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในรายการประกอบแบบและแบบรายละเอียดการก่อสร้าง

1.1 ระบบโทรทัศน์วงจรปิดต้องเป็นระบบภาพสี ชนิด รูปแบบและจำนวนกล้องจับภาพให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยที่อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ สำหรับระบบต้องมีความเหมาะสมกับจำนวนของกล้องจับภาพ

1.2 กล้องวงจรปิดทุกตัวจะต้องกำหนด หมายเลขกล้อง ให้สอดคล้องกับจำนวนกล้อง และ ชั้นที่ติดตั้ง ด้วย Label ที่ติดไว้ที่ด้านข้างหรือ ฐานของกล้อง

1.3 ผู้รับจ้างต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย จากโรงงานผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือตัวแทนเจ้าของผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ เพื่อแสดงถึงศักยภาพของผู้รับจ้างในการดำเนินงานและรับรองคุณภาพสินค้าว่าเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งาน

1.4 เจ้าของโครงการเป็นผู้ดำเนินการติดต่อประสานงานกับผุ้ให้บริการสัญญาณอินเตอร์เน็ต ในการติดตั้งสายสัญญาณมายังตู้ CCTV RACK

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

ในกรณีที่แบบได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ในระบบไว้ให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยตามกำหนดต่อไปนี้ :-

2.1 กล้องวงจรปิดแบบ IP Bullet Camera Vari-focal Lens ความละเอียดภาพ 2.0 ล้านพิกเซล

2.1.1 เซ็นเซอร์รับภาพขนาด 1/2.7” CMOS

2.1.2 ความละเอียดภาพ 30fps ที่ 1920 ×1080 Pixels

2.1.3 ความไวแสง Color: 0.005 Lux และ B/W 0 Lux

2.1.4 มีระบบ Day/Night IR cut filter, IR LEDs ระยะ 60 m.

2.1.5 มีระบบ Image Enhancement BLC, 3D DNR

2.1.6 ระยะโฟกัส 2.8 to 12 mm: horizontal FOV 94° to 36°, vertical FOV 50° to 20°, diagonal FOV 109° to 42°

2.1.7 รองรับสูงสุด 32 users. แบ่งเป็น 3 ระดับ คือadministrator, operator และ user

2.1.8 ทำงานได้ภายใต้อุณหภูมิ -30 °C to +60 °ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่า 95%

2.1.9 มีมาตรฐาน IP67

2.1.10 รองรับ 12 VDC หรือ PoE: 802.3af

2.2 เครื่องบันทึกภาพระบบเครือข่าย (Network Disk Recorder) มีคุณสมบัติดังนี้

2.2.1 จำนวนเชื่อมต่อตัวกล้อง IP camera ได้ 4 Cameras

2.2.2 รองรับกล้องที่ความละเอียดสูงสุด MP

2.2.3 รองรับการบันทึกแบบ H.265+/H.265/H.264+ และ H.264

2.2.4 มี Incoming Bandwidth 50/40 Mbps

2.2.5 มีเอาท์พุตขาออกแบบ HDMI จำนวน 2 ช่อง และรองรับความสะเอียด สูงสุดที่ 4k จำนวน 1 ช่อง

2.2.6 รองรับ HDD ได้ 1 SATA รองรับสูงสุด 6 TB ต่อลูก

2.2.7 รองรับการเชื่อมต่อ USB 2.0 จำนวน 2 ช่อง และ 3.0 จำนวน 1 ช่อง

2.2.8 รองรับ Two-way audio

2.2.9 รองรับระบบไฟฟ้า AC 100 V - 240 V, 50/60 HZ

2.2.10 ทำงานภายใต้อุณหภูมิ -10 – 55 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 10%-90%

2.4.1 อุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL และ CSA เป็นอย่างน้อย

2.5 อุปกรณ์ Switch 24 PoE 10/100/1000 มีคุณสมบัติดังนี้

2.5.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

2.5.2 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต) Gigabit Ethernet SFP จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

2.5.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 41.66 Mpps

2.5.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 56 Gbps

2.5.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Table ไม่น้อยกว่า 16K

2.5.6 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้ 4094 VLANs

2.5.7 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN / Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

2.5.8 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 512 เส้นทาง

2.5.9 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Link Aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม

2.5.10 สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างน้อย

2.5.11 อุปกรณ์ต้องมี Hardware Queues ไม่น้อยกว่า 8 Queues เพื่อสนับสนุนการทำ QoS

2.5.12 สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างน้อย

2.5.13 อุปกรณ์ต้องสนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้

2.5.14 อุปกรณ์ต้องรองรับมาตรฐาน IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad และ IEEE802.3x

2.5.15 อุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL และ CSA เป็นอย่างน้อย

2.6 ตู้แร็คสำหรับใส่อุปกรณ์ มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

2.6.1 เป็นตู้แร็คประเภทแขวนผนัง ออกแบบมาสำหรับใช้ในงานไฟฟ้าสื่อสาร จำนวนชั้นเพียงพอต่ออุปกรณ์ที่ใช้งานในโครงการ โดยแบบแขวนผนังมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร

2.6.2 มีรางไฟฟ้าที่มีเต้ารับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 6 Outlet สำหรับแบบแขวนผนัง จำนวน 1 ชุด

2.6.3 มีพัดลมระบายอากาศจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว สำหรับแบบแขวนผนัง และจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว หรือตามแบบระบุ

2.6.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

2.7 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA มีคุณลักษณะดังนี้

2.7.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 1000VA/630Watt

2.7.2 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 165VAC – 280VAC

2.7.3 ความถี่ไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 50Hz – 60Hz

2.7.4 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ที่ 220, 230, 240VAC

2.7.5 ความถี่ไฟฟ้าขาออกอยู่ที่ 50 หรือ 60Hz ± 0.5%

2.7.6 ค่าสูญเสียทางไฟฟ้าขาออก (Rated Power Factor) = 0.9

2.7.7 ชนิดปลั๊กขาออก IEC C13 จำนวน 4 ช่อง

2.7.8 ได้รับการรับรองมาตรฐานสินค้า CE,EAC และ RoHS

2.8 ทีวีขนาด 32 นิ้ว มีคุณสมบัติดังนี้

2.8.1 ระดับความละเอียดแบบ HD เป็นความละเอียดของจอภาพ 1280 x 720 Pixel

2.8.2 แสดงภาพด้วยหลอดภาพแบบ LED

2.8.3 มีช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ เพื่อการเชื่อมต่อ สัญญาณภาพและเสียง

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-11

รายชื่อผู้ผลิตอุปกรณ์มาตรฐาน

ระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)

1 งานระบบควบคุมระยะไกล (SCADA) ให้ดำเนินการดังนี้

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการศึกษา ออกแบบจัดหาอุปกรณ์พร้อมติดตั้ง และจัดการถ่ายทอดองค์ความรู้พร้อมคู่มือการใช้งานตามโครงการ ติดตั้งระบบควบคุมระยะไกล และแสดงสถานะของเครื่องสูบน้ำ การทำงานเครื่องสูบน้ำและค่าระดับน้ำในระยะไกล เพื่อเป็นข้อมูลนำมาบริหารจัดการในการควบคุมและสั่งการที่บ่อสูบน้ำ สถานีสูบน้ำในพื้นที่ปิดล้อมจุดเสี่ยงน้ำท่วมได้อย่างทันท่วงที โดยใช้ระบบเครือข่ายสื่อสารระบบ 3 G/4 Gในการเชื่อมโยงข้อมูลจากอุปกรณ์การตรวจวัดต่าง ๆ ในพื้นที่โครงการฯ เชื่อมโยงข้อมูลมาแสดงผลชั่วคราว (ที่ศูนย์ควบคุมสำนักงานสนาม (ระบุภายหลัง)ระบบตรวจวัดการทำงานเครื่องสูบน้ำ โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการ ดังนี้

1.1 งานเชื่อมข้อมูลแสดงผลสถานีสูบน้ำ

1.1.1) จัดหาจอแสดงผลขนาด ๒7 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง 1 ชุด

1.1.2) งานจัดทำโปรแกรมและ Software สำหรับเชื่อมโยงรวบรวมข้อมูล 1 งาน

1.2งานระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)

1.2.1) จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัติโนมัติ (Central PLC) พร้อมพัฒนาโปรแกรมและทดสอบระบบสั่งการรวมถึงระบบสื่อสาร 1 ชุด เรียกข้อมูลระดับน้ำแบบ Real time

1.2.2) จัดหาและติดตั้งตู้ควบคุมพร้อมอุปกรณ์ประกอบ (Master ControlCabinet Cubicles Outdoor Type) 1 ชุด

1.2.3) จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบจ่ายไฟฟ้าและสำรองไฟฟ้า for telemetering 1 ชุด

1.2.4) จัดหา GPRS Modem for WebApp System พร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด

1.2.5) จัดหา GPRS Modem for CCTV System พร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด

1.2.6) ค่าบริการ GPRS 60 เดือน

1.2.7) จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์บันทึกภาพ (NVR) 1 ชุด

1.2.8) จัดหาและติดตั้ง Surge Protection ขนาด 135 KA 1 ชุด

1.2.9) จัดหาและติดตั้ง Surge Protection ระบบสัญญาณและสื่อสาร 1 งาน

1.2.10) จัดหาและติดตั้งเครื่องสำรองไฟฟ้า Uninteruptible Power Supply 1KVA 1 ชุด

1.2.11) งานระบบสายไฟเมนควบคุม พร้อมอุปกรณ์ประกอบติดตั้ง ๑ งาน

1.2.12) งานเดินท่อเชื่อมสายระบบไฟฟ้าควบคุมเข้ากับเครื่องสูบน้ำสถานีที่1พร้อมอุปกรณ์ประกอบ (จำนวน 4 เครื่อง) 1งาน และเครื่องสูบน้ำสถานีที่1พร้อมอุปกรณ์ประกอบ (จำนวน 3 เครื่อง) 1 งาน

1.2.13) ระบบ สายกราวน์ (Ground) 1 ชุด

1.2.14) จัดหาและติดตั้ง CCTV Dome Camera Type PTZ 1 ชุด

1.2.15) จัดหาและติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดระดับน้ำ 1 ชุด

1.2.16) งานจัดหาติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำเรดาร์พร้อมเดินท่อเชื่อม

1.2.17) งานเดินท่อเชื่อมสายระบบสัญญาณ CCTV Dome Cemera พร้อมอุปกรณ์ประกอบติดตั้ง 1 งาน

1.2.18) สายสื่อสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (Communication Link Cable) 1 งาน

1.2.19) งานด้านโปรแกรมเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ พร้อมติดตาม ตรวจสอบตั้งค่าระบบที่เกี่ยวข้อง ๑ งาน

1.3 คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ในงาน

1.3.1) อุปกรณ์ระบบควบคุมระยะไกลเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ PROGRAMMABILE LOGIC CONTROLLER (PLC)

(1.3.1.1) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกออกแบบมาจากสถาปัตยกรรมIndustrial Microbiology โดยสามารถทำงานตามคำสั่งในลักษณะ Programmable และรองรับการควบคุมจากระบบควบคุม, ระบบเว็บเทคโนโลยี (Web Technology) ได้ อุปกรณ์ PLC ต้องได้รับรองมาตรฐานการทดสอบการใช้งานจากสถาบันUL,CE เป็นต้น

(1.3.1.2) อุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) ต้องเป็นแบบ Compactหรือแบบ Modular ก็ได้ และต้องมี Power Panel ในการควบคุม

(1.3.2) อุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) ต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่านี้

1.3.2.1) Memory RAM ๑๒๘ Mbyte และ Memory cardสามารถขยายได้ถึง 4 <<Gbytes

1.3.2.2) มี Input/Output ที่สามารถถอดแยกจากตัว CPU ได้

1.3.2.3) มี LED สำหรับ CPU เพื่อ บอกสถานะของ CPU

1.3.2.4) มี REAL TIME CLOCK.

1.3.2.5) มี พอร์ตสื่อสาร Ethermet port อย่างน้อย 1 port, USBport อย่างน้อย 2 port,CP1583 Powerlink 1

port และสามารถเพิ่ม port profibus หรือ Modbus ได้

1.3.2.6 มีซอฟแวร์สำเร็จรูปยี่ห้อเดียวกับอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติ(PLC) ในการพัฒนาเทคโนโลยีบนเว็บมือถือ หรือ คอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องใช้ ซอฟแวร์อื่น ๆ มาพัฒนา เช่น Visual Basic และอื่น ๆ เป็นต้น ซอฟแวร์ดังกล่าวต้องสามารถพัฒนาบนมาตรฐานของเว็บได้ 100% (Relying 100% on)

1.4 Surge Protection ขนาด 135 KA

(1.4.1) คุณสมบัติทั่วไป

1.4.1.1) เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตราย อันเนื่องมาจากฟ้าผ่าและไฟกระโชก หรือการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลัง

ขนาดใหญ่ ซึ่งปนเข้ามาหรือเหนี่ยวนำเข้ามาทางสายไฟฟ้าAC Power Line ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยนำให้เกิด

ความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน ระบบไฟฟ้าอุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคมและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

รวมถึงทรัพย์สินอื่น ๆ ที่อยู่ในบริเวณที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน

1.4.1.2) ต้องติดตั้งในลักษณะต่อขนานกับสายจ่ายไฟฟ้าของระบบงานได้

1.4.1.3) การติดตั้งชุดอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชก (SurgeProtector) จะต้องไม่มีผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้นกับอุปกรณ์

ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ต่อใช้งานอยู่ (Load) และที่จะขยายเพิ่มในโอกาสต่อไป

1.4.1.4) ต้องสามารถรับกระแสไฟกระโชกได้ทั้งแบบช่วงสั้น(Transient) และไฟกระโชกแบบช่วงยาว (TOVs) ได้

1.4.1.5) ชิ้นส่วนภายในที่มีหน้าที่รับ Surge หรือไฟกระโชก เช่นMetal Oxide Varistor (MOV) จะต้องมี ๑ ตัวต่อ ๑ วงจร

ตามขนาดของ Surge Current ที่กำหนดโดยห้ามนำMOV ขนาดเล็กกว่าหลาย ๆ ตัวมาต่อขนานกัน

1.4.1.6) ต้องมีส่วนแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ เช่นหลอดไฟแสดงสถานการณ์ต่อกับระบบไฟฟ้าและหลอดไฟ

แสดงสภาพการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันว่าทำงานปกติ

หรือผิดปกติ ในกรณีผิดปกติจะต้องมีสัญญาณเสียงเตือนด้วย

1.4.1.7) ต้องมีความสามารถในการตรวจเช็คระบบการทำงานภายในรวมถึงตรวจเช็คในส่วนแสดงสถานะการทำงานของ

อุปกรณ์ด้วยว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ เช่น สวิทซ์กด เป็นต้น

1.4.1.8) ต้องมีอุปกรณ์ตรวจนับจำนวนครั้งของไฟกระโชกแบบช่วงยาว(TOVs) ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าโดยมีส่วนแสดงผลการนับเป็นแบบ LED แสดงจำนวนตัวเลขได้ไม่ต่ำกว่า ๓ หลักและจะเริ่มนับกระแสไฟกระโชกแบบช่วงมีกระแสระหว่าง

4-6 A ที่รูปคลื่น 1 cycleของ 50 Hz ขึ้นไป

1.4.1.9) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถลดแรงดันอันเนื่องมาจากฟ้าผ่าได้ตามรูปคลื่นมาตรฐาน ANSI/IEEEC 62.41-1991และ

ANSI/IEEEC 62.41.1-2002

1.4.1.0) กรณีผู้เสนอราคา มิได้เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย"ให้แนบหนังสือรับรองการเป็นผู้เสนอราคาและจำหน่าย

ผลิตภัณฑ์แทนจากผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย พร้อมกับสำเนาหนังสือแต่งตั้งการเป็นผู้แทนจำหน่าย

จากบริษัทผู้ผลิต และให้ผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทย

รับรองสำเนาถูกต้อง

1) ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารแคตตาล็อก (Catalog)ต้นฉบับหรือฉบับเผยแพร่ พร้อมทำเครื่องหมายในส่วน

ที่แสดงคุณสมบัติตามคุณลักษณะเฉพาะให้ครบถ้วน

ทุกรายการ มิฉะนั้น สงวนสิทธิ์ที่จะไม่รับพิจารณา

(2) คุณสมบัติทางเทคนิค

2.1) ใช้กับ Line Voltage หรือแรงดันของระบบไฟฟ้าที่อุปกรณ์จะต่อใช้งานแบบ Single Phase 220 Volt

2.2 ใช้กับ Line Frequency หรือความถี่ของระบบไฟฟ้าแบบ 50 Hz

2.3) มี Leakage Current หรือกระแสรั่วไหลของตัวอุปกรณ์ป้องกันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 mA เมื่อใช้กับไฟฟ้า

กระแสสลับ 220 Volt, 50 Hz

2.4) สามารถรับSurge Current หรือกระแสไฟกระโชกได้ไม่น้อยกว่า 135 KA/Phase ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 µSec

2.5) ต้องมี Clamping Voltage หรือแรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์ป้องกันเริ่มทำงานหรือเริ่มทำการป้องกันที่ 285 Volt ±

10% ที่กระแสมากกว่า 100 mA, 50Hz

2.6) ต้องมี Let Through Voltage หรือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Load อันเนื่องมาจากกระแสไฟกระโชก แบบช่วงยาว (TOVS) โดยมีค่าน้อยกว่า 285 Voltที่ค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวอุปกรณ์ป้องกันมากกว่า 10 A, 50 Hz ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 3 วินาที

2.7) ต้องมี Let Through Voltage หรือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม Load อันเนื่องมาจากกระแสไฟกระโซก แบบช่วงสั่น (Transient) ตามรูปคลื่นมาตรฐานANSI/IEEE C62.41-1991และ ANSI/IEEE C 62.41.1-2002 ขนาด 6 kV (1.2/50 μSec) และ 3kA (8/50 μSec.) น้อยกว่า Volt

2.8) ต้องมีจุดต่อแสดงผลระยะไกล (Remote Alarm) โดยเป็นแบบ Free change over contact 250 Volt, 5A

2.9) ต้องมี Response Tine หรือเวลาตอบสนองของอุปกรณ์ป้องกันในการทำงานที่น้อยกว่า 25 nSec.

2.10) ต้องมีระบบกราวด์ (Grounding System) ซึ่งติดตั้งอย่างสมบูรณ์โดยวัดค่าความต้านทานระบบได้ไม่เกิน 5 โอห์ม

1.5) อุปกรณ์ 3G/4G Modem

(1.5.1) คุณสมบัติทั่วไป

1.5.2) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรองรับ 3G/4G ได้

1.5.3) Product feature ต้องมีสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ติดตั้งโครงการและสามารถใช้งานในการรับ – ส่งข้อมูลได้

1.5.4) Support 3G (HSDPA) และEDGE/GPRS services โดยที่เป็นระบบ FIXED IP SYSTEM

1.5.5) GPRS packet data feature: GPRS Class 10 หรือดีกว่า

1.5.6) มีไฟแสดงสถานะการทำงานไม่น้อยกว่า 6 สถาน

1.5.7) สามารถใช้งานกับระบบได้เป็นอย่างดี

1.5.8) ได้การรับรองจาก CE หรือ EMC หรือ FCC

1.5.9) ต้องใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๖๐'C

1.6) เครื่องวัดระดับน้ำแบบ Radar Level Sensor

(1.6.1) เป็นอุปกรณ์เครื่องมือวัดระดับน้ำที่มีความเที่ยงตรงใช้หลักการ

เปรียบเทียบระดับความลึกของน้ำกับการระยะเวลาการสะท้อนคลื่นย่านเรดาร์ที่ผิวน้ำบริเวณตรวจวัดเปลี่ยนค่าระดับความลึกของน้ำเป็นค่าสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4 – 20 mA/ 0– 20 ma หรือ 0 -5 VDCเพื่อส่งเป็นสัญญาณ Output ไปยังส่วนเก็บข้อมูลอื่นที่ใช้งาน ร่วมกันได้อีกด้วยเช่น PLC I/O, RTU I/O,Data Logger หรือระบบโทรมาตร เป็นต้น ได้รับรองมาตรฐานสากลพร้อมอุปกรณ์ครบชุด สามารถประกอบใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการได้ โดยมีรายละเอียดอันประกอบด้วย อุปกรณ์เครื่องมือวัด มีช่วงการวัด เป็นมาตรฐานที่ความลึกของน้ำ 0 - 15 เมตร

1.6.2) อุปกรณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้กับระบบโทรมาตร อุทกวิทยาโดยเฉพาะ มีอุปกรณ์ประกอบที่มีมาตรฐานสอดคล้อง

เหมาะสมกับการทำงานของระบบโทรมาตรอุทกวิทยาสามารถวัดค่าระดับน้ำได้เหมาะสมตามภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม โดยสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุด

1.6.3) ค่าความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด 0.02% ของช่วงที่ทำการตรวจวัด (Full Scale)

1.6.4) สามารถทำงานที่ช่วงอุณหภูมิแวดล้อม -40 ถึง 80 องศาเซลเซียส

1.6.5) สัญญาณ Output เป็นสัญญาณไฟฟ้า 4-20 mA

1.6.6) สามารถต่อชุดจ่ายไฟฟ้าภายนอกที่ระดับ แรงดัน 12 - 35 VDC

1.6.7) สายสัญญาณ (Stgnal Cable) ใช้ได้ยาวมากกว่า 30 เมตร

1.7) Power Supply อุปกรณ์ระบบจ่ายไฟฟ้าและสำรองไฟฟ้า for telemetering

1.7.1) อุปกรณ์ DC Power Supply ที่เสนอจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001 และ ISO14001

1.7.2) ชุดจ่ายไฟกระแสตรงต้องสามารถติดตั้งบน DIN Rail ได้

(1.7.2.1) คุณสมบัติทางเทคนิค

1.7.2.2) Input Characteristics:

1.7.2.3) Input voltage Range : 130 - 275 Vac, 50Hz

1.7.2.4) Input Maximum current ไม่เกิน 0.6 A ที่ 230 VAC

1.7.2.5) Power Factor : ไม่น้อยกว่า 0.95 @70% Load

1.7.2.6) Protection : Varistor transient protection

1.7.2.7) fuse in both line

1.7.2.8) Shutdown above moo VAC/DC

1.7.2.9) Output Characteristics :

1.7.2.10) Output Voltage to Equipment : 24VDC nominal

1.7.2.11) voltage Range : 21.5 -30.๐ VDC

1.7.2.12) Output current : 10A @12VDC

1.7.2.13) Efficiency สูงสุดไม่น้อยกว่า 92%

1.7.2.14) มี Alarm dry contact

1.7.2.15) การระบายความร้อนของ Rectifier Module เป็นแบบ Convection

1.7.2.16) Operating Temperature : สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ ๖๕ Cหรือดีกว่า

1.7.12.17) ได้รับมาตรฐานดังต่อไปนี้

-Electrical safety : UL 60950-1และ EN 60950-1

-EMC : ETSI EN 300386 และ EN 61000-6-1

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-12
ระบบเครื่องวัดน้ำฝน

1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหาอุปกรณ์ระบบเครื่องวัดน้ำฝนและเครื่องบันทึกข้อมูล และส่งสัญญาณทางไกลเข้าระบบ Scada ติดตั้งที่สถานีสูบน้ำ 2 ที่ อื่น ๆ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในรายการประกอบแบบและแบบรายละเอียดการก่อสร้าง

1.1 ระบบเครื่องวัดน้ำฝนต้องเป็นอุปกรณ์สำหรับคำนวณปริมาณน้ำฝน และบันทึกข้อมูลของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ เพื่อสำหรับนำข้อมูลมาวิเคราะห์

1.2 ผู้รับจ้างต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย จากโรงงานผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือตัวแทนเจ้าของผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ เพื่อแสดงถึงศักยภาพของผู้รับจ้างในการดำเนินงานและรับรองคุณภาพสินค้าว่าเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งาน

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

ในกรณีที่แบบได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ในระบบไว้ให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยตามกำหนดต่อไปนี้ :-

2.1 เครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ

2.1.1 ช่วงการวัดปริมาณน้ำฝนที่ 0 ถึง 999 มิลลิเมตร Temperature rang 0-65องศาC

2.1.2 การแสดงผลข้อมูลปริมาณน้ำฝนภาย 1 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง, 1 สัปดาห์ และทั้งหมด

2.1.3 ตัวเซนเซอร์และอุปกรณ์รับน้ำฝนทำจากสแตนเลสสตีล SS 304

2.1.4 รองรับการเชื่อมต่อกับ เครื่องบันทึกข้อมูล(Event Recorder) และระบบส่งทางไกล (Scada) 1 Pad of 7day chart (55sheet/Pad)

2.1.5 มีหน้าจอแสดงผลแบบดิจิตอล (Digital Rainfall Indicator With Alarm)

2.1.6 การแสดงผล 0.5 mm. of Rainfall, Equivalent to One pulse

2.1.7 ความคลาดเคลื่อน บวก-ลบ 0.5 mm. (น้อยกว่า 20 mm. of Rainfall)

2.1.8 Contact Capacity 1 ADC, 200 VDC max

2.1.9 Power Supply 12 หรือ 24DC Volt โดยแปลงไฟฟ้าจาก 230 Volt AC หรือ 400 Volt AC

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-13
รายชื่อผู้ผลิตอุปกรณ์มาตรฐาน
VENDOR LIST

1. วัตถุประสงค์

1.1. รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆสำหรับโครงการนี้ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ผู้รับจ้างต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์

ลำดับที่	รายการผลิตภัณฑ์	ชื่อผู้ผลิต
1	MAIN EQUIPMENT	
	1.1.1 LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER & MAGNETIC CONTACTOR	o FEDERAL o MOELLER o SCHNEIDER o ABB o SIEMENS
	1.1.2 LV MAIN AND DISTRIBUTION BOARD	o TIC o ESI o ASEFA o AVATAR ELECTRIC
	1.1.3 Protective Relay Metering and associated equipments	o MITSUBISHI o CROMPTON o SIEMENS o SCHNEIDER
	1.1.4 Transformer (Oil Immersed Type)	o EKARAT o CHAROENCHAI o TIRATHAI o THAI TRAFO o QTC. TRANSFORMER

	1.1.5 Generator set	○ CATERPILLAR ○ CUMMINS ○ HIMOINSA ○ BULL POWER ○ KOHLER ○ FIREMAN ○ FG WILSON ○ STAC ○ AGG
	1.1.6 Panelboard	○ SCHNEIDER ○ SIEMENS ○ MOELLER ○ FEDERAL ○ ABB
	1.1.7 ATS	○ ABB ○ EATON ○ RUSSEL ELECTRIC ○ KOHLER
	1.1.8 Power Capacitor Power Factor Controller	○ FRANKE ○ SIEMENS ○ ABB
	1.1.9 Current and Voltage Transformer	○ CIRCUTOR ○ MITSUBISHI ○ CROMPTON ○ CELSA
	1.1.10 LV. SURGE	○ EATON ○ MCG ○ SCHNEIDER ○ HAKEL ○ PHOENIX CONTACT ○ ISKRA
	1.1.11 Digital Meter	○ E-POWER ○ CIRCUTOR ○ JANITZA

		○ SCHNEIDER ○ ABB ○ LOVATO ○ SOCOMEC
	1.1.12 UPS	○ MGE/APC ○ SOCOMEC ○ BLUE LINE ○ ELTEK VALERE ○ GAMATROMC
	1.1.13 BATTERY/BATTERY CHARGER	○ EXIDE ○ CHLORIDE ○ NIFE/SAFT ○ YUASA ○ GE
	1.1.14 Power Outlet	○ LEGRAND ○ SCHNEIDER ○ HACO
	1.1.14 Sott Start	○ EMERSON ○ SCHNEIDER ○ ABB
1.2	Lighting 1.2.1 Switch and Outlet	○ BTICINO ○ PANASONIC ○ SCHNEIDER ○ HACO
	1.2.2 Luminaire	○ PHILIPS ○ X-TRA BRIGHT ○ SYLVANIA ○ L&E ○ DELIGHT ○ LIGHTENNA
	1.2.3 Lamps	○ GE ○ OSRAM ○ PHILIPS ○ EVE

		o TOSHIBA o PANASONIO o SYLVANIA o LETISE
	1.2.4 LED LAMP	o PHILIPS o LG o OSRAM
	1.2.5 ELECTRONIC BALLAST	o ECONO-WATD o OSRAM o DYNO-ELECTRIC o PHILIPS
	1.2.6 Emergency Light	o OLYMPIA o LEGRAND o CEE o SUNNY o L&E
1.3	1.3.CCTV System	o Pelco o Bosch o Panasonic o Hikvision
1.4	COMPUTER NETWORK & EQUIPMENT	o AMP-TYCO o LINK o SYSTIMAX-COMMSOPE o CISCO
1.5	GROUND SYSTEM	o KUMWELL o CADWELD-ERICO o THERMOWELD o GUNKUL
2	CABLE, CONDUITS AND ACCESSORIES	
2.1	Cable Tray, Cable Ladder, Wireway	o SCI ELECTRIC MANUFACTURER o SIAM METAL WORKS INDUSTRIES (SMC) o TIC MANUFACTURING

		○ ASEFA ○ UI
2.2	Conduit	○ Panasonic ○ TAS ○ RSI ○ DAIWA ○ UI
2.3	Non-Metallic Conduit	○ HACO ○ CLIPSAL ○ NPI ○ F&G
2.4	Cable	○ PHELPS DODGE ○ YAZAKI ○ MCI DRAKA ○ BANGKOK CABLE ○ CTW CABLE
2.7	Computer Cable	○ DATWYLER ○ AVAYA ○ AMP-TYCO ○ LINK ○ SYSTIMAX-COMMSCOPE ○ BTICINO ○ CAE ○ KRONE

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-2
หม้อแปลงไฟฟ้า OIL TYPE TRANSFORMER

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้กำหนดถึงความต้องการด้านคุณภาพ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) ซึ่งเป็นแบบน้ำมัน (Oil Type) พร้อมติดตั้ง Cable Box ซึ่งมีขนาดและจำนวนที่ต้องการครบถ้วนตามกำหนดในแบบ โดยจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60076 และได้รับการรับรอง (Approved) จากทางการไฟฟ้าในพื้นที่

2. พิกัดทั่วไปของหม้อแปลง

1.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

ต้องมีคุณสมบัติและลักษณะสำคัญตามค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

(1)	ชนิด	:	OIL IMMERSE, OUTDOOR TYPE
(2)	ชนิดของการระบายความร้อน	:	ONAN
(3)	จำนวนเฟส	:	3
(4)	RATED FREQUENCY	:	50 HZ
(5)	RATED VOLTAGE		
	- ด้านแรงสูง	:	22 KV DELTA
	- ด้านแรงต่ำ	:	400/230 V GROUNDED WYE
(6)	VECTOR GROUP	:	Dyn11
(7)	TAP CHANGER	:	OFF-LOAD TAP CHANGER+/-2 x 2.5 % OF PRIMARY VOLTAGE
(8)	TOTAL LOSSES	:	ไม่เกินกว่า 1.5 % ของ FULL CAPACITY ที่ POWER FACTOR เท่ากับ 1.0
(9)	IMPEDANCE VOLTAGE	:	6 %
(10)	ชนิดของขดลวด		
	- ด้านแรงสูง	:	COPPER COIL
	- ด้านแรงต่ำ	:	COPPER COIL
(11)	AVERAGE TEMPERATURE RISE.-		
	- ในขดลวดเมื่อจ่าย CONTINUOUS RATED KVA	:	ไม่เกิน 65° C

- AT TOP OIL : ไม่เกิน 60° C

(12) AUDIBLE SOUND LEVELS : ไม่เกิน 60 dB ที่ระยะ 1 ม.

1.2 โครงสร้าง

1.2.1 ตัวถังที่ทำจากเหล็กที่ประกอบขึ้นเป็นรูปแล้ว สามารถกันการรั่วซึมของฉนวนน้ำมันได้ ที่ตัวถังจะต้องมีหูหิ้วเพื่อใช้ในการยกขึ้นประกอบติดตั้ง และเมื่อประกอบเสร็จแล้วทุกพื้นผิวของตัวถัง จะต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึงด้วยวิธีผ่านทราย (SAND BLASTING) แล้วทาสีกันสนิม 1 ครั้ง หลังจากนั้นทาด้วยสีจริง ชนิด WEATHER RESISTANT ก่อนการทาสีพื้นผิวภายในของตัวถัง และจะต้องทาสีด้วยสีทนต่อการทำลายของฉนวนน้ำมันและพื้นผิวภายนอกของตัวถังจะต้องทาสีรองพื้นก่อนแล้วทาทับด้วยสีที่เป็น WEATHER-RESISTANT COATS

1.2.2 โครงสร้างของถังเป็นแบบ CORRUGATED TYPE (HERMETICAL SEALED) เพื่อให้เกิดการระบายความร้อนด้วยวิธี NATURAL AIR-COOLED ได้ โดยไม่ต้องมี CONSERVATOR TANK

1.2.3 แกนของหม้อแปลงจะต้องทำจากเหล็กซิลิกอนที่มีคุณภาพสูง ไม่เสื่อมสภาพและมีค่า PERMEABILITY สูง แกนของหม้อแปลงประกอบด้วย เหล็กซิลิกอน แผ่นบางที่ตัดได้รูปร่าง โดยมีขอบรอยตัดที่เรียบและต้องจัดเรียงแผ่นเหล็กให้เหลื่อมกัน (STEP-UP) แกนของหม้อแปลงจะต้องจับยึดเข้าด้วยกันให้มั่นคงแข็งแรงเพื่อที่รองรับขดลวดไม่ให้เคลื่อนออกจากตำแหน่งที่ได้จัดวางไว้ เมื่อทำการขนส่งและเพื่อเป็นการลดเสียงสั่นที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

1.2.4 ขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบอย่างดี ขดลวดได้รับการพันและรองรับอย่างเหมาะสม ที่ทำให้มีช่องทางการไหลเวียนของฉนวนน้ำมัน นอกจากนี้ การพันจะต้องมีรูปร่างและการรองรับที่ยอมให้มีการขยายหรือหดตัวตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยไม่ทำให้ฉนวนที่หุ้มไว้มีความเสียหายแต่ทั้งนี้จะต้องมีความมั่นคงที่ไม่ทำให้เกิดการขยับเขยื้อนที่เกิดจากการใช้งานที่ผิดวิธีระหว่างขดลวดและแกนเหล็กจะต้องมีฉนวนกั้นที่เหมาะสมปลาย ขดลวดจะต้องมีการฉนวนเป็นพิเศษที่สามารถทนต่อ ABNORMAL LINE DISTURBANCES ได้ การประกอบแกนเหล็กและขดลวดลงในถังจะต้องกระทำแบบสุญญากาศที่แห้ง และ IMPREGNATED AND IMMERSED IN DRY OIL อย่างทันที

1.2.5 BUSHINGS ของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ส่วนของ BUSHING ที่เป็น PORCELAIN จะต้องเป็นชิ้นเดียวกันตลอด BUSHINGS ที่ระดับแรงดันเดียวกันสามารถเปลี่ยนแทนกันได้ สำหรับ BUSHINGS ด้านแรงสูงจะต้องมี FULL WAVE

IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE หรือ BIL ที่ไม่ต่ำกว่า 125 kV สำหรับระบบแรงดัน 22 kV

1.2.6 ฉนวนน้ำมันหม้อแปลงเป็น PURE MINERAL OIL ที่ผ่านการกลั่นกรอง และก่อนการบรรจุลงถังหม้อแปลงด้วยวิธีสุญญากาศ จะต้องมีค่า DIELECTRIC STRENGTH ไม่ต่ำกว่า 35 kV โดยวิธีทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ ASTM D877 หรือมาตรฐานเทียบเท่า และค่า DIELECTRIC STRENGTH ของฉนวนน้ำมันที่บรรจุลงในหม้อแปลงที่ผลิตใหม่จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 27 kV เมื่อวัดโดยวิธีตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ ANSI ที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบมาตรฐานของฉนวนน้ำมัน

1.2.7 ขั้วต่อสายของหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้านแรงสูงที่เป็น BUSHINGS แรงสูงจะต้องมีตัวต่อสาย (CONNECTORS) เป็น SOLDERLESS CLAMP TYPE สำหรับการเข้าสายไฟฟ้าที่ตัวนำเป็นอลูมิเนียมหรือทองแดงได้ ส่วนทางด้านแรงต่ำที่เป็น BUSHINGS แรงต่ำ จะต้องมีตัวต่อสายเป็น SOLDERLESS CLAMP TYPE FOR HIGH CONDUCTIVITY BRONZE AND HOT-TIN DIPPED สำหรับการเข้าสายไฟฟ้าที่ตัวนำเป็นอลูมิเนียมหรือทองแดงได้ ที่ตัวต่อสายจะต้องสลักเกลียวนัต แหวนรอง และแหวนรองแบบ LOCK ได้ โดยที่ทำจาก CARBON STEEL, NIGEL หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

1.3 อุปกรณ์ประกอบ หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละลูกที่นำมาใช้งานในโครงการฯ จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

(1) ARCING HORNS ชนิดกันสนิม

(2) TAP CHANGER

(3) THERMOMETER POCKET สำหรับแสดงค่าอุณหภูมิจริงที่สูงสุด (HOTTEST OIL) โดยมีระดับสัญญาณ 2 จุด (ALARM AND TRIP) ซึ่งสามารถปรับค่าได้

(4) PRESSURE RELIEF WITH CONTACT ทำหน้าที่ตรวจจับความผิดปกติภายในถังหม้อแปลงเมื่อเกิดความดันสูง โดยมีระดับสัญญาณ 2 ชุด (ALARM AND TRIP)

(5) PRESSURE RELIEF สำหรับระบายความดันสูงที่เกิดภายในหม้อแปลง เพื่อป้องกันหม้อแปลงระเบิด

(6) แผ่นป้ายพร้อมไดอะแกรมแสดงการต่อวงจร

(7) วาล์วระบายน้ำมันและเพื่อการชักตัวอย่างทดสอบ

(8) LIFTING LUGS

(9) ขั้วต่อลงดิน

(10) เกจวัดระดับน้ำมัน

(11) LIFTING EYES

(12) OIL CHECK VALVE

3. การติดตั้ง

3.1 ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าฯ

3.2 ให้ยึด Housing ของหม้อแปลงติดกับพื้นคอนกรีตด้วย Expansion Bolt อย่างแน่นหนา และอย่างน้อยทั้ง 4 มุม ภายในลานหม้อแปลง

4. การตรวจและทดสอบ

4.1 การทดสอบ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC สำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบ ROUTINE TEST

4.1.1 ROUTINE TESTS

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งใช้งานในโครงการฯ จะต้องผ่านการทดสอบตามที่จะกล่าวถึงพร้อมกับการรับรองผลจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ROUTINE TESTS ประกอบด้วย

- การวัดค่าความต้านทานของขดลวดทั้งทางด้านแรงสูงและแรงต่ำ
- การวัดค่าความต้านทานของฉนวน
- APPLIED POTENTIAL TEST
- INDUCED POTENTIAL TEST
- RATIO TESTS ON THE RATED VOLTAGE CONNECTIONS AND ON ALL TAP CONNECTION
- POLARITY AND PHASE-RELATION TESTS
- NO-LOAD LOSS TEST AT RATED VOLTAGE
- FULL-LOAD LOSS TEST AT RATED VOLTAGE

4.1.2 ต้องผ่านการตรวจทดสอบ หรือได้รับการรับรองให้ใช้ได้จากการไฟฟ้าฯ

4.1.3 ต้องตรวจทดสอบหลังการติดตั้งในสถานที่ใช้งานเรียบร้อยดังนี้

ก. วัดค่าความต้านทานของฉนวนต่างๆ อย่างครบถ้วน

ข. ตรวจทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-3
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน

1. ความต้องการทั่วไป

1.1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generating set) เป็นแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลัง ซึ่งให้กำลังไฟฟ้าแบบ Standby Rating โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุในแบบ ที่เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 Lagging, 400/230 โวลท์, 3 เฟส 4 สาย, 50 Hz, ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือประเทศยุโรป และมีจำหน่ายแพร่หลายในประเทศไทย ผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ผู้เดียวในประเทศไทย โดยมีเอกสารรับรองตัวแทนจำหน่ายเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาแสดงในวันเสนอราคาเอกสารรับรองนี้ถือเป็นสาระสำคัญในการพิจารณาเพราะเหตุผลในการบริการดูแลเครื่องและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนหรือค้างสต๊อก เป็นรุ่นล่าสุดที่ผลิตใช้ในปัจจุบัน

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องสามารถรับโหลดได้ไม่น้อยกว่ากำลังที่ระบุ ในครั้งเดียว (Step Load 100%) โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแรงดันและความถี่ พร้อมทั้งต้องแนบรายการคำนวณโหลดใช้งานให้สอดคล้องกับรุ่นที่เสนอเพื่อป้องกันการผิดพลาดจากการเสนอราคา

1.3 เครื่องยนต์ ชุดผลิตไฟฟ้า และหม้อน้ำ ตั้งอยู่บนฐานเดียวกัน ซึ่งทำด้วยเหล็กหนาเชื่อมเข้าด้วยกันพร้อมไสหน้าเรียบให้อยู่ในระดับเดียวกันตลอด ตัวเครื่องยนต์กับชุดผลิตไฟฟ้าต่อด้วย Flexible Coupling Adaptor เพื่อให้เป็นยูนิตเดียวกัน โดยต้องเป็นรุ่นที่ประกอบสำเร็จรูปทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศยุโรป หรือสหรัฐอเมริกา หรือโรงงานภายใต้การรับรองของเจ้าของผลิตภัณฑ์ และได้รับมาตรฐาน ISO9001 และ ISO14001

1.4. เครื่องยนต์ ชุดผลิตไฟฟ้า และแผงควบคุม ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันเพื่อความสะดวกในการจัดหาอะไหล่พร้อมการบริการหลังการขาย

1.5. ตู้ครอบชนิดเก็บเสียงต้องสามารถเก็บเสียงให้ได้ไม่เกิน 85 dBA ในระยะ 1 เมตร โดยวัดห่างจากผนังของตู้ครอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.6. ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องให้ข้อมูลสำหรับการพิจารณาอย่างน้อยดังนี้

1.6.1 รายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ระบุพิกัดกำลังของเครื่องชุดที่เสนอด้วยคำบรรยาย รวมถึงเครื่องหลายแบบรวมกัน ให้ชี้เฉพาะถึงเครื่องแบบที่เสนอให้ชัดเจน

6.2 ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยดังนี้

- ชื่อเครื่องยนต์ และประเทศผู้ผลิต
- จำนวนกระบอกสูบ

- ขนาดของกระบอกสูบ (มม)
- ช่วงชัก (มม)
- ปริมาตรของเครื่องยนต์ (ลบ.ซม)
- BMEP at Rated kW Output
- ชื่อผู้ผลิตชนิดของ Generator และประเทศผู้ผลิต
- พิกัดกำลัง (KVA) ของ Generator
- ชนิดของ Exciter

2. เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine)

2.1 เครื่องยนต์ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบขึ้นภายใต้เจ้าของผลิตภัณฑ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยสามารถประกอบในโรงงานภายใต้การดูแล (Under license) โดยมีเอกสารยืนยันและต้องเป็นเครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะ มี Turbocharged เป็นตัวอัดอากาศเข้าห้องเผาใหม่ และมีระบบระบายความร้อนเป็นแบบ turbo charged and after cooled และสามารถใช้กับน้ำมันดีเซลได้ ตามมาตรฐาน ISO3046, BS5514

2.2 แรงม้าของเครื่องยนต์ต้องเพียงพอต่อการขับเคลื่อนชุด Generator ที่สถานที่ติดตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่กำหนดโดยต้องส่ง Curve แสดงลักษณะการทำงาน หรือขนาดกำลังพิกัดจากผู้ผลิตเครื่องยนต์มาด้วย

2.3 ระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ (Governor) แบบ Electronic ชนิด Isochronous Operation ติดตั้งมากับชุดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งสามารถควบ คุมความเร็วรอบให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน +/- 1 % ที่สภาวะ Noload ถึง Full Load ตามมาตรฐาน ISO 8528

2.4 ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่งที่เข้าบำรุงรักษาได้สะดวก และสามารถสำรองน้ำมันเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงที่เต็มพิกัดโหลด

2.5. ในระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่ ๆ บำรุงรักษาได้สะดวก เครื่องกรองต้องมี Bypassทำงานด้วยสปริงเพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านได้ ถ้าไส้กรองตัน

2.6 การกรองอากาศต้องมีไส้กรองอากาศที่จะใช้กับเครื่องยนต์อย่างน้อย 1 ชุด ไส้กรองอากาศอาจจะเป็นแบบแห้งหรือแบบมีน้ำมัน (Oil Bath) ก็ได้

2.7. ระบบสำหรับติดเครื่องยนต์ต้องเป็นแบบทำงานได้ทั้งโดยอัตโนมัติและ Manual โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 หรือ 24 โวลต์

2.8. แบตเตอรี่และระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่

2.8.1 แบตเตอรี่ให้ใช้แบบ Lead-Acid ขนาด 12 โวลต์ เป็นแบบที่จัดหาในประเทศไทยได้ แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่จะใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 3 ครั้ง โดยสามารถสตาร์ทแต่

ละครั้งใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และหยุดพัก 10 วินาที โดยไม่ต้องประจุไฟใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และ/หรือระบบอื่น ๆ

2.8.2 ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ ต้องเป็นระบบอัตโนมัติ ใช้วงจร Solid State ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่สามารถประจุไฟให้แบตเตอรี่ได้เต็มโดยเร็วตามสมควรแต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ และต้องมีฟิวส์ติดตั้งมาด้วย

2.9 เครื่องวัดประจำเครื่องยนต์ ที่แผงควบคุมของเครื่องยนต์ต้องมีเครื่องวัดอย่างน้อย ดังนี้

2.9.1 เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำ

2.9.2 เครื่องวัดแรงดันของน้ำมันหล่อลื่น

2.9.3 เครื่องวัดรอบของเครื่องยนต์

2.9.4 เครื่องวัดแรงดันของแบตเตอรี่ช่วงเริ่มเดินเครื่องยนต์

2.9.5 นาฬิกาจับเวลาแสดงเวลารวม ที่เครื่องยนต์ทำงาน

10. ระบบระบายความร้อน จะต้องมีระบบระบายความร้อนจัดมาพร้อมเสร็จกับเครื่องยนต์ โดยมีขนาดพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะทำงาน และจ่ายไฟเต็มที่ตามพิกัดในสถานที่ตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่ระบุสำหรับเครื่องยนต์นั้น ๆ ในกรณีที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หม้อน้ำและพัดลมอาจจะเป็นแบบที่ติดอยู่กับเครื่อง และให้ผู้เสนอเครื่องยนต์กำหนดหรือแนะนำน้ำยาที่ใช้เติมในน้ำระบายความร้อน เพื่อกันการผุกร่อนมาด้วย

11. แผงควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีระบบอัตโนมัติ โดยมีไฟเตือนที่แผงควบคุมเครื่องในกรณีต่าง ๆ ดังนี้

12.1 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ

12.2 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิของน้ำสูงเกิน

12.3 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงเกิน

12.4 เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีระบบ Overcrank

12.5 เครื่องควบคุมเตือนในกรณีแบตเตอรี่อ่อน

12. ฐานเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีฐานเป็นโครงเหล็ก เหมาะที่จะติดตั้งบนฐานคอนกรีต และต้องมีที่รองป้องกันการสั่นสะเทือนแบบยางหรือสปริงตามมาตรฐานผู้ผลิตสำหรับรองรับแท่นเครื่อง

3.ชุดผลิตไฟฟ้า (Alternator)

3.1 ชุดผลิตไฟฟ้าเป็นแบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) โครงสร้างตามมาตรฐาน NEMA และต่อตรงเข้ากับเครื่องยนต์โดยผ่าน Flexible Laminate Steel Disk ออกแบบให้ระบายความร้อนด้วยพัดลมซึ่งติด

บนแกนเดียวกันกับโรเตอร์ และต้องมีพิกัดกำลังตามที่ระบุเป็นเครื่องจ่ายไฟระบบ 380/220 โวลต์ (หรือ 400/230 โวลต์) 3 เฟส 4 สาย

3.2 ฉนวนที่ใช้ใน Stator และ Rotor ให้ใช้ Class H

3.3 การควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) ใช้ระบบ Automatic Voltage Regulator แบบ Digital Control โดยสามารถควบคุมแรงดันจากไม่มีโหลดจนเต็มพิกัดโหลด แรงดันที่เปลี่ยนแปลงต้องไม่เกิน +/- 1%

3.4 ระบบ Exciter เป็นแบบ PMG หรือ Self-Excited โดยมีเรกติไฟเออร์ทำการแปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง ซึ่งติดตั้งอยู่บนแกนเดียวกันกับโรเตอร์

3.5 มีระบบควบคุมและป้องกัน ตรวจจับการเกิดการผิดปกติภายใน Alternator (AmpSentry) เช่น การเกิดกระแสเกินภายในตัวเองของ Alternator ระบบควบคุมและป้องกันนี้จะตัดการผลิตกระแสก่อนถึงจุดที่จะทำให้ Alternator เสียหาย

4. อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ

4.1 แผงควบคุมของ Generator เป็นผลิตภันฑ์เดียวกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นแบบติดผนังหรือติดตั้งกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับชุดเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า แผงควบคุมต้องประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องวัดตามที่ระบุไว้ เช่น เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า และเครื่องวัดความถี่ เป็นต้น ในแผงควบคุมนี้ให้รวมชุดของวงจรที่ใช้ในการติดเครื่องเข้าไว้ด้วย แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินชนิด Microprocessor based 128 x 128 pixels graphic LED backlight LCD หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถแสดงผลได้ทั้งส่วนของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และได้ตามมาตรฐาน UL, NFPA, ISO, IEC Mil Std., CE หรือ CSA standards ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

- ระบบควบคุมเครื่องยนต์
  - Starting battery voltage
  - Engine speed
  - Water temperature
  - Oil pressure
  - Hours run
- ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
  - Generator Set Output Current
  - Generator Set Output Voltage(L-L,L-N)
  - KW,KVA,Kvar meter

- Run–Off–Auto Switch

ตู้ควบคุม จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของเครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วงจรควบคุมต้องมีสัญญาณเตือนที่แผงควบคุม เพื่อดับเครื่องยนต์ขณะเกิดข้อบกพร่องในกรณีต่างๆ ดังนี้

- ส่วนของเครื่องยนต์
  - Overspeed(Shutdown)
  - Low oil pressure(Warning / Shutdown)
  - High engine coolant temperature (Warning/Shutdown)
  - Low coolant temperature (Warning)
  - Failure to Crank(Shutdown)
  - Emergency Stop(Shutdown)
  - Low/High Battery Voltage(Warning)
  - Battery Alternator Charger Fail(Warning)
- ส่วนของ Alternator
  - Over Current (Warning/Shutdown)
  - Under/Over Voltage(Shutdown)
  - Under/Over Frequency (Shutdown)
  - Over Load(Warning)

4.2 ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับติดเครื่องต้องทำไว้ให้หมุนเครื่องยนต์ และพักสลับกันโดยหมุนได้ 3 ครั้งและพัก 3 ครั้ง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม ระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุม ต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งาน 3 ตำแหน่ง คือ Automatic, Off และ Manual ในระบบที่กล่าวนี้ ต้องมีไฟเตือน (ทำงานด้วยไฟตรง 12 หรือ 24 โวลต์)

4.3. อุปกรณ์สำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกันกับชุด Automatic Transfer Switch ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเข้าใช้แทนไฟปกติได้ตามเวลาอย่างช้าตามที่กำหนด แต่ไม่เกิน 10 วินาที

4.4. การป้องกันวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัด ต้องมีการป้องกัน เช่น ใช้ฟิวส์ที่เพียงพอ

4.5. สัญญาณเตือนนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่น ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณเตือนอย่างน้อยดังนี้

6.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไม่ทำงาน

6.2 อุปกรณ์สำหรับติดเครื่องยนต์ไม่ทำงาน

5. การทดสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบก่อนส่งมอบสินค้าที่โรงงานผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ก่อนส่งมอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังนี้

1. ทดสอบการเดินเครื่องแบบ No Load เป็นเวลา 5 นาที
2. ทดสอบการเดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 50% Rated Load เป็นเวลา 30 นาที
3. ทดสอบการเดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 100% Rated Load เป็นเวลา 30 นาที
4. ทดสอบการเดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 110% Rated Load เป็นเวลา 30 นาที (กรณี Prime Rating)
5. ทดสอบการรับโหลดตามข้อกำหนด

6. เงื่อนไข

6.1 ผู้รับจ้างต้องแนบแคตตาล็อก รูปแบบ รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของเครื่องยนต์ ชุดผลิตไฟฟ้า และระบบควบคุมอัตโนมัติมาให้คณะกรรมการพิจารณาด้วยแล้ว โดย ได้ทำเครื่องหมายมาให้ชัดเจนว่าต้องการเสนอยี่ห้อใดรุ่นใด

6.2. เพื่อป้องกันการดัดแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) บริษัทฯตัวแทน จำหน่ายในประเทศไทยต้องแนบหนังสือรับรองการจัดหาอะไหล่ภายในระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 10 ปีและทีมช่างคอยชำนาญให้บริการ แนบมาพร้อมกับเอกสารประกวดราคา เพื่อประกอบการพิจารณาด้วยแล้ว

6.3. ผู้รับจ้างต้องมีช่างบริการของตนเองที่ผ่านการอบรมจากโรงงานผู้ผลิตและมีเอกสารมาแสดงโดยต้องแนบเอกสารผ่านการอบรม หรือ Certificate ที่ออกโดยผู้ผลิตในต่างประเทศแนบมาพร้อมกันด้วย และสามารถตรวจเช็คการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกๆ ระยะ 3 เดือนนับจากวันส่งมอบงานรับประกันกันเป็นระยะเวลา 2 ปี และในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วนทางผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานปกติได้อย่างรวดเร็วตลอดระยะเวลาการรับประกัน

6.4. ผู้รับจ้างต้องจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิคและผู้เกี่ยวข้องของผู้ว่าจ้าง ให้สามารถใช้และบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

6.5. ผู้ประสงค์จะเสนอราคาต้องเป็นบริษัทผู้ผลิต หรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator set) ระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator control system) หรือเป็นผู้ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต หรือสาขาผู้ผลิตในประเทศไทยโดยตรงเท่านั้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการบริการหลังการขายที่ดีแก่ทางเจ้าของโครงการ

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-3
แผงสวิตช์แรงต่ำ Switchboards and Panel boards

1. ความต้องการทั่วไป

1.1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงสวิตช์จ่ายไฟแรงต่ำตามแบบและรายการประกอบแบบ แผงสวิตช์เป็นแบบ Factory Built Assemblies , Modularized Design System ซึ่งประกอบด้วย Cubicles มาตรฐานหลายตู้ต่อประกอบกันเข้าตามจำนวนอุปกรณ์แผงสวิตช์ทั้งชุดได้ตาม มอก. 1436-2540 หรือทำได้ตามมาตรฐาน IEC 60439-1 และมีพิกัดโดยทั่วไปดังนี้ :-

- Rated Insulation Voltage 660 VAC
- Rated Short-Time Withstand Current (1S) ตามแบบ
- Rated Peak Withstand Current 2.2 เท่าของค่า Short-time With stand
- Degree of Protection IP 31
- Rated Thermal Current ตามแบบ
- Compartmenting in compliance with standard and according to from 2b

แผงสวิตช์จ่ายไฟแรงต่ำ

อุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติ Main CB เป็น Air Circuit Breaker ต้องมีพิกัดทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้

Rated Voltage	660 V
Rated Current	ตามแบบ
Breaking Capacity	ตามแบบ
Making Capacity	2.2 เท่าของค่า Breaking

อุปกรณ์ควบคุมของ CB ต้องเป็นแบบ Microprocessor Based Universal Protection และมีฟังก์ชันดังนี้

Protection

- Long Time Protection LT.

Setting (A) Ir	0.4 to 1 Ir
Tripping	1.05 to 1.2 Ir
Time Delay (S) at 1.5 Ir	15-30-60-120-240-480

- Short Time Protection ST.

Pick-Up (A)	0.4 to 15 In
Time Delay (S)	0.1 to 0.4

- Instantaneous Protection INST.

  Adjustable pick-up 1 - 50 In
- Ground Fault Protection GFP.

  Pick - Up (A) 0.2 to 0.6 In

  Time Delay (S) 0.1 to 0.4
- The last ten trips and alarms are recorded in two separate history files

Feeder CBs มี AT, AF สามารถปรับค่าได้ และ Interrupting Capacity ตามที่กำหนดในแบบ และใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเดียวกับ Main CB

1.2. อุปกรณ์เครื่องวัด (Power Meter, Digital Meter) มีคุณสมบัติดังนี้

i. Standard

- Active Energy Class : IEC62053-21 Class 1
- Electrostatic discharge immunity test : IEC61000-4-2, Level 4
- Radiated, radio-frequency, electromagnetic Field immunity test : IEC61000-4-3, Level 3
- Electrical fast transient/burst immunity test : IEC61000-4-4, Level 4
- Surge immunity test (1,2 / 50 µs ~8 / 20µs) : IEC61000-4-5, Level 3
- Conducted emissions : EN 55022, Class B
- Radiated emissions : EN 55022, Class B

ii. Digital Multi-Metering Unit Features

The digital multi-metering unit shall have the following characteristics:

- Power Supply : 230VAC +10%
- Consumption : < 5 VA
- Current input : 5A
- Permanent overload : 1.1 In
- Maximum voltage inputs : 520 V AC (direct L-L)
- Metering frequency : 45-65 Hz
- Operating temp : 0 to +50 degree of C.
  Humidity Rating : 5 to 90% RH (non-condensing)
- Harmonic Resolution : Up to 15th harmonic
- Accuracy:
  - Current/Line Voltage/Phase Voltage : 0.5%
  - Active Power/Reactive Power : 1%
  - Active energy : Complies with IEC62053-21 Class 1

parameters:

- Current measurement (I1, I2, I3, and IN)
- Voltage measurement (phase to phase and phase to neutral)
- Active power (per phase and total : kW)
- Reactive power (per phase and total : kVAR)
- Apparent power (per phase and total : kVA)
- Power factor (per phase and total)
- Frequency (Hz)
- Active energy, four-quadrant (+/- kWh)
- Reactive energy, four-quadrant (+/- kVARh)
- Total Harmonics Distortion (THD) of current and voltage
- Individual Harmonic up to 15th order of current and voltage
- Unbalance rate of current and voltage
- Demand time stamp
- Maximum and minimum of instant measurement

Standard communication and output:

- Standard Communication : RS485 (Modbus RTU protocol with 9,600 bps Baud rate or higher) or BACNET gateway for integrating with Building Management System (BMS)
- Output : 4 on-off inputs and 4 relay outputs with configuration for over/under voltage protection or 2 analog (4-20mA) outputs

1.3. BUSBAR และฉนวนยึด

i. BUSBARS ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (BARE RATING) แต่ต้องไม่เกิน 1.5แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้ง PHASE, NEUTRAL และ GROUND-BUS ต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

ii. การจัด BUSBARS ทั้ง PHASE-TO-PHASE และ PHASE-TO-GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (LIVE PART) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้ม BUSBAR โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ BUSBAR ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ BUSBAR ที่อาจลดลง

iii. BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY RESIN แบบสองชั้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล BAKELITE หรือตระกูล PHENOLICS เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด

iv. BUSBAR และ BUSBAR HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

2. AUTOMATIC TRANSITION TRANSFER SWITCH (ATS)

1. คุณสมบัติทั่วไป

1.1 ATS ทุกชุดต้องประกอบด้วยตัวสวิตช์ (Transfer Switch) และแผงควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์(Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน(Operating Voltage) ตามที่แบบกำหนด

1.2 ATS ขนาดตั้งแต่ 400 A ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมที่ใช้กับ ATS ทุกตัวต้องได้มาตรฐาน UL 1008 Standard for Transfer Switch Equipment

2. รายละเอียดกลไกของตัวสวิตช์ (Transfer Switch)

2.1 ตัวสวิตช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้า และมีการล็อกตำแหน่งและกดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้นและหยุดการจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer) แล้ว และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟฟ้าหนึ่งไม่เกิน 1/ 10 วินาที

2.2 สวิตช์ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 600A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกดเพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง

2.3 ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัดโดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer And Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกโอนถ่าย

โดยไม่ก่อให้เกิดสายศูนย์ลอย โดยใช้เทคนิค Overlapping Neutral การโอนถ่ายของสายศูนย์นี้ต้องเกิดขึ้นไม่นานเกินกว่า 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที)ไม่อนุญาตให้ใช้สวิตช์ที่ไม่สามารถโอนถ่ายสายศูนย์ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

3. แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)

3. 1 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงนด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้โดยใส่รหัสผ่าน

3.2 แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ In-phase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้าปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิตช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว

3.3 แผงวงจรควบคุมจะต้องสามารถตรวจจับแรงดันของฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นในระบบได้

3.4 แผงวงจรควบคุมจะต้องรองรับการเชื่อมต่อในรูปแบบ Modbus RTU/TCP, Ethernet และ Cloud Monitoring

3.5 แผงวงจรควบคุมสามารถบันทึกเหตุการณ์ผิดปกติ (Event log) ได้มากน้อยกว่า 250 เหตุการณ์

4. การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิตช์มีดังนี้

การตรวจจับแรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเมื่อ

4.1 Normal Source Voltage Drop - Out สามารถปรับตั้งค่าได้ระหว่าง 70 -98% ,102-120% ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน

4.2 Normal Source Frequency Drop – Out สามารถปรับตั้งค่าได้ระหว่าง 80– 99%, 101 – 120% ของพิกัดความถี่ใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน

4.3 Normal Source Voltage Pick - Up สามารถปรับตั้งค่าได้เป็น 71-99 %, 101-119% ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน

4.4 Normal Source Frequency Pick - Up สามารถปรับตั้งค่าได้ระหว่าง 80.5 – 99.5%, 100.5 – 119.5% ของพิกัดความถี่ใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน

4.5 Emergency Source Voltage Drop - Out สามารถปรับตั้งค่าได้เป็น 70 – 98%, 102 –120% % ของพิกัดแรงดันใช้งาน

4.6 Emergency Source Frequency Drop - Out สามารถปรับตั้งค่าได้เป็น 80– 99%, 101 – 120% % ของพิกัดแรงดันใช้งาน

4.7 Emergency Source Voltage Pick - Up สามารถปรับตั้งค่าได้เป็น 71-99 %, 101-119% ของพิกัดแรงดันใช้งาน

4.8 Emergency Source Frequency Pick - Up สามารถปรับตั้งค่าได้เป็น 80– 99%, 101 – 120% % ของพิกัดแรงดันใช้งาน

4.9 Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0 - 60 วินาที เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง

4.10 Normal - To - Emergency Time Delay ไม่เกิน 5 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน

4.11 Emergency - To - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ

4.12 Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0 -60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว

4.13 Engine Exerciser

- สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมงและวันภายในสัปดาห์
- สามารถตั้งโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม
- เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่ายโหลด (Load) หรือไม่โอนถ่ายโหลดได้

4.14 โรงงานผู้ผลิต ATS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO9001 (ISO900 1 International Quality Standard)

3. AUTOMATIC CAPACITOR BANK

1. CAPACITOR BANK

1.1 Capacitors ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC/EN60831-1+2 , VDE0560-46+47 และตัว Capacitors เป็นชนิด Dry Type โดยมี Rated Voltage ที่ 440 Vac ,3 Phase เพื่อป้องกันการเกิดฮาร์โมนิคเบื้องต้น

1.2 Capacitors แบบ Self-Healing เพื่อสามารถยับยั้งการเกิด DIELECTRIC BREAKDOWN เพื่อให้ตัว Capacitors มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

1.3 วัสดุภายนอกต้องผลิตจาก Extruded Aluminum เพื่อความแข็งแรงของตัว Capacitors รวมถึงช่วยใน การระบายความร้อน ป้องกันการกัดกร่อนและสนิมในขณะใช้งาน

1.4 ระบบ Safety Features แบบ Over Pressure และ Over current Disconnector เพื่อป้องกันการระเบิดของ Capacitors มิให้ส่วนประกอบอื่นๆเสียหาย

1.5 มีการทดสอบในเรื่องของจุดเชื่อมต่อ Voltage Terminal (UTT) ไม่เกิน 2.15 Un, AC,10s

1.6 ภายใน Capacitors จะประกอบด้วย Resistors แบบ Internal discharge Module design สำหรับคายประจุ เพื่อความปลอดภัยในการบำรุงรักษา

1.7 ที่บริเวณจุดเชื่อมต่อที่ขั้วของ Capacitors ต้องเป็นแบบ Dual directional terminal เท่านั้นและ Capacitors จะต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะ ดังต่อไปนี้

- Case : Extruded Aluminum Can
- Degree of Protection : IP20
- Operating voltage : 400 Vac
- Rated frequency : 50 Hz.
- Ambient Temperature : -25 °C – 55 °C
- Over Current : 1.3 x In
- Life Expectancy : 100,000 to 150,000 operating hours.
- Rated capacity : as indicated on drawing.
- Dielectric loss : ไม่เกิน 0.20 W/kVAR
- Capacitance Tolerance : -5% +5%
- Discharge Time : < 75V within 3 min
- Impregnation : Non-PCB, Special Protection Gas With Resin
- Installation : Indoor, Any position.
- Permissible max humidity : 95%

2. Contactor สำหรับ Capacitor

2.1 Contactors จะต้องเป็น Brand เดียวกันกับ Capacitor Bank เท่านั้น เพื่อเพิ่มเสถียรในการทำงานสูงสุด

2.2 ตัวของ Contactor จะต้องมีการออกแบบให้หน้า Contact มีตัว Resistance เพื่อสามารถทนกระแสพุ่งเข้าจากการต่อ Capacitors (INRUSH CURRENT) ได้ไม่ต่ำกว่า 200 เท่า

2.3 ต้องผลิต Contactors ตามมาตรฐาน IEC947-4-1, IEC60947-4-1, IEC60947-5-1, VDE0660 และ Contactor จะโดยต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะ ดังต่อไปนี้

- Category AC-6b
- Coil voltage 220 V, 50 Hz.
- ขนาดของ Contactor ให้เป็นไปตามขนาดของ capacitors ที่ระบุในแบบ

3. Power factor controller

3.1 Power factor controller ต้องเป็น Brand เดียวกันกับ Capacitor Bank

3.2 ตัว Power Factor Controller จะต้องเป็นแบบ 14 STEP และแสดงผลการทำงานของแต่ละ STEP

3.3 สามารถแสดงผล และเช็คฮาร์โมนิคที่เกิดขึ้นในระบบได้โดยผ่านตัว Power Factor Controller

3.4 อุปกรณ์จะต้องมีฟังก์ชั่น Automatic Detection C/K Value

3.5 อุปกรณ์จะต้องระบบแจ้งเตือน Under/Over Compensate ,Over Voltage ,THDFrequency

3.6 อุปกรณ์ต้องใช้เทคโนโลยี MICROPROCESSOR BASED และปรับตั้งค่าแบบ DIGITAL ติดตั้งอยู่ส่วนบนของตู้ Capacitor โดยต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้

- Digital Power Factor Display
- Power factor meter
- Power Factor Setting 0.85 – 0.95
- Auto / Manual Operate
- LED Indicator for Individual Step
- Secondary current / power factor info display-voltage / frequency info display

4. เครื่องวัดและอุปกรณ์

4.1. CURRENT TRANSFORMER (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ท โดยมี SECONDARY CURRENT 5A และ ACCURACY ตาม IEC STANDARD CLASS 1

4.2. AMMETER และ VOLTMETER ต้องเป็นแบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96x96 มม, และ ACCURACY CLASS 1.5

4.3. KITLOWATTMETER ใช้ชนิด 3-PHASE UNBALANCE LOAD แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96x96 มม, และ ACCURACY CLASS 1.5

4.4. POWER-FACTOR METER ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัทม์ ไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม, SCALE ตั้งแต่ 0.5 LEADING ถึง 0.5 LAGGING และ ACCURACY CLASS 0.5

4.5. PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP แบบ FLUSH MOUNTING บนตู้ SWITCHBOARD

4.6. SELECTOR SWITCH แบบ SWITCHBOARD MOUNTING จำนวน 7 STEP สำหรับ VOLT-SELECTOR SWITCH

5. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทซ์

5.1. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BOLCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER WIRE 750 VOLTS, PVC INSULATED ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้ :-

- CURRENT CIRCUIT : 4 ตารางมิลลิเมตร
- VOLTAGE CIRCUIT : 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- CONTROL CIRCUIT : 1.5 ตารางมิลลิเมตร
- GROUND ระหว่างตัวแผงกับบานประตู : 10 ตารางมิลลิเมตร

5.2. สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (TRUNKING) หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

5.3. สายไฟทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

6. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

6.1. ที่หน้าแผงสวิทซ์ควบคุมต้องมี MIMIC BUS เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิทซ์ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิทซ์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสีที่ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิทซ์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

6.2. ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสี เช่นเดียวกับ MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาว มีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างเห็นชอบ

7. การติดตั้ง

7.1. แผงสวิทซ์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

7.2. ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น๊อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

8. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของที่ปรึกษาควบคุมงานก่อสร้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้:-

i. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทช์ทั้งหมด
ii. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่างๆที่ออกจากแผงสวิทช์
iii. ตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน
iv. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
v. ตรวจช่องทางเข้าออกของสายไฟฟ้า ต้องปิดป้องกันสัตว์ และแมลงเข้าไปภายในแผงสวิทซ์ โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมหรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

9. ความต้องการระบบควบคุมเครื่องสูบน้ำ

9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งและทดสอบ ระบบควบคุมและแสดงผลสำหรับปั๊มน้ำ ซึ่งใช้ในการควบคุมและแสดงผลการทำงานของปั๊มสูบน้ำ ได้แก่อุปกรณ์ PLC และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เหมาะสมสมเพื่อให้ระบบควบคุมทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยอ้างถึง PLC POINT CONTROL PUMP ที่ระบุไว้ในแบบเป็นอย่างน้อย

9.2 คุณสมบัติอุปกรณ์ PLC

1) ผ่านการรับรองมาตรฐานดังนี้
   a) IEC/EN 61131-2
   b) IEC 61000-4
   c) UL508
   d) CSA 22.2 No. 142 (Process Control Equipment)
2) อุปกรณ์แบบ Processor based ตัว CPU มี led แสดงสถานการณ์ทำงาน หรือความผิดปกติของอุปกรณ์
3) PLC Input Module

a) Input Module สามารถรับรองการทำงานที่แรงดัน 24VDC ได้ ใช้เป็นสัญญาณเข้าที่อุปกรณ์ PLC แบบ ON/OFF ได้

b) ชนิดโมดูลที่ใช้รองรับจำนวนสัญญาณ Input ไม่น้อยกว่า 16 Input ต่อโมดูล

4) พอร์ตสำหรับสื่อสารและการตั้งค่าอุปกรณ์ มี RJ45 connector 10BASE-/100BASE-TX อย่างน้อย 3 Port และ USB Port

5) สามารถรองรับการสื่อสารด้วย Modbus/TCP, SNMP Protocol

6) สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 °C to +55°C

10 ชุดควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ (Soft Starter)

อุปกรณ์วัสดุต้องเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมล่าสุด ผลิตจากโรงงานที่มีการจัดวางระบบการ บริหารเพื่อประกันคุณภาพ (ISO 9001) สำหรับรุ่น โมเดล ผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอ ผู้เสนอราคาต้องเสนอหนังสือ รับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ การให้การรับรองในการบริการหลังการขาย มาพร้อมกับใบ เสนอราคา

1) ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน IEC 60947-4-2, CE marking, UL list, REACH, RoHs เป็นอย่างน้อย

2) มีหลักการทำงานด้วยการทำงานแบบ Power Electronics ซึ่งใช้อุปกรณ์ประเภท Thyristors (SCRs) เป็นตัวอุปกรณ์หลักและมีการควบคุมการทำงานครบทั้ง 3 เฟส สามารถใช้งานร่วมกับมอเตอร์ได้ทั้งชนิด IE2, IE3, IE4 ตามมาตรฐานIEC 60034-30 หรือ NEMA MG1

3) ใช้งานได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Mains Supply): 208 - 690 Vac, -15% / +10 %, 3-Ph, 50Hz - 60Hz - 5% / +5% และระบบไฟฟ้าควบคุม (Control): 230 Vac, 1-Ph, 50 Hz หรือ 110 Vdc

4) การควบคุมแบบ Keypad and/or Remote

5) สามารถปรับตั้งคุณสมบัติการสตาร์ทและหยุดมอเตอร์ได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Initial Torque เริ่มต้นในการสตาร์ทปรับตั้งได้ไม่น้อยกว่า 30% - 60% of rated torqueหรือเทียบเท่า

- Current Limit ค่าจำกัดกระแสในการสตาร์ทปรับตั้งได้ไม่น้อยกว่า150% -500% of rated motor rated Current หรือดีกว่า

- Acceleration Time ตั้งค่าเวลาในการเริ่มสตาร์ท (Start Ramp Time) ปรับตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1 วินาที ถึง 60 วินาทีหรือดีกว่า

- Deceleration ตั้งค่าเวลาในการเริ่มหยุด (Soft Stop Ramp Time) ปรับตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1 วินาที ถึง 60 วินาทีหรือดีกว่า

- ต้องมีฟังก์ชัน Kick Start หรือ Voltage Boost ช่วย Start ในกรณีที่ Start ปกติไม่สามารถขับโหลดได้

6) มี Contact Outputs ไม่น้อยกว่า 3 x Relay Outputs, 1 x Analogue Output สำหรับทำหน้าที่ต่างๆ และ มี 1 x Analogue Input สามารถรองรับการต่อใช้งานร่วมกับ PT100 ชนิด 2 สาย หรือ 3 สายได้

7) ขนาดพิกัดของ Soft Starter จะต้องสอดคล้องกับขนาดของมอเตอร์ที่ต้องการควบคุมทุกประการและกระแสพิกัดของ Soft Starter ที่เลือกใช้จะต้องไม่ต่ำกว่า กระแสพิกัดของมอเตอร์

8) Soft Starter จะต้องถูกออกแบบให้ทนกระแสเกินพิกัดต่อเนื่อง (Service Factor) ≥ 120% ของ กระแสพิกัดของมอเตอร์ (Ie)

9) Connection แบบ In-Line

10) Soft Starter เป็นชนิด External Bypass สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ External By-pass Switch, (AC-3) ได้โดยที่ยังคงการ ทำงานของชุดป้องกันมอเตอร์ภายในตัว Soft Starter ไว้ได้อย่างสมบูรณ์

11) สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

12) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยระบบดิจิตอล มีจอแสดงผลชนิด Text display เพื่อให้อ่านและเข้าใจง่ายและสามารถปรับตั้งค่าต่างๆ โดยใช้ปุ่มกดตั้งค่าได้โดยตรงที่ตัว Soft Starter และการแจ้งเตือนข้อผิดพลาด หรือ การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ Soft Starter โดยซอร์ฟแวร์มาตราของผู้ผลิต ผ่านทางพอร์ทสื่อสาร Modbus Serial ได้เป็นต้น

13) กรณีติดตั้งภายในตู้ควบคุม ต้องสามารถแยกหน้าจอแสดงผล Text display เพื่อติดตั้งที่หน้าตู้ควบคุมได้

14) สามารถเก็บบันทึกและเรียกดูข้อมูลการทำงานของตัว Soft Starter โดยที่ไม่สูญหายเมื่อไฟดับ ได้ดังนี้

Motor Run Time, Power-On Time, Number of starts, Bypass Cycle Count, และ Last fault detected

15) กรณีเกิดความผิดปกติต้องสามารถบันทึกและเรียกดูเหตุการณ์ย้อนหลังได้อย่างน้อย 15 เหตุการณ์ล่าสุด พร้อมแสดงรายละเอียดพารามิเตอร์ ณ ช่วงที่เกิดขึ้น เช่น Motor current, Motor Torque และ Thermal State เป็นต้น

16) ระบบป้องกันมอเตอร์ และการป้องกันภายในตัว Soft Starter

17) Electronics Overload หรือ Motor thermal fault: Trip เมื่อเกิดภาวะโหลดเกินกว่าพิกัดที่ กำหนด โดยสามารถปรับตั้งค่าได้

18) Under Voltage หรือ Power supply fault: Trip เมื่อเกิดภาวะแรงดันของระบบไฟฟ้าต่ ากว่า ค่าที่ตั้งไว้

19) Under/Over Frequency หรือ Line frequency, out of tolerance: Trip เมื่อเกิดภาวะ ความถี่ของระบบไฟฟ้าต่ำกว่า หรือสูงกว่าปกติ

20) Phase Loss/Phase Sequence หรือ Loss of line phase/phase inversion: Trip เมื่อเกิด ภาวะเฟสของระบบไฟฟ้าเกิดการสลับ หรือเฟสใดเฟสหนึ่งขาดหายไป

21) Under/Over Current: Trip เมื่อเกิดภาวะกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์ต่ ากว่าหรือสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้

22) Ground/Earth Fault: Trip เมื่อเกิดภาวะกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์รั่วลงดิน ต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้

23) Too Long Start Error หรือ Exceed Start Time

24) Trip เมื่อเกิดภาวะ Lock Rotor ขณะเดินเครื่องปกติและ Bypassed

25) Trip เมื่อสายไฟฟ้าที่ต่อไปจ่ายกระแสให้มอเตอร์ขาดหรือไม่ได้ต่อให้ครบสมบูรณ์ขณะสตาร์ท

26) Short SCRs: Trip เมื่อเกิดภาวะ SCRs ในเฟสใด เฟสหนึ่งเสีย

27) Device Overheating หรือ Starter thermal fault: Trip เมื่อ Soft Starter มี อุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด

28) Current Transformer: Built-in Embedded Sensors

29) Conformal coating of printed circuit board compliance with IEC/EN 60271-3-3 Class 3C3

30) อุปกรณ์ Soft Starter ต้องมีการรับรองตามมาตราฐาน Cyber Security เช่น Achilles L2 เป็นต้น เพื่อป้องกันการโจมตีทางไซเบอร์ (against cyber-attacks) ตามมาตราฐาน IEC 62443

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-5
โคมไฟ
Lighting Fixture

1. ทั่วไป

1) โคมไฟ จะต้องประกอบด้วย ขาจับหลอด บัลลาสต์ หลอดไฟ และอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นให้เรียบร้อยในโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง ชนิดและลักษณะของโคมไฟและอุปกรณ์ประกอบจะแสดงไว้ในแบบ ส่วนที่เป็นโลหะของโคมไฟจะต้องมีการป้องกันสนิม สำหรับโคมไฟชนิดแขวนจะต้องมีอุปกรณ์แขวนและมีท่อร้อยสายสำหรับเดินสายด้วย
2) โคมไฟที่ใช้นอกอาคาร ในส่วนที่เป็นโลหะจะต้องมีการต่อกราวด์ที่เสาไฟและภายในเสาไฟจะต้องมีขั้วต่อสายกราวด์

2. โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์

1) หลอดไฟเป็นชนิดฟลูออเรสเซต์ LED TUBE ใช้กับแรงดัน 220 V, 1 PHASE, 50 HZ. ค่าความถูกต้องของสี (RA) ไม่น้อยกว่า 85 โดยวัตต์และสีของหลอดไฟที่ใช้ระบุไว้ในแบบ
2) HOUSING ของโคมจะต้องทำโดยเหล็ก ป้องกันสนิมด้วยขบวนการ ZINC PHOSPHAT และพ่นทับด้วยสีฝุ่น EPOXY หรือ POLYESTER
3) LAMP-HOLDER จะต้องเป็นชนิด ROTARY LOCK ทำมาจากวัสดุที่ไม่ติดไฟ หน้าสัมผัสเป็นชนิด SILVER PLATE COPPER
4) โคมฝังฝ้าจะต้องเลือกชนิดที่เหมาะสมกับฝ้า

3. โคมไฟฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHT UNIT)

1) โคมไฟฉุกเฉินจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับมาตรฐาน EIT 2004-44
2) โคมไฟฉุกเฉินจะต้องเหมาะสมในการใช้งานที่แรงดัน 220 V., 50 HZ. ขนาดและชนิดหลอดไฟตามที่ระบุในแบบและจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
   - AUTOMATIC SOLID STATE CHARGER
   - ON/OFF SWITCH
   - LAMP TEST SWITCH
   - AMBER “READY” LAMP
   - RED “CHARGE” LAMP
   - BATTERY เป็นชนิด SEALED LEAD ACID ทำงานได้อย่างน้อย 2 ชม.

- มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและกระแสลัดวงจร

4. การติดตั้งอุปกรณ์โคมไฟฟ้า

กำหนดระดับความสูงจากพื้น ตามตารางข้างล่างหรือที่กำหนดเป็นอย่างอื่น

- โคมไฟกิ่งติดผนังติดตั้งสูงจากพื้นถึงจุดกึ่งกลางโคม 2.20 เมตร
- EMERGENCY LIGHT ติดตั้งใต้ฝ้าเพดาน หรือคาน 0.30 เมตร
- EXIT SIGN ติดตั้งกับผนังเหนือประตูทางออกหรือสูงจากพื้น 2.30 เมตร

5. การเดินสายของวงจรดวงโคม

1) สายแยกจากสวิทช์เข้าดวงโคมให้ใช้สาย 2.5 มม.^{2} และสายของอุปกรณ์ประกอบสำหรับดวงโคม ให้ใช้ขนาดสายที่สามารถรับกระแสและอุณหภูมิใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆ สายวงจรย่อยจากแผงสวิทช์ไฟ (PANEL BOARD) ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง ไม่อนุญาตให้เดินสายเกิน 3 เส้น (รวมสายดิน) ในท่อสายเดียวกัน (ยกเว้นมีตัวนำทุกเฟส รวมทั้งสายกลางและตัวนำต่อลงดินอยู่ในท่อร้อยสายเดียวกัน) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความร้อนเนื่องจากกระแสเหนี่ยวนำ

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-6
สวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า
Switch and Receptacle

1. สวิทช์

1.1 สวิทช์เป็นชนิดติดตั้งเสมอผิวผนังทำงานแบบกระดก พิกัด กระแส 15 A แรงดัน 250 V

1.2 สวิทช์กันน้ำชนิด 15 A แรงดัน 250 V ประกอบด้วยครอบกันน้ำทำด้วย PVC และ GASKET โดยมีระดับการป้องกัน IP 55

2. เต้ารับไฟฟ้า

2.1 เต้ารับไฟฟ้า เป็นชนิดใช้งานได้กับเต้าเสียบแบบขากลมและแบน (UNIVERSAL TYPE) พร้อมกับขั้วกราวด์ พิกัดกระแส 15 A แรงดัน 250 V ตาม มอก.166-2549

2.2 เต้ารับไฟฟ้าชนิดใช้งานหนัก เป็นชนิด 3 POLE พร้อมกับขั้วกราวด์ พิกัดกระแสตามที่ระบุในแบบและพิกัดแรงดัน 400 V

2.3 POWER SOCKET พิกัดกระแสตามที่ระบุในแบบพิกัดแรงดัน 380 V 3p 50Hz ชนิด 3 POLE (เฟส+นิวตรอน+กราวด์ (TP & N) ระดับการป้องกัน IP 44 ชนิดใช้ภายในอาคารและ IP 67 สำหรับภายนอกอาคาร

3. แผ่นครอบ (DEVICE PLATE)

แผ่นครอบสวิทช์หรือเต้ารับ เป็นชนิด PVC และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับสวิทช์หรือเต้ารับ

4. การติดตั้งสวิทช์ และเต้ารับไฟฟ้า

4.1 ผู้รับจ้าง ต้องติดตั้งสวิทช์ และเต้ารับให้ฝังเรียบเสมอผิวผนัง โดยติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะ หรือกล่องพีวีซีชนิดที่ใช้สำหรับการติดตั้งหรือการนี้ ยกเว้นในกรณีที่ระบุให้ติดลอย ให้ติดตั้งโดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดลอย

4.2 การติดตั้งสวิทช์ใช้กล่องเหล็กฝังในผนังสูงจากพื้น 1.20 เมตร วัดจากพื้นถึงกึ่งกลางของสวิทช์

4.3 ในกล่องสวิทช์กล่องเดียวกัน ห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิทช์เกินกว่า 300 โวลท์ นอกจากจะใส่แผ่นฉนวนกั้นระหว่างสวิทช์

4.4 เต้ารับทั่วไป ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร วัดจากพื้นถึงกึ่งกลางของเต้ารับ หรือตามที่ระบุความสูงในแบบ

4.5 เต้ารับสำหรับไฟฉุกเฉิน ให้ติดตั้งต่ำจากฝ้าเพดาน 0.30 เมตร หรือตามที่ระบุความสูงในแบบ

4.6 เต้ารับในห้องน้ำ หรือเหนือเคาน์เตอร์ติดตั้งสูงจากพื้น 1.0 เมตร หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

4.7 เต้ารับนอกอาคาร หรือในที่เปียกชื้นได้ให้ใช้ฝาครอบโลหะหล่ออบสี หรือฝาครอบพลาสติกชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคาร แบบมีสปริง และยางอัดรอบหรือมีพลาสติกอ่อนครอบ

<u>หมายเหตุ</u> *1. สวิทช์หรือเต้ารับที่ใช้วงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบสวิทช์ หรือเต้ารับที่ไม่ลบเลือนเมื่อจับต้อง*

2. สวิทช์หรือเต้ารับชนิดกันน้ำ (WATER PROOF, WP) ให้ใช้ชนิดโลหะหล่ออบสีหรือฝาครอบพลาสติก เคลือบสี และมีฝายางอัดรอบหรือตามที่ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบ หรือตามที่ระบุคุณสมบัติไว้ในแบบ

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-7
ตัวนำไฟฟ้า
Cable

1. ทั่วไป

1) สายไฟฟ้าจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน มอก. และมาตรฐาน IEC
2) ฉนวนสายไฟจะต้องเป็นสีที่ระบุตามมาตรฐาน วสท.

2. สายไฟ IEC01

1) เป็นสายไฟชนิดฉนวน PVC และเปลือกนอก (sheath) ทำด้วย PVC มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 11-2553
2) สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น PVC และเปลือกนอกเป็น PVC
3) สายไฟเป็นชนิด SINGLE CORE
4) ขนาดแรงดัน 450/750 V อุณหภูมิ ใช้งาน 70 °C

3. สายไฟ NYY

1) เป็นสายไฟชนิดฉนวน PVC และเปลือกนอก (Sheath) ทำด้วย PVC มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 11-2553
2) สายไฟจะต้องมีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น PVC และเปลือกนอก เป็น PVC
3) ขนาดพื้นที่หน้าตัดของตัวนำต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร
4) ขนาดแรงดัน 450/750 V อุณหภูมิ ใช้งาน 70 °C

4. สายไฟ XLPE

1) ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60228 และ IEC 60502-2
2) สายไฟจะต้องเป็นชนิด SINGLE CORE มีตัวนำเป็นทองแดง ฉนวนเป็น XLPE เปลือกนอก (SHEATH) เป็น POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และ SHIELD เป็นชนิด COPPER WIRE SCREEN
3) ขนาดแรงดัน 12/20(24) KV อุณหภูมิใช้งาน 90 °C

5. สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE : FRC)

1) สำหรับสายไฟที่มีขนาดตั้งแต่ 1.5 mm^2 ขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire) ตามมาตรฐาน IEC 228 class 2

2) ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟอื่น พันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Polyolefin ที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen , Flame Retardant & Fire Retardant ชนิดพิเศษมีความหนาตาม IEC 502

   ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย

3) เปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefin หรือวัสดุอื่นที่มี คุณสมบัติ เป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตาม IEC 502

4) สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมี Rated Voltage 600/1000V สำหรับสาย Power และ Rate Voltage 300/500V สำหรับสาย Control มี Maximum Conductor Operating Temperature ที่ 90°C (20,000 HRS) สำหรับ Continuous Duty และ 250°C ภายใต้สภาวะ Short-Circuit ตามมาตรฐาน IEC 216

5) ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้ เป็นไปตามมาตรฐาน IEC60754-2

6) คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ
   - คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
     - IEC 60331
     - BS-6387 Category CWZ
     - VDE 0472 Part 814
   - คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
     - IEC 60332-3 ABC
     - BS 4066 PART 3
     - IEEE 383
   - คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้
     - IEC 60332-1 หรือ IEC 60332-3
     - BS 4066 Part 1
     - VDE 0472 Part 804
   - คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ เช่น

- Smoke ; Test Method
  - $27m^3$ Cable Chamber
  - NBS Chamber

  Test Standard
  - ASTM D2863
  - UITP/APTA Test E4
  - London Underground Limited
  - IEC 61034-2
  - BS 6724
  - VDE 0472 Part 816
- Halogen Acid Content Measured (Less Than 5% Halogen Acid)
  - IEC 60754-1 / IEC 60754-2
  - BS 6425 Part 1
  - VDE0472 Part 813
- ไม่มีแก๊สพิษต่างๆ ทดสอบตามมาตรฐาน
  - NFC20-454
  - NES713

7) ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบัน LPCB หรือสถาบันที่เชื่อถือได้ ให้ผู้ควบคุมงาน พิจารณาประกอบการขออนุมัติด้วยและเป็นโรงงานที่ได้มาตรฐาน ISO 9001

6. สายไฟฟ้าชนิด Flame Retardant (FRT) หรือสาย Low Smoke Zero Halogen (LSOH)

1) สายไฟฟ้าชนิดนี้ ต้องสามารถใช้งาน (Operating Temperature) ที่อุณหภูมิ 90°C สำหรับการใช้งานแบบต่อเนื่อง (Continuous Duty)

2) ฉนวนประเภทที่มีคุณสมบัติLow Smoke, Zero Halogen ชนิด Flame Retardant Mineral Insulated LSOH Compound ที่มีความหนาตามมาตรฐาน IEC 502

3) คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

- คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตาม มาตรฐานต่างๆ ดังนี้
  - IEC 60332-1 หรือ IEC 60332-3
- คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ เช่น
  - Low Smoke Density

- IEC 61034-2
- BS 6724
- VDE 0472 Part 816

- Halogen Acid Content Measured (Less Than 5% Halogen Acid)
  - IEC 60754-1 / IEC 60754-2
  - BS EN 50525-1

7. การติดตั้ง

7.1 การเดินสายสำหรับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) การเดินสายไฟฟ้าชนิด IEC01, CV, NYY, FRC หรือสายอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน ให้เดินสายร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น
2) การต่อสายไฟฟ้าห้ามต่อภายในท่อ อนุญาตต่อได้เฉพาะใน BOXES เท่านั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสาย ให้ใช้ชนิด COMPRESSION BOLT SCREW หรือ WIRE NUT ห้ามต่อแบบ TWISTED WIRE SPLICE โดยวัสดุต่อสายที่ใช้ต้องเป็นยี่ห้อ 3M หรือเทียบเท่า ห้ามใช้ของปลอมเลียนแบบ
3) สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อ หรือการเดินสายที่ไม่มีส่วนใดปรากฏให้เห็นจากภายนอก ให้ติดหมายเลขสายวงจรด้วย WIRE MARKER สำหรับวงจร BRANCH CIRCUIT ที่ PULL BOX หรือ BOXต่างๆ และมีตัวอักษรหรือหมายเลขตรงกับ WIRE MARKER ใน PANEL BOARD เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
4) การดึงสายไฟฟ้า ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายไฟ ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับการดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
5) ผู้รับจ้าง จะต้องใช้สารหล่อลื่นในการดึงสายไฟฟ้า ตัวหล่อลื่นจะต้องเป็นชนิดที่ผลิตสำหรับการนี้โดยเฉพาะ
6) การต่อเชื่อมสายไฟฟ้าใน PULL BOX หรือ HAND HOLE ซึ่งมีความชื้นหรือน้ำแช่ให้ใช้ COMPOUND ของ 3M ต่อเชื่อมให้เป็นเนื้อเดียวกัน และพันด้วยเทปซึ่งผลิตสำหรับใช้ในการนี้โดยเฉพาะ
7) COLOUR CODE ของสายไฟทั่วไป (ยกเว้นสายไฟทนไฟ) ให้ใช้ ดังต่อไปนี้

PHASE A	สีน้ำตาล
PHASE B	สีดำ
PHASE C	สีเทา
NEUTRAL	สีฟ้า
GROUND	สีเขียวหรือเขียวคาดเหลือง

7.2 การเดินสายสำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุ ดังต่อไปนี้

1) ห้ามให้มีการต่อสายภายในท่อร้อยสาย อนุญาตให้ต่อสายได้ใน MANHOLE หรือ HANDHOLE หรืออุปกรณ์ที่อนุญาตให้ต่อสายได้
2) ให้มีม้วนสายไฟทิ้งไว้ไม่ต่ำกว่า 1 ม. ใน MANHOLE บ่อแรก บ่อสุดท้าย และบ่อที่มีการ TAP สายไฟเข้าอาคารหรือขึ้นเหนือพื้นดิน
3) การต่อสาย (SPLICE) และการเข้าหัวสาย (TERMINATION) จะต้องดำเนินการ โดยช่างที่มีประสบการณ์และได้รับการอบรมในการต่อสายและเข้าหัวสายจากผู้ผลิตอุปกรณ์
4) ในแต่ละ MANHOLE หรือ HANDHOLE ให้ทำเครื่องหมายสาย (IDENTIFIED WIRE MARKER) ด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน สำหรับรายละเอียดการกำหนดหมายเลขสายให้เสนอขออนุมัติต่อ ผู้ควบคุมงาน หรือ ตัวแทนผู้ว่าจ้าง
5) ก่อนการดึงสายให้ทำความสะอาดท่อด้วย FLEXIBLE CLEANER ที่ทำด้วยไม้ (WOOD) เพื่อไม่ให้มีเศษวัสดุที่อาจจะทำให้คุณสมบัติของสายไฟเสียหายและต้องทดสอบด้วย DUMMY ที่ทำด้วยไม้ ขนาดและรูปแบบของ FLEXIBLE CLEANER และ DUMMY เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ
6) ในกรณีที่เดินสายไฟบน CABLE RACK หรือ CABLE TRAY จะต้องมีการผูกรัดสายกับวัสดุที่ติดตั้งขวาง (TRANSVERSE MEMBER) กับการเดินสายให้แน่นเพื่อป้องกันสายไฟกระเด็นในกรณีเกิดการลัดวงจร

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-8
อุปกรณ์เดินสายไฟ
Raceway

1. ทั่วไป

1.1 ท่อร้อยสายชนิด RSC และ IMC สามารถติดตั้งใช้งานภายนอก เดินใต้ดิน ฝังในพื้นคอนกรีต เสาคอนกรีต คอนกรีตทับหน้า และในพื้นที่เปียกชื้น

1.2 ท่อร้อยสายชนิด EMT สามารถติดตั้งใช้งานในบริเวณแห้งหรือหรือเดินซ่อนในฝ้า

1.3 ข้อต่อ (FITTING) ของท่อร้อยสายจะต้องเป็นเหล็กชุบสังกะสีชนิดจุ่มร้อน (HOT DIP GALVANIZED STEEL) ทั้งภายในและภายนอก หรือตามมาตรฐานการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์

1.4 ท่อร้อยสายที่ใช้งานต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ½”

2. ท่อร้อยสายโลหะชนิด RSC และ IMC

2.1 ท่อร้อยสายชนิด RSC, IMC และข้อต่อ ทำมาจากเหล็กชุบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก ผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.1-1983 หรือ UL6 หรือ มอก. 770-2533 สำหรับท่อ RSC และผลิตตามมาตรฐาน UL1242 สำหรับท่อ IMC ตัวท่อทำด้วยเหล็ก HEAVY GAUGE ปลายทั้งสองข้างของท่อต้องทำเกลียว รอยเชื่อมตลอดทั้งแนวต้องได้รับการป้องกันสนิม

2.2 ท่อ RSC และ IMC จะต้องทำเกลียวที่ปลายทั้งสองด้านตามมาตรฐาน ANSI B1.20.1-1983 และ ANSI B2.1-1968 ตามลำดับ หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

3. ท่อร้อยสายโลหะชนิด EMT

3.1 ท่อร้อยสาย EMT ทำมาจากเหล็กชุบสังกะสี ตามมาตรฐาน ANSI C80.3-1983 หรือ UL 797 หรือ มอก. 770-2531 หรือเทียบเท่า

3.2 ข้อต่อทำจากเหล็กชุบสังกะสี ยึดติดกับท่อด้วยสกรู

4. ท่อร้อยสายท่ออ่อน (FLEXIBLE CONDUIT)

4.1 เป็นท่ออ่อนทำจากเหล็กชุบสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า

4.2 ขนาดท่อที่ใช้งานต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า ½"

5. ท่อร้อยสายอโลหะชนิด HDPE

5.1 ผลิตจากวัสดุโพลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าและทนทานต่อสภาพความเป็นกรด-ด่าง ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 982-2533 DIN 8074/8075 หรือมาตรฐานการไฟฟ้าและมี CLASS PN6 เป็นอย่างน้อย

5.2 ผิวภายในท่อเรียบมันมีความฝืดต่ำและผิวด้านนอกเรียบและคาดสีส้ม

5.3 ใช้ติดตั้งภายนอกอาคารหรือฝังดินโดยตรง

5.4 การเชื่อมต่อระหว่างท่อนให้มี COUPLING และทากาวด้านใน หรือใช้การต่อแบบปากแตรสวมกับท่อนตรง

6. รางเดินสาย (WIREWAY)

รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรอง

6.1 มาตรฐานสากล ISO9001: 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรางเดินสายไฟแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ๆ เห็นได้ชัดเจน

6.2 มาตรฐานการผลิตรางเดินสายให้กำหนดมาตรฐาน BS 4678 (class 2), NEMA No.VE1

6.3 การติดตั้งรางเดินสายและจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท. (EIT 2001-56)

6.4 รางเดินสายต้องผลิตจากเหล็กมาตรฐานชนิด GALVANIZED STEEL SHEET

TYPE WG (WxHxL)	Minimum nominal Thickness of body With return flange (mm)	Minimum nominal Thickness of cover (mm)
WG 75 x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100 x75x2440	T = 1.0	T = 1.0
WG 100 x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WG 150 x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WG 200 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 250x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 300 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 350 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 400 x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WG 450x100x2440	T = 1.6	T = 1.6

TYPE WG (WxHxL)	Minimum nominal Thickness of body With return flange (mm)	Minimum nominal Thickness of cover (mm)
WG 500 x100x2440	T = 2.0	T = 1.6

STANDARD LENGTH: 2440 mm.

6.5 การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1440 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

7. รางเคเบิ้ล (CABLE LADDER AND CABLE TRAY)

รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001; 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ๆเห็นได้ชัดเจน

7.1 การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท. (EIT 2001-56) และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA

7.2 รางเดินสาย CABLE LADDER จะต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธี Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น Epoxy / Polyester ความหนาสี 60 - 80 Micron

7.2.1 ด้านข้าง (SIDERAIL) สูง100mm.ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E - SHAPE) ความหนาเหล็กดังนี้

- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm
- ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

7.2.2 ลูกขั้น (RUNG) ขนาด 40 x 20 mm. ด้านตัดเป็นรูปตัว ซี (C – SHAPE) เพื่อการรับน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนด

- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm
- ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

7.2.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.

7.3 รางเดินสาย (CABLE TRAY) ต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี โดยวิธี Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น Epoxy / Polyester ความหนาสี 60 - 80 Micron

7.3.1 โดยมีขอบด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 mm.เป็นรูปตัวอี (E - SHAPE)

- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm.
- ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm

7.3.2 ด้านพื้น (BOTTOM PLATE) เป็นโลหะลูกฟูกมีรูระบายอากาศ

(VENTILATED AND CORRUGATED)ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ทั้งหมด

- ความหนาเหล็ก 1.2 mm. สำหรับความกว้าง 200 – 500 mm.
- ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 600 – 1000 mm.

7.3.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.

7.4 รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง SUPPORT (SPAN) เท่ากับ 2.0 m. ไม่น้อยกว่า 200 kg/m ที่ UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยวและ ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน NEMA VE 1 Class 8 C โดยได้รับการับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ภายในประเทศ

7.5 ขนาดมาตรฐานความกว้าง (WIDTH) ของรางเดินสายต้องเป็นความกว้างระหว่าง 200 – 1000 mm

7.6 การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตราฐาน ISO 7253 มากกว่า 1000 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

8 กล่องต่อสาย (BOXES)

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่อง สวิทซ์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box)

8.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanize และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร หรือโพลีคาร์บอเนต

8.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanize และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

8.3 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้า-ออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสาย หรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามมาตรฐาน วสท.

8.4 กล่องต่อสายทุกชนิด และทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกล่องต่อสาย

9. การติดตั้ง

9.1 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) และตามรายละเอียดที่ได้ระบุ ดังต่อไปนี้

1) แนวท่อร้อยสายไฟฟ้าที่แสดงในแบบ เป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้น การติดตั้งต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร และสภาพพื้นที่ของโครงการ
2) การต่อท่อชนิด EMT ให้ใช้ข้อต่อ (COUPLING) และข้อต่อยึด (CONNECTOR) ต่อให้แน่น กรณีฝังในผนังอิฐก่อ หรือเดินภายนอกอาคารให้ใช้ชนิด CONCRETETIGHT หรือ RAINTIGHT กรณีเดินในฝ้าเพดาน หรือเดินลอยภายในอาคารใช้ชนิด SCREWTIGHT
3) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่เดินซ่อนในฝ้าเพดาน จะต้องแนบอยู่ใต้พื้น SLAB หรือโครงหลังคาห้ามเดินวางบนฝ้าเพดาน ห้อยจากพื้น SLAB หรือโครงหลังคา
4) การยึดท่อร้อยสายไฟฟ้า (CONDUIT SUPPORT) ท่อที่เดินลอยจะต้องมี CONDUIT STRAP อย่างหนาทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร ในกรณีติดตั้งท่อร้อยสายในบริเวณเดียวกัน หรือแนวเดียวกันมากกว่า 3 เส้น ให้ติดตั้งบนรางซีและให้มีระยะห่างระหว่างผิวท่ออย่างต่ำ 1 นิ้ว
5) การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ให้ใช้ FLEXIBLE CONDUIT มีความยาวไม่น้อยกว่า 0.3 เมตร แต่ไม่เกิน 1.00 เมตร กรณีอุปกรณ์เหล่านั้นอยู่ใกล้น้ำ หรือภายนอกอาคารต้องใช้ FLEXIBLE CONDUIT ชนิด LIQUID TIGHT
6) การติดตั้งท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสาย หรือเครื่องประกอบการเดินท่อ หรือตู้ควบคุมต้องจัดให้มี LOCK NUT หรือ BUSHING ขันยึดให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายชำรุด กรณีรูของ LOCK NUT ใหญ่กว่าท่อ ต้องใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องว่างระหว่างท่อกับฝาของกล่องต่อสาย ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดด้วยฝาพลาสติก
7) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้ในขณะก่อสร้าง เพื่อรอการร้อยสายไฟฟ้าต้องอุดปลายท่อด้วยจุกพลาสติกที่มีขนาดพอดีกับท่อ ห้ามใช้กระดาษ หรือเศษไม้อุดปลายท่อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันวัสดุต่างๆ เข้าไปอยู่ภายในท่อ จะทำให้เกิดปัญหาในการร้อยสายไฟฟ้าภายหลัง
8) ปลายท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ถูกตัดออกต้องลบคม เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชำรุด การทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว ทั้งนี้ท่อโลหะชนิดบาง (EMT) ห้ามทำเกลียว
9) การเดินท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้พยายามเดินในแนว CORRIDOR ให้มากที่สุดและมีแนว ขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร
10) ก่อนนำท่อร้อยสายไฟฟ้าไปติดตั้ง ถ้ามี MOISTURE POCKET ต้องกำจัดออกให้หมดเสียก่อน และท่อที่เสียรูปห้ามนำมาใช้

11) ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น การเดินท่อร้อยสายไฟชนิดโลหะถ้าติดตั้งฝังดินให้ใช้ท่อเหล็กชนิดหนา IMC หรือ RSC และต้องทาด้วย FLINT COAT 2 ชั้น
12) ตัวยึด ตัวแขวนและอุปกรณ์รองรับการเดินท่อ ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด
13) กล่องต่อสายทุกชนิด สำหรับติดตั้งฝังในผนัง ให้ใช้ชนิดชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) ความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

9.2 การติดตั้งรางเดินสายและการเดินสายในรางเดินสาย (WIRE WAY)

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) แนวรางเดินสายที่แสดงในแบบเป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้น การติดตั้งจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร
2) สายไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ใน WIRE WAY จะต้องทำการรัดสายไฟฟ้าแต่ละเฟสของ FEEDER หรือวงจรนั้นๆ เข้าด้วยกันเป็นลักษณะสามเหลี่ยม และมี MARKING SIGN ทุกๆ 20 เมตร หรือในจุดที่มีการต่อเชื่อมสายไฟฟ้า
3) ตัวยึด ตัวแขวนและอุปกรณ์รองรับการติดตั้งรางเดินสาย ให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

9.3 การติดตั้งรางเคเบิลและการเดินสายในรางเคเบิ้ล (CABLE TRAY)

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) แนวรางเคเบิ้ลที่แสดงในแบบเป็นเพียง DIAGRAM เท่านั้น การติดตั้งจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของอาคาร
2) สายไฟฟ้าที่ติดตั้งในรางเคเบิล จะต้องทำการรัดสายไฟแต่ละเฟสของ FEEDER หรือ วงจรนั้นๆ เข้าด้วยกันเป็นลักษณะสามเหลี่ยมและแต่ละ FEEDER ให้มีระยะห่างประมาณ 2.15 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเคเบิล รวมทั้งให้มี MARKING SIGN ทุกๆ 20 ม.หรือในจุดที่มีการต่อเชื่อมสายไฟฟ้า
3) ตัวยึด ตัวแขวน และอุปกรณ์รองรับการติดตั้งรางเคเบิลให้ใช้เหล็กชุบสังกะสีทั้งหมด

9.4 การติดตั้งกล่องสำหรับงานไฟฟ้า (BOX)

กล่องสำหรับงานไฟฟ้า ได้แก่ กล่องต่อสายไฟของสวิทช์ หรืออุปกรณ์กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย กล่องแยกสาย และกล่องอื่นๆ ที่ติดตั้ง เพื่อวัตถุประสงค์ในการเดินสาย การติดตั้งให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ วสท. (EIT 2001-56) บทที่ 5 และตามรายละเอียดที่ได้ระบุดังต่อไปนี้

1) ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบ เป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้าง รับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดและติดตามการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมแบบของงานสถาปัตย์ และแบบของผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยละเอียด เพื่อสามารถกำหนดตำแหน่ง BOXES ได้ถูกต้อง ในกรณีที่ แบบ ไม่ได้แสดงไว้และมีความจำเป็นต้องติดตั้ง ผู้รับจ้าง ต้องจัดหาและติดตั้งให้เรียบร้อยสมบูรณ์
2) กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีการต่อลงดิน
3) กล่องต่อสายทุกกล่องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ
4) การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย LOCKNUT และ BUSHING
5) กล่องต่อสายต้องเลือกใช้ และติดตั้งตามสภาวะการใช้งาน และสภาวะแวดล้อม
6) กล่องต่อสายวงจรไฟฟ้าปกติ (NORMAL SUPPLY) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (EMERGENCY SUPPLY)
7) รู KNOCK-OUT ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ หรือเปลี่ยน BOX เสียใหม่
8) JUNCTION, OUTLET และ PULL BOX ทุกตัว จะต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าไปดำเนินการตรวจซ่อมแซมตัว BOX เอง หรือสายไฟฟ้าได้ตลอดเวลา ภายหลังเมื่อเปิดใช้งานอาคารแล้ว
9) การติดตั้ง BOX ให้ระมัดระวังอย่าให้ติดกับท่อน้ำ ท่อส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศ หรือสิ่งกีดขวางสิ่งใด
10) COLOUR CODE กล่องต่อสายทุกกล่อง ต้องทาสีภายในกล่องและฝากล่องเหมือนกับ COLOUR CODE ของท่อร้อยสายไฟ

มาตรฐานการก่อสร้างหมายเลข 7-9
การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
Painting and Color Code

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ในผิวงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูด ขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

1.2 ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

1) ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำหนิต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดครบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

2) กรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็กให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสีให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดครบไขมันและฝุ่นออก ก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลืองให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละขั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีขั้นต่อๆ ไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วน คือ

1) สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
2) สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ให้เป็นไปตามระบุในตาราง

ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
- BLACK STEEL PIPE - BLACK STEEL HANGER & SUPPORT - BLACK STEEL SHEET - SWITCHBOARD, PANEL BOARD ซึ่งทำจาก BLACK STEEL SHEET	ชั้นที่ 1 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
- GALVANIZED STEEL PIPE - GALVANIZED STEEL HANGER & SUPPORT - GALVANIZED STEEL SHEET ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 ZINC CHROMATE PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
- CAST IRON PIPE รวมถึงท่อใต้ดิน	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY
- PVC PIPE - PLASTIC PIPE	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATE RUBBER	ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATE RUBBER
- COPPER TUBE - STAINLESS STEEL PIPE/SHEET - ALUMINUM PIPE/SHEET - LIGHT ALLOY - LEAD - CONDUIT CLAMP	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY
- CLOSED CELL INSULATION ใช้แถวสีแดง รหัสสี		

หมายเหตุ *:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขัดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า*

4. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

1) ให้แสดงรหัสสีที่ CLAMP ของท่อร้อยสาย
2) รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มม. ในตำแหน่งใกล้ๆ กับกล่องต่อแยกสาย
3) ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายให้ทาสีหรือพ่นสีตามรหัสและมีอักษรสัญลักษณ์กำกับ
4) กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตาราง

ตารางรหัสสีและสัญลักษณ์งานระบบไฟฟ้า

ลำดับ	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าสำคัญ	E	เหลือง	แดง
3.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าสำคัญมาก (วงจรช่วยชีวิต)	V	เหลือง	แดง
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	แดง
5.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	S	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบ AV	AV	ขาว	ดำ
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์รวม	MA	ขาว	ดำ

ลำดับ	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรทัศน์วงจรปิด	SS	น้ำเงิน	ดำ
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SEC	น้ำเงิน	ดำ
10.	ท่อ-ราง สายสัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า	CL	น้ำตาล	ดำ
11.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดพลังงาน (BAS)	BAS	ฟ้า	ดำ
12.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
13.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP	ดำ	ขาว
14.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ	-	เทาเข้ม	-
15.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
16.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL	-	งาช้าง	แดง

ภาคผนวก

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง

มยผ. 1101-52

มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานโครงสร้างของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างทั่วไป เช่น บ้าน โรงเรือน คลังสินค้า กำแพงกันดิน และอาคารชลประทาน นอกจากแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานจะระบุเป็นอย่างอื่น

1.2 งานคอนกรีตในมาตรฐานนี้จำกัดเฉพาะคอนกรีตมาตรฐานทั่วไปทั้งประเภทเสริมเหล็กและไม่เสริมเหล็ก สำหรับคอนกรีตคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ เช่น คอนกรีตมวลเบา คอนกรีตไหลเข้าแบบง่าย คอนกรีตกำลังสูง หรือคอนกรีตที่ไม่สามารถใช้วิธีการออกแบบส่วนผสมโดยวิธีธรรมดา มาตรฐานนี้อาจไม่ครอบคลุมคุณสมบัติของคอนกรีตดังกล่าวได้ทั้งหมด

1.3 มาตรฐานนี้ระบุไว้เพื่อให้การก่อสร้างอาคารและส่วนต่างๆ ของอาคารคอนกรีต อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นไปตามหลักวิชาการ เกิดความประหยัด มีความมั่นคงแข็งแรงและความคงทน

1.4 มาตรฐานนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก และใช้ค่าการแปลงหน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรงเท่ากับ 9.806 นิวตัน

2. นิยาม

"คอนกรีต" หมายถึง วัสดุที่ประกอบขึ้นด้วยส่วนผสมของวัสดุประสาน เช่น ซีเมนต์หรือซีเมนต์ผสมวัสดุพอซโซลาน เป็นต้น มวลรวมละเอียด เช่น ทราย เป็นต้น มวลรวมหยาบ เช่น หินหรือกรวด เป็นต้น และน้ำ โดยมีหรือไม่มีสารผสมเพิ่ม

"คอนกรีตเสริมเหล็ก" หมายถึง คอนกรีตที่มีเหล็กเสริมฝังภายในโดยที่คอนกรีตและเหล็กเสริมทำงานร่วมกันในการต้านทานแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้น

"คอนกรีตอัดแรง" หมายถึง คอนกรีตที่มีเหล็กเสริมอัดแรงฝังภายในที่ทำให้เกิดหน่วยแรงโดยมีขนาดและการกระจายของหน่วยแรงตามต้องการเพื่อที่จะหักล้างหรือลดหน่วยแรงอันเกิดจากน้ำหนักบรรทุก

"มวลรวม" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดโตตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ขึ้นไป

"มวลรวมหยาบ" หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดโตกว่า 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

"มวลรวมละเอียด" หมายถึงว่า วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดโตตั้งแต่ 0.075 ถึง 4.75 มิลลิเมตร

"มวลรวมแปรใช้ใหม่" หมายถึง มวลรวมซึ่งเป็นผลมาจากการบดคอนกรีตเพื่อนำเอามวลรวมในคอนกรีตนั้นกลับมาใช้ใหม่

"ซีเมนต์พอร์ตแลนด์" หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผง ได้จากการบดปูนเม็ดกับแคลเซียมซัลเฟตรูปใดรูปหนึ่งหรือหลายรูป และมีคุณลักษณะเป็นไปตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1

"ซีเมนต์พอร์ตแลนด์พอซโซลาน" หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผสมอย่างสม่ำเสมอระหว่างซีเมนต์พอร์ตแลนด์กับพอซโซลานละเอียด โดยการบดปูนเม็ดของซีเมนต์พอร์ตแลนด์กับพอซโซลาน หรือการผสมซีเมนต์พอร์ตแลนด์กับพอซโซลานที่บดละเอียด หรือทั้งการบดและการผสม

"ซีเมนต์ผสม" หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเติมวัสดุเฉื่อย เช่น ทราย หรือหินปูน และอื่นๆ ลงไปบดพร้อมกันกับการบดปูนเม็ดของซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง และมีคุณลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 80

"ระยะหุ้ม" หมายถึง ระยะสั้นที่สุดระหว่างผิวเหล็กเสริมกับผิวของคอนกรีต

"แร่ผสมเพิ่ม (Mineral Admixtures)" หมายถึง แร่ที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดที่เติมลงไปในส่วนผสมคอนกรีตเพื่อปรับปรุงความสามารถในการใช้งาน เช่น เพิ่มกำลัง เพิ่มความทนทาน หรือทดแทนปริมาณซีเมนต์ได้บางส่วน เป็นต้น

"สารเคมีผสมเพิ่ม (Chemical Admixtures)" หมายถึง สารเคมีที่ใช้ผสมในคอนกรีต ไม่ว่าจะผสมในน้ำผสมคอนกรีตก่อนการผสมคอนกรีต หรือผสมในขณะที่ผสมคอนกรีต หรือผสมก่อนการเทคอนกรีต เพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางประการของคอนกรีต เช่น เพิ่มความสามารถในการทำงาน เพิ่มกำลัง หน่วงหรือเร่งการแข็งตัว เป็นต้น

"สารผสมเพิ่ม (Admixtures)" หมายถึง สารใดๆ นอกเหนือไปจากซีเมนต์ น้ำและมวลรวม อันใช้เติมลงไปในส่วนผสมของคอนกรีตไม่ว่าก่อนหรือกำลังผสม เพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพคอนกรีตให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ

"กำลังอัดประลัยของคอนกรีต" หมายถึง กำลังอัดสูงสุดตามแกนยาวที่แท่งคอนกรีตทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร สามารถรับได้ หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นกำลังอัดดังกล่าวในมาตรฐานนี้ ให้ใช้กำลังอัดประลัยที่อายุ 28 วันเป็นเกณฑ์

"เหล็กเสริม" หมายความว่า เหล็กที่ใช้ฝังในเนื้อคอนกรีตเพื่อเสริมกำลังขึ้น

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

3.1.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2549) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

3.1.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1103: มาตรฐานเหล็กเสริมคอนกรีต

3.1.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1201: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดคละของมวลรวม

3.1.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1202: มาตรฐานการทดสอบหาความต้านทานต่อการสึกกร่อนของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องทดสอบลอสแองเจลิส

3.1.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1203: มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปนใน

3.1.6 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1204: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (ความถ่วงจำเพาะ) และค่าการดูดซึมของมวลรวมหยาบ

3.1.7 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1205: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (ความถ่วงจำเพาะ) และค่าการดูดซึมของมวลรวมละเอียด

3.1.8 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1206: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความชื้นของมวลรวม

3.1.9 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1207: มาตรฐานการทดสอบหาดินเหนียวและวัสดุร่วนในมวลรวม

3.1.10 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1208: มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการเก็บรักษา

3.1.11 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1209: มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต

3.1.12 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.1210: มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต

3.1.13 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1212: มาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต

3.1.14 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1: ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ (มาตรฐานบังคับ)

3.1.15 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 80: ปูนซีเมนต์ผสม

3.1.16 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 213: คอนกรีตผสมเสร็จ

3.1.17 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 733: สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต

3.1.18 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 849: ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน

3.1.19 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 850: ปอซโซลาน

3.1.20 ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีตของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท. 1014)

3.1.21 มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลังของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท. 1008)

3.1.22 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM E 119 : Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials

3.1.23 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM 1218/C 1218M : Standard Test Method for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete

3.2 ยกเว้นกฎกระทรวงฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2540)ฯ ตามข้อ 3.1.1 และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1 ตามข้อ 3.1.7 หากจะนำมาตรฐานอื่นมาใช้นอกเหนือจากที่ระบุในข้อ **3.1** มาตรฐานดังกล่าวต้องได้รับ

การรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคารหรือสภาวิศวกร หรือจัดทำโดยส่วนราชการ หรือจัดทำโดยสมาคมวิชาชีพที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคาร

3.3 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้ขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้จะต้องไม่ขัดกับกฎกระทรวงฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2540)ฯ ตามข้อ 3.1.1 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1 ตามข้อ 3.1.14 ซึ่งเป็นข้อกำหนดหลัก

4. ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้าง

4.1 ซีเมนต์ ซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้าง แบ่งเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

4.1.1 ซีเมนต์พอร์ตแลนด์ คุณลักษณะของซีเมนต์พอร์ตแลนด์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1: ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

4.1.1.1 ประเภท 1 (Type I) เป็นซีเมนต์พอร์ตแลนด์ธรรมดา สำหรับใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างทั่วไป

4.1.1.2 ประเภท 2 (Type II) เป็นซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่ให้ความร้อนปานกลางขณะทำปฏิกิริยากับน้ำหรือเมื่อต้องการความทนซัลเฟตปานกลาง

4.1.1.3 ประเภท 3 (Type III) เป็นซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่ให้ค่ากำลังอัดสูงได้เร็ว สำหรับใช้ในงานคอนกรีตที่ต้องการให้รับน้ำหนักเร็ว หรืองานต้องการถอดแบบเร็วในช่วงแรก

4.1.1.4 ประเภท 4 (Type IV) เป็นซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่ให้ความร้อนต่ำขณะทำปฏิกิริยากับน้ำ สำหรับใช้ในงานเทคอนกรีตเป็นปริมาณมาก เช่น งานคอนกรีตหลา (Mass Concrete)

4.1.1.5 ประเภท 5 (Type V) เป็นซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่ใช้เมื่อต้องการความทนซัลเฟตสูง เช่น งานคอนกรีตสัมผัสน้ำใต้ดินหรือน้ำเสียที่มีปริมาณซัลเฟตสูง

ซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมด ถ้าแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้กำหนดว่าเป็นซีเมนต์ประเภทใด ให้ถือว่าเป็นซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภท 1

4.1.2 ซีเมนต์ผสม ใช้สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างขนาดเล็ก โครงสร้างชั่วคราว หรือโครงสร้างที่รับน้ำหนักไม่มาก ที่กำหนดให้รับกำลังอัดประลัยของคอนกรีตไม่เกิน 10.2 เมกาปาสกาล(100 กก./ตร.ซม.) หรือใช้สำหรับผสมทำปูนก่อและปูนฉาบ คุณลักษณะของซีเมนต์ผสมให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 80: มาตรฐานปูนซีเมนต์ผสม

4.1.3 ซีเมนต์พอร์ตแลนด์พอซโซลาน ใช้สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ เช่น ต้องการความทนซัลเฟต คุณสมบัติและปริมาณของพอซโซลานเป็นให้ไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 849: มาตรฐานปูนซีเมนต์พอซโซลาน

4.2 มวลรวมละเอียด

4.2.1 มวลรวมละเอียดที่ใช้ ควรเป็นทรายน้ำจืดหรือทรายบกที่มีเม็ดหยาบ คม แข็งแกร่ง มีความคงตัวเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในส่วนผสมคอนกรีต สะอาด ปราศจากวัสดุอื่นหรือสารอื่นเจือปนในปริมาณที่จะมีผลกระทบต่อกำลังและความคงทนของคอนกรีตและเหล็กเสริม

4.2.2 ในกรณีที่ไม่สามารถหาแหล่งทรายน้ำจืด หรือทรายบก สามารถใช้ทรายทะเลผสมคอนกรีตได้ ต้องทดสอบไม่ให้ปริมาณคลอไรด์ไอออนเกินกว่าร้อยละ 0.02 ของน้ำหนักทรายแห้ง หรือเกินกว่าร้อยละ 0.03 ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (*NaCl*) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณคลอไรด์ไอออนรวมในคอนกรีตจะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 8: ชนิดของงานก่อสร้างและปริมาณคลอไรด์ไอออนที่ยอมให้

4.2.3 ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างควรจะมีค่ามอดุลัสความละเอียด (Fineness Modulus) ตั้งแต่ 2.15 ถึง 3.45 แต่หากไม่อยู่ในช่วงดังกล่าว จะต้องทำการทดลองส่วนผสมเพื่อยืนยันความสามารถในการเทได้และกำลังของคอนกรีต

4.2.4 ทรายที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มยผ.1201 ถึง มยผ.1209

4.3 มวลรวมหยาบ

4.3.1 มวลรวมหยาบที่ใช้ต้องเป็นหินหรือกรวดที่แข็งแกร่ง ทนทาน ไม่ผุ มีความคงตัวเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับด่างในซีเมนต์ สะอาด ปราศจากวัสดุอื่นและสารอื่นเจือปนในปริมาณที่จะมีผลกระทบต่อกำลังและความคงทนของคอนกรีตและเหล็กเสริม

4.3.2 มวลรวมจะต้องมีส่วนคละและรูปร่างที่เหมาะสม

4.3.3 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของงานก่อสร้างและขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

(ข้อ 4.3.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด
1) ฐานราก เสา และคาน	40
2) ผนังที่มีความหนาตั้งแต่ 125 มม. ขึ้นไป	40
3) ผนังที่มีความหนาน้อยกว่า 125 มม.	25
4) แผ่นพื้นและครีบ	25

แต่ทั้งนี้จะต้องไม่ใหญ่เกินกว่าร้อยละ 20 ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อ และต้องไม่ใหญ่กว่าร้อยละ 75 ของระยะช่องว่าง (Clear Spacing) ระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด

4.3.4 มวลรวมหยาบที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มยผ.1201 ถึง มยผ.1209

4.3.4 หากต้องการนำมวลรวมแปรใช้ใหม่มาใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับเป็นส่วนผสมในคอนกรีต มวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่จะต้องเป็นไปตาม มาตรฐาน ว.ส.ท. 1014: ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต ว่าด้วยเรื่องมวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่ (Recycled Aggregate)

4.4 น้ำ

4.4.1 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตให้ใช้น้ำประปา

4.4.2 ในกรณีที่หาน้ำประปาไม่ได้ น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำจืดปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตและเหล็กเสริม และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มยผ.1212: มาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต โดยน้ำที่จะนำมาใช้ในการผสมคอนกรีตนั้นจะต้องมีปริมาณสารเจือปนไม่เกินกว่าที่กำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารที่ยอมให้ในน้ำสำหรับผสมคอนกรีต

(ข้อที่ 4.4.2)

หน่วยเป็นส่วนต่อล้านส่วน (PPM)

ชื่อสาร	ปริมาณที่ยอมให้
1) คลอไรด์	
1.1) สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรืองานสะพาน	500
1.2) สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป	1,000
2) ซัลเฟต (SO_4)	3,000
3) ด่าง ($Na_2O + 0.658K_2O$)	600
4) สารแขวนลอย	50,000

4.5 สารผสมเพิ่ม

4.5.1 แร่ผสมเพิ่ม (Mineral Admixtures) การใช้แร่ผสมเพิ่มประเภทสารพอซโซลาน เช่น เถ้าลอย ซิลิกาฟูม ก่อนนำไปใช้จะต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง เช่น ส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ เป็นต้น ส่วนแร่ผสมเพิ่มอื่นๆ ให้มีการตรวจสภาพคุณสมบัติจำเป็นที่เกี่ยวข้อง

4.5.2 สารเคมีผสมเพิ่ม (Chemical Admixtures)

4.5.2.1 สามารถใช้สารเคมีผสมเพิ่มปรับปรุงคุณสมบัติบางประการของคอนกรีตได้ เช่น

(1) สารลดน้ำ (Water Reducers หรือ Plasticizers) เพื่อลดปริมาณน้ำต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีต โดยที่ความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตคงเดิม หรือเพื่อเพิ่มความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตโดยคงปริมาณน้ำต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีตไว้

(2) สารเร่งการแข็งตัว (Accelerators) เพื่อลดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตให้สั้นลง

(3) สารหน่วงการแข็งตัว (Retarders) เพื่อยืดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตให้ยาวนานขึ้น

4.5.2.2 สารเคมีผสมเพิ่มจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 733 : สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต

4.5.2.3 การใช้สารเคมีผสมเพิ่มที่มีส่วนประกอบของคลอไรด์อยู่ด้วยนั้น ปริมาณของคลอไรด์ไอออนที่ละลายน้ำได้ (Water-Soluble Chloride Ion) ในเนื้อคอนกรีตที่มีอายุระหว่าง 28 ถึง 42 วันจะต้องไม่เกินกว่าค่าในตารางที่ 8: ชนิดของงานก่อสร้างและปริมาณคลอไรด์ไอออนที่ยอมให้

4.5.2.4 การใช้สารเคมีผสมเพิ่มมากกว่า 1 ชนิดในส่วนผสมเดียวกันจะต้องคำนึงถึงผลที่มีต่อกันของสารเคมีผสมเพิ่มแต่ละชนิดด้วย ดังนั้นจึงควรปรึกษาผู้ผลิตหรือทำการทดลองผสมก่อนตัดสินใจใช้

4.5.2.5 การใช้สารเคมีผสมเพิ่มผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายละเอียดส่วนประกอบหลักทางเคมี ข้อแนะนำในการใช้ รวมถึงปริมาณสูงสุดที่จะใช้ แต่หากไม่มีรายละเอียดดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องทดลองผสมและทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีต เช่น ความสามารถในการเท กำลังที่ระยะต้น กำลังที่ระยะยาว และความคงทน เป็นต้น และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนนำไปใช้

4.6 คอนกรีต คอนกรีตที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้าง แบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

4.6.1 คอนกรีตทั่วไป (Normal Concrete) เป็นคอนกรีตที่ได้จากการผสมซีเมนต์พอร์ตแลนด์หรือซีเมนต์พอร์ตแลนด์พอซโซลานกับมวลรวมและน้ำตามที่ได้ออกแบบไว้ด้วยเครื่องผสม โดยแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 และหากไม่มีการกำหนดเป็นอย่างอื่น คอนกรีตที่ใช้ในโครงสร้างทั่วไปให้ใช้ชนิด ค1

4.6.2 คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready-Mixed Concrete) เป็นคอนกรีตที่ได้จากการผสมมาจากโรงงาน หรือโดยรถผสมคอนกรีตและส่งจนถึงสถานที่ก่อสร้าง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 213: มาตรฐานคอนกรีตผสมเสร็จ

4.6.3 คอนกรีตที่ใช้ซีเมนต์ผสม (Mixed-Cement Concrete) เป็นคอนกรีตที่ได้จากการผสมซีเมนต์ผสมกับมวลรวมและน้ำตามที่ได้ออกแบบไว้ด้วยเครื่องผสม หรือผสมด้วยมือในกระบะ

ตารางที่ 3 ชนิดของคอนกรีต และค่าแรงอัดประลัยต่ำสุด

(ข้อ 4.6.1)

หน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กก./ตร.ซม.)

ชนิดของคอนกรีต	กำลังอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานที่อายุ 28 วัน	
	ลูกบาศก์ 150×150×150 มม.	ทรงกระบอก ∅ 150×300 มม.
ค1	18.6 (190)	14.7 (150)
ค2	20.6 (210)	17.7 (180)
ค3	23.5 (240)	20.6 (210)
ค4	27.5 (280)	23.5 (240)
ค5	31.4 (320)	27.5 (280)
ค6	34.3 (350)	29.4 (300)
ค7	37.3 (380)	31.4 (320)
ค8	39.2 (400)	34.3 (350)
ค9	41.2 (420)	37.3 (380)
ค10	44.1 (450)	39.2 (400)
ค11	49.1 (500)	44.1 (450)

4.7 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต คุณลักษณะให้เป็นไปตาม มยผ. 1103 : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

5. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

ในการก่อสร้างจะต้องมีการควบคุณภาพของคอนกรีตทุกขั้นตอนเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการเตรียมวัสดุ การกำหนดส่วนผสม การผสม การลำเลียง การเท การทำให้แน่น การบ่ม และอื่นๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคอนกรีตที่มีความแข็งแรงและคงทนตามที่ต้องการ

ในกรณีที่แบบและรายละเอียดการก่อสร้างไม่ได้ระบุลักษณะความคงทนไว้ และโครงการก่อสร้างอยู่ในพื้นที่หรือเงื่อนไขที่จะต้องพิจารณาความคงทนของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กให้มีอายุการใช้งานที่ไม่ต้องการซ่อมแซมไม่น้อยกว่า 25 ปี ให้พิจารณาลักษณะของความคงทนตามลักษณะงานก่อสร้างและสภาพแวดล้อมเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องคำนึงถึงตามลักษณะงานก่อสร้างและสภาพแวดล้อมของโครงสร้าง

ลักษณะของงานก่อสร้างและสภาพแวดล้อม	ลักษณะของความคงทนที่ต้องพิจารณา
1. งานก่อสร้างที่สัมผัสน้ำจืด	
ก) ใต้น้ำ	ไม่มี
ข) เผชิญวัฏจักร เปียกสลับแห้ง	การเป็นสนิมของเหล็กเสริม
ค) บรรยากาศบริเวณที่สัมผัสละอองน้ำได้	การต้านทานคาร์บอเนชั่นหรือการเป็นสนิมของเหล็กเสริม
2. งานก่อสร้างที่สัมผัสน้ำกร่อย	
ก) ใต้น้ำ	การต้านทานซัลเฟตและคลอไรด์
ข) เผชิญวัฏจักร เปียกสลับแห้ง	การต้านทานคลอไรด์
ค) บรรยากาศบริเวณที่สัมผัสละอองน้ำได้	การต้านทานคาร์บอเนชั่น หรือการต้านทานคลอไรด์
3. งานก่อสร้างที่สัมผัสน้ำทะเล	
ก) ใต้น้ำ	การต้านทานซัลเฟตและคลอไรด์
ข) เผชิญวัฏจักร เปียกสลับแห้ง	การต้านทานคลอไรด์
ค) บรรยากาศบริเวณที่สัมผัสละอองน้ำได้	การต้านทานคลอไรด์ และการต้านทานคาร์บอเนชั่น
4. งานก่อสร้างที่สัมผัสน้ำเสีย	การต้านทานกรดซัลฟุริก และการต้านทานซัลเฟต
5. งานก่อสร้างใต้ดิน	การต้านทานซัลเฟต
6. โครงสร้างที่ติดผิวดิน (เช่น ตอม่อ คานคอดิน เป็นต้น)	
ก) เผชิญคลอไรด์	การเป็นสนิมของเหล็กเสริม และการต้านทานคลอไรด์
ข) ไม่เผชิญคลอไรด์	การเป็นสนิมของเหล็กเสริม
7. โครงสร้างที่สัมผัสบรรยากาศภายนอก (เผชิญกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)	การต้านทานคาร์บอเนชั่น
8. งานก่อสร้างในบรรยากาศที่ต้องคำนึงถึงการหดตัวแบบแห้ง (มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 100%)	การแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้ง

ตารางที่ 4 (ต่อ) คุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องคำนึงถึงตามลักษณะงานก่อสร้างและสภาพแวดล้อมของโครงสร้าง

ลักษณะของงานก่อสร้างและสภาพแวดล้อม	ลักษณะของความคงทนที่ต้องพิจารณา
9. งานก่อสร้างคอนกรีตหลา เช่น เขื่อน ฐานรากขนาดใหญ่ และโครงสร้างที่มีความหนามาก	การแตกร้าวเนื่องจากอุณหภูมิ
10. ชิ้นส่วนบางต่อเนื่องที่มีการยึดรั้ง	การแตกร้าวเนื่องจากการหดตัว
11. ลักษณะของงานคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่ำหรือมีความทึบน้ำสูง	การหดตัวแบบออโตจีเนียส
12. งานก่อสร้างที่สัมผัสสารเคมีอื่น	ความสามารถในการต้านสารเคมีที่เกี่ยวข้อง

หากโครงสร้างคอนกรีตได้รับการเคลือบผิวในด้านที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อม เช่น เคลือบผิวด้วยอีพ็อกซี่ ฉาบปูน ติดกระเบื้อง หรือทาสี โดยมีการบำรุงรักษาวัสดุเคลือบผิวเป็นอย่างดีในช่วงการใช้งานโครงสร้าง จะทำให้โครงสร้างคอนกรีตที่ได้รับการเคลือบผิวนั้น และอยู่ในลักษณะงานก่อสร้างและสภาพแวดล้อมที่ 1 ถึงที่ 8 ที่ 11 และที่ 12 มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น

5.1 การเตรียมวัสดุ

5.1.1 ซีเมนต์

5.1.1.1 ซีเมนต์ที่ใช้ต้องบรรจุถุงเรียบร้อย หรือเป็นซีเมนต์ที่เก็บในภาชนะบรรจุของบริษัทผู้ผลิต

5.1.1.2 ซีเมนต์บรรจุถุง ต้องเก็บไว้บนพื้นที่ยกสูงกว่าพื้นดินอย่างน้อย 30 เซนติเมตร ในโรงที่มีหลังคาคลุม และมีฝากั้นกันฝนได้ดี

5.1.1.3 ห้ามใช้ซีเมนต์เสื่อมคุณภาพ เช่น ซีเมนต์ซึ่งแข็งตัวจับกันเป็นก้อน เป็นต้น

5.1.1.4 ซีเมนต์ที่ถูกเก็บไว้นานควรจะได้รับการทดสอบคุณภาพก่อนนำไปใช้

5.1.1.5 ในโครงสร้างชิ้นเดียวกัน เช่น เสา คาน พื้น เป็นต้น ไม่ควรใช้ซีเมนต์ต่างประเภทผสมคอนกรีตปนกัน

5.1.2 มวลรวม

5.1.2.1 ทราย หิน หรือกรวด ต้องกองในลักษณะที่แยกขนาด และป้องกันมิให้ปะปนกัน

5.1.2.2 ในการเก็บหรือเคลื่อนย้ายมวลรวมต้องไม่ก่อให้เกิดการแยกตัวของขนาด ไม่ให้สิ่งสกปรกเข้าไปปะปน และไม่ให้เกิดการแตกเป็นชิ้นของมวลรวม

5.1.2.3 มวลรวมต้องไม่แห้งและมีอุณหภูมิสูงจนทำให้อุณหภูมิของคอนกรีตที่ผลิตโดยใช้มวลรวมดังกล่าวสูงตามไปด้วย และควรเก็บมวลรวมโดยป้องกันไม่ให้มวลรวมเปียกเกินไป

5.1.3 น้ำ

5.1.3.1 ให้ใช้น้ำประปา แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้น้ำที่ขุ่นมาผสมคอนกรีตแล้ว ต้องทำน้ำให้ใสก่อนจึงนำมาใช้ได้ โดยอาจปฏิบัติดังนี้ ให้ใช้ซีเมนต์ 1 ลิตร ต่อน้ำขุ่น 200 ลิตร ผสมทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หรือจนตกตะกอนนอนก้นหมดแล้ว จึงตักเอาน้ำใสมาใช้ได้แต่ทั้งนี้ น้ำต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มยผ. 1212: มาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต

5.1.4 สารผสมเพิ่ม

5.1.4.1 การเก็บสารผสมเพิ่มต้องระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อน

5.1.4.2 ไม่ใช้สารผสมเพิ่มที่มีการเสื่อมสภาพหรือมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปแล้ว

5.1.4.3 ควรป้องกันสารผสมเพิ่มที่เป็นของเหลวจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มากเกินไปอันจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารผสมเพิ่ม

5.2 ส่วนผสมคอนกรีต

5.2.1 ก่อนการใช้งานคอนกรีตจริง ควรทดลองหาส่วนผสมล่วงหน้า โดยส่วนผสมที่เหมาะสมให้พิจารณาจากคุณภาพของวัสดุเป็นคราวๆ ไป

5.2.2 การเลือกส่วนผสมให้ถือหลักดังนี้

5.2.2.1 ในกรณีที่ไม่ได้มีการทดลองส่วนผสม ปริมาณซีเมนต์สำหรับคอนกรีตชนิด ค1 ค2 และ ค3 ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนซีเมนต์ที่ใช้ในส่วนผสมคอนกรีต

(ข้อ 5.2.2.1)

หน่วยเป็นกิโลกรัม

ชนิดของคอนกรีต	จำนวนซีเมนต์ที่ใช้ต่อคอนกรีต 1 ลบ.ม.
ค1	290
ค2	300
ค3	320

สำหรับกรณีที่มีการทดลองส่วนผสมหรือเป็นคอนกรีตชนิดอื่นนอกเหนือจากตารางที่ 5 ปริมาณซีเมนต์ที่เหมาะสมจะต้องกำหนดโดยวิศวกรผู้ออกแบบส่วนผสมซึ่งจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของคอนกรีตและการใช้งานที่เหมาะสมด้วย

5.2.2.2 ปริมาณน้ำไม่ควรใช้มากเกินไปอันจะทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรงและความคงทนลดลง หรือเกิดการเยิ้มหรือการแยกตัวของส่วนผสมจนเป็นปัญหาต่อการเท ปริมาณน้ำที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ต้องการตามการใช้งานและขนาดของมวลรวมหยาบในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated Surface Dry) ตามที่แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำที่เหมาะสมในส่วนผสมคอนกรีต[1)]

(ข้อ 5.2.2.2)

หน่วยเป็นลิตร

ค่ายุบตัว (มม.)	ปริมาณน้ำต่อคอนกรีตหนึ่งลูกบาศก์เมตร	
	มวลรวมหยาบขนาดใหญ่สุด 20 มม.	มวลรวมหยาบขนาดใหญ่สุด 25 มม.
75	180	170
100	190	180
125	200	190
150	210	200

<u>หมายเหตุ</u> [1)] เป็นปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสมคอนกรีตที่ไม่ได้มีการผสมสารลดน้ำ

5.2.2.3 กรณีที่ต้องการให้คอนกรีตมีความคงทน อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (Water to Cement Ratio, W/C) เมื่อพิจารณาในสภาวะการใช้งานของคอนกรีตควรมีค่าไม่เกินที่กำหนดไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ในสภาวะการใช้งานต่าง ๆ กัน

(ข้อ 5.2.2.3)

ประเภทคอนกรีตที่ต้องการ	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ยอมให้
1) คอนกรีตที่ต้องการความทึบน้ำ	0.50
2) คอนกรีตที่ต้องการความต้านทานซัลเฟต 2.1 โซเดียมซัลเฟต 2.1.1 เสี่ยงต่อซัลเฟตปานกลาง (ปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ในดินตั้งแต่ร้อยละ 0.1ถึง 0.2 หรือปริมาณซัลเฟตในน้ำตั้งแต่ 150 ถึง 1,500 ppm.)	0.50

ตารางที่ 7 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ในสภาวะการใช้งานต่างๆ กัน (ต่อ)

(ข้อ 5.2.2.3)

ประเภทคอนกรีตที่ต้องการ	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ยอมให้
2.1.2 เสี่ยงต่อซัลเฟตรุนแรง (ปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ในดินตั้งแต่ร้อยละ 0.2 ถึง 2.0 หรือ ปริมาณซัลเฟตในน้ำตั้งแต่ 1,500 ถึง 10,000 ppm.)	0.45
2.1.3 เสี่ยงต่อซัลเฟตรุนแรงมาก (ปริมาณซัลเฟต ที่ละลายน้ำได้ในดินมากกว่า 2.0 หรือ ปริมาณซัลเฟตในน้ำมากกว่า 10,000 ppm.)	0.40
2.2 แมกนีเซี่ยมซัลเฟต	
2.2.1 เสี่ยงต่อซัลเฟตปานกลาง (ปริมาณซัลเฟตในน้ำตั้งแต่ 300 ถึง 1,000 ppm.)	0.50
2.2.2 เสี่ยงต่อซัลเฟตรุนแรง (ปริมาณซัลเฟตในน้ำตั้งแต่ 1,000 ถึง 3,000 ppm.)	0.45
2.2.3 เสี่ยงต่อซัลเฟตรุนแรงมาก (ปริมาณซัลเฟตในน้ำตั้งแต่ 3,000 ถึง ค่าอิ่มตัว)	0.40
3) คอนกรีตที่ต้องการความต้านทานการซึมผ่านของคลอไรด์	
3.1 กรณีที่ระยะหุ้มคอนกรีตได้ตามตารางที่ 11	0.45
3.2 กรณีที่ไม่สามารถทำตามได้ตามข้อ 3.1	0.40

5.2.2.4 กรณีมีการใช้ทรายทะเลหรือมีการใช้สารเคมีผสมเพิ่มที่มีส่วนประกอบของคลอไรด์อยู่ด้วย ปริมาณคลอไรด์รวมในคอนกรีตที่เกิดจากส่วนผสมแต่ละชนิดรวมกันจะต้องมีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดดังตารางที่ 8 โดยการทดสอบเพื่อหาปริมาณของคลอไรด์ไอออนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 1218/C 1218M : Standard Test Method for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete

ตารางที่ 8 ชนิดของงานก่อสร้างและปริมาณคลอไรด์ไอออน[2)] ที่ยอมให้

(ข้อ 5.2.2.4)

หน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักวัสดุประสาน

ชนิดของงานก่อสร้าง	ปริมาณคลอไรด์ไอออนที่ละลายน้ำได้สูงสุดในคอนกรีต
คอนกรีตอัดแรง	0.06
คอนกรีตเสริมเหล็กที่ขณะใช้งานมีการสัมผัสกับคลอไรด์ เช่น กำแพงกันคลื่น (Sea-Retaining Walls)	0.15
คอนกรีตเสริมเหล็กที่มีสภาพแห้งหรือขณะใช้งานมีการป้องกันความชื้น	1.00
การก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอื่น	0.30

<u>หมายเหตุ</u> [2)] เป็นปริมาณคลอไรด์ที่มาจากส่วนผสมคอนกรีต ไม่ใช่ที่ได้มาจากสภาพแวดล้อม

5.3 การผสมคอนกรีต

5.3.1 การผสมคอนกรีตในสถานที่ก่อสร้าง ให้ผสมด้วยเครื่องผสม และการผสมแต่ละครั้งให้ผสมต่อซีเมนต์ 1 หรือ 2 ถุง

5.3.2 สำหรับเครื่องผสมที่มีความจุ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือน้อยกว่า ต้องใช้เวลาผสมนานอย่างน้อย 1½ นาที และให้เพิ่มระยะเวลาผสม 15 วินาที ทุก ๆ ความจุที่เพิ่มขึ้น 0.5 ลูกบาศก์เมตร หรือเศษของลูกบาศก์เมตร

5.3.3 เครื่องผสมต้องหมุนด้วยความเร็วสม่ำเสมอตามที่ผู้ผลิตกำหนด อัตราความเร็วที่ขอบนอกควรประมาณ 1 เมตร ต่อวินาที

5.3.4 การนับเวลาที่ใช้ผสมให้เริ่มนับเมื่อใส่มวลวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ผสมทั้งหมดลงในเครื่องผสมแล้ว

5.3.5 จะต้องผสมเนื้อคอนกรีตให้มีความสม่ำเสมอ เป็นเนื้อเดียวกัน มีความข้นเหลวพอเหมาะที่สามารถเทและทำให้แน่นได้

5.4 การลำเลียงและการเทคอนกรีต

5.4.1 ต้องตรวจดูแบบหล่อและการวางเหล็กเสริมว่ามั่นคง และถูกต้องตามแบบรายละเอียดพร้อมทั้งทำความสะอาดให้ปราศจากเศษวัสดุที่อยู่ในแบบที่จะเท และอุดรอยรั่วต่างๆ เพื่อมิให้น้ำปูนหนีออก เรียบร้อยแล้วจึงจะทำการเทคอนกรีตได้

5.4.2 การลำเลียงและการเทคอนกรีตต้องทำด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดการแยกตัวของคอนกรีต

5.4.3 คอนกรีตที่ผสมแล้วต้องรีบนำไปเทลงในแบบโดยเร็ว ก่อนที่คอนกรีตนั้นจะแข็งตัว (โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 30 นาที ยกเว้นจะมีการใช้สารเคมีผสมเพิ่มที่สามารถยืดเวลาการก่อตัวของคอนกรีตออกไปได้) และต้องระมัดระวังมิให้เหล็กเสริมเคลื่อน หรือเปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม

5.4.4 ถ้าหากเทคอนกรีตในโครงสร้าง ส่วนหนึ่งส่วนใดไม่เสร็จในรวดเดียวแล้ว ต้องหยุดเทคอนกรีตตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือตามตำแหน่ง ดังนี้

5.4.4.1 สำหรับเสา ที่ระดับไม่เกิน 75 มิลลิเมตร ต่ำจากท้องคานหัวเสา

5.4.4.2 สำหรับคานและแผ่นพื้นที่ช่วงกลางเมื่อแบ่งช่วงคานหรือแผ่นพื้นเป็นสามส่วน(Mid – Third) โดยใช้ไม้กั้นตั้งฉาก

5.4.4.3 ในกรณีที่คานรองตัดกับคานหลักให้กำหนดรอยต่อให้ห่างจากคานรองออกไปอีกเป็นระยะ 2 เท่าของความกว้างของคานรองตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 การเลื่อนรอยต่อในการหยุดเทคอนกรีตเมื่อรอยต่อเดิมตรงกับคานรอง

5.4.4.4 ที่ตำแหน่งรอยต่อ ให้ทำผิวคอนกรีตให้หยาบ ตามวิธีที่ได้รับการรับรองแล้ว จนเห็นเม็ดหินโผล่โดยตลอด ปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเศษหิน ปูนทราย ที่หลุดร่วง ล้างผิวที่ทำหยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนเทคอนกรีตใหม่ให้พรมน้ำที่ผิวคอนกรีตให้ชื้นแต่ไม่เปียกโชก

5.4.5 ห้ามเทคอนกรีตในขณะที่มีฝนตกเว้นแต่จะมีที่ป้องกันฝน

5.5 การทำให้คอนกรีตแน่นตัว

เมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือนชนิดจุ่ม เพื่อทำให้คอนกรีตแน่นตัวควรปฏิบัติ ดังนี้

5.5.1 ให้จุ่มปลายขึ้นลงตรงๆ ช้าๆ การจุ่มต้องจุ่มจนสุดชั้นคอนกรีตที่เทใหม่ และเลยเข้าไปในชั้นใต้เล็กน้อย

5.5.2 ให้จุ่มหัวสั่นสะเทือนเป็นจุด ๆ ระยะห่างตั้งแต่ 450 ถึง 750 มิลลิเมตร โดยใช้เวลาจุ่มนาน 5 ถึง 15 วินาที

5.5.3 การถอนหัวสั่นสะเทือนขึ้น ให้ถอนช้าๆ ประมาณ 75 มิลลิเมตรต่อวินาที

5.5.4 ในการจุ่ม ต้องระวังอย่าให้หัวสั่นสะเทือนถูกแบบหล่อและเหล็กเสริมเพราะจะทำให้แบบหล่อเสียรูป หรือเหล็กเสริมเคลื่อนผิดตำแหน่งได้

5.5.5 ห้ามจุ่มหัวสั่นสะเทือนทิ้งไว้นานเกินไป หรือจุ่มซ้ำที่บริเวณเดียวกัน เพราะจะทำให้คอนกรีตแยกตัว ห้ามลากไปในเนื้อคอนกรีตและห้ามใช้เกลี่ยคอนกรีต

5.6 การบ่มคอนกรีต

เมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล้ว ในระหว่างที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัวต้องปกคลุมมิให้ถูกแสงแดดและกระแสลมร้อน และต้องป้องกันมิให้คอนกรีตได้รับความสะเทือน การกระแทก หรือการรับน้ำหนักมากเกินไป และเมื่อเสร็จสิ้นการแต่งผิวหน้าและคอนกรีตเริ่มแข็งตัวต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตทันที และควรบ่มต่อไปจนกระทั่งคอนกรีตมีกำลังตามต้องการ

5.6.1 สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่สัมผัสกับไม้แบบ หลังเสร็จสิ้นการแต่งผิวหน้าและคอนกรีตเริ่มแข็งตัวต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตตามวิธีในข้อ 5.6.3

5.6.2 สำหรับผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับไม้แบบ ต้องรักษาไม้แบบให้มีความชื้นอยู่เสมอ จนกระทั่งถึงเวลาที่ถอดไม้แบบ หลังจากนั้นต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตตามวิธีในข้อ 5.6.3

5.6.3 การบ่มคอนกรีตสามารถกระทำได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีรวมกัน ดังนี้

5.6.3.1 การบ่มแบบเปียก เป็นการทำให้ผิวหน้าของคอนกรีตที่สัมผัสกับบรรยากาศยังคงมีความเปียกชื้นอยู่ กรณีคอนกรีตที่ใช้ซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ต้องบ่มตลอดเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 7 วันหลังจากการเทเสร็จสิ้น และไม่น้อยกว่า 3 วัน สำหรับกรณีใช้ซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 ส่วนคอนกรีตที่มีวัสดุพอซโซลานผสมจะต้องบ่มเกินกว่า 7 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของวัสดุพอซโซลานที่ใช้วิธีการบ่มแบบเปียก ได้แก่

(1) การขังน้ำ การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่อยู่ในแนวราบ เช่น แผ่นพื้น ดาดฟ้า พื้นสะพาน ถนนทางเท้า เป็นต้น

(2) การใช้วัสดุเปียกชื้นคลุม เป็นการนำผ้าใบ ผ้ากระสอบ ฟาง หรือขี้เลื่อย คลุมให้ทั่วและฉีดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ กรณีที่ใช้ผ้าใบ สีของผ้าใบควรเป็นสีขาวหรือสีอ่อน เพราะสามารถสะท้อนความร้อนได้ดี หรือกรณีใช้ฟางหรือขี้เลื่อย ความหนาของฟางหรือขี้เลื่อยไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร การบ่มโดยวิธีนี้ใช้ได้ทั้งกับโครงสร้างที่อยู่ในแนวราบและแนวดิ่ง

(3) การฉีดหรือพรมน้ำ การบ่มโดยวิธีนี้ใช้ได้ทั้งสำหรับโครงสร้างที่อยู่ในแนวราบและแนวดิ่ง เช่น ผนัง กำแพง พื้น เป็นต้น

5.6.3.2 การบ่มโดยการป้องกันการเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีต

(1) การใช้กระดาษกันน้ำซึมได้คลุม กระดาษที่ใช้ควรเป็นกระดาษเหนียวเป็นชั้น ยึดติดกันด้วยกาวประเภทยางมะตอยและเสริมความเหนียวด้วยใยแก้ว การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่อยู่ในแนวราบ

(2) การใช้แผ่นพลาสติกคลุม แผ่นพลาสติกที่ใช้เป็นแผ่นโพลีเอธีลิน หนาไม่น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร เหมาะสำหรับงานโครงสร้างที่ไม่เน้นความสวยงามของผิว เช่น รางน้ำ ถนน เป็นต้น

(3) การใช้สารเคมี ทำได้โดยฉีดพ่นสารเคมีสำหรับการบ่มลงบนผิวหน้าของคอนกรีตที่ต้องการบ่มและควรฉีดพ่นซ้ำมากกว่า 1 เที่ยว เพื่อให้แผ่นฟิล์มเคลือบผิวหน้าคอนกรีตมีความหนาเพียงพอ และควรฉีดพ่นทันทีที่ผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้ง เพื่อไม่ให้น้ำที่ค้างบนผิวหน้าระเหยจนแห้ง การบ่มโดยวิธีนี้จะใช้ได้ต่อเมื่อไม่สามารถบ่มคอนกรีตแบบอื่นได้

5.6.3.3 การบ่มแบบเร่งกำลัง

(1) การบ่มด้วยไอน้ำที่ความดันต่ำ (Low Pressure Steam Curing) อุณหภูมิที่ใช้อยู่ระหว่าง 40 ถึง 100 องศาเซลเซียส การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานก่อสร้างที่ต้องการถอดแบบเร็ว หลังจากถอดแบบแล้วให้บ่มคอนกรีตด้วยความชื้นตามปกติ

(2) การบ่มด้วยไอน้ำที่ความดันสูง (High Pressure Steam Curing) การบ่มด้วยวิธีนี้ต้องให้ความกดดันสูง และต้องบ่มคอนกรีตในภาชนะที่ปิดสนิท อุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ในช่วง 160 ถึง 210 องศาเซลเซียส การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานก่อสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต้องการกำลังของคอนกรีตที่เวลา 24 ชั่วโมง ให้มีกำลังเท่ากับการบ่มปกติที่อายุ 28 วัน

5.7 การแต่งผิวคอนกรีต

5.7.1 เมื่อถอดแบบออกแล้ว ถ้าเนื้อคอนกรีตมีลักษณะเป็นรูพรุน หรือขรุขระก่อนที่จะดำเนินการต่อไปให้แจ้งผู้ควบคุมงานตรวจสอบพิจารณาเสียก่อน

5.7.2 เมื่อต้องการจะฉาบปูนทับผิวหน้าคอนกรีต ทำให้ผิวหน้าคอนกรีตให้ขรุขระ ราดน้ำให้ชื้นแล้วจึงฉาบปูน เมื่อฉาบปูนเสร็จแล้ว ให้มีการป้องกันผิวหน้าแห้ง เป็นเวลาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3 วัน

5.7.3 การฉาบปูนภายในของผิวคอนกรีตที่จะใช้ขังน้ำ ให้ฉาบปูนขัดมัน ส่วนผิวคอนกรีตภายนอกให้ฉาบปูนตกแต่งให้เรียบร้อยหรือตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

5.8 การหล่อตัวอย่างคอนกรีตและการทดสอบ

5.8.1 ในการเทคอนกรีตต้องทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) ทุกครั้งที่เปลี่ยนอัตราส่วนผสมของน้ำกับซีเมนต์หรือผู้ควบคุมงานเห็นว่า คอนกรีตข้นหรือเหลวเกินไป วิธีการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตให้เป็นไปตาม มยผ.1209: มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต ค่าการ

ยุบตัวของคอนกรีตควรเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 9 ข้อแนะนำสำหรับค่าการยุบตัวสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือน

ตารางที่ 9 ข้อแนะนำสำหรับค่าการยุบตัวสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือน

(ข้อ 5.8.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบตัว	
	สูงสุด	ต่ำสุด
1) ฐานราก	75	50
2) แผ่นพื้น, คาน, ผนัง ค.ส.ล.	100	50
3) เสา	125	50
4) ครีบ ค.ส.ล. และผนังบาง ๆ	150	50

5.8.2 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพให้ดำเนินการต่อหน้าผู้ควบคุมงานและปฏิบัติตาม มยผ.1208: มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการเก็บรักษา

5.8.3 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่จะทดสอบ ให้เก็บทุกวันเมื่อมีการเทคอนกรีต และอย่างน้อยต้องเก็บ 3 ก้อน เพื่อทดสอบกำลังคอนกรีตเมื่ออายุ 28 วัน โดยใช้วิธีการเก็บ ดังนี้

5.8.3.1 เก็บตัวอย่างคอนกรีตไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง ในแต่ละวันที่มีการเทคอนกรีต

5.8.3.2 เก็บตัวอย่างคอนกรีตเมื่อมีการเทคอนกรีตในแต่ละส่วนของโครงสร้าง

5.8.3.3 ถ้าไม่ได้มีการกำหนดเป็นอย่างอื่น ให้เก็บทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุกๆ 50 ลูกบาศก์เมตร และเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตร กรณีเทพื้นและผนังให้เก็บทุก ๆ 250 ตารางเมตร

5.8.3.4 เก็บตัวอย่างคอนกรีตทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งทราย หรือหิน-กรวด

5.8.4 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตจากลักษณะการผสมต่างๆ ให้กระทำ ดังนี้

5.8.4.1 การเก็บจากเครื่องผสม (โม่) ที่ประจำอยู่ในที่ก่อสร้างให้เก็บตัวอย่างจากช่วงกลางๆ ของปริมาณคอนกรีตที่เทลงในภาชนะรองรับ (กระบะหรือรถเข็นปูน)

5.8.4.2 การเก็บจากเครื่องผสมสำหรับเทพื้นถนน ให้เก็บหลังจากเทคอนกรีตจากเครื่องผสมลงบนพื้นที่เตรียมไว้ โดยเก็บตัวอย่างคอนกรีตจากหลายๆ บริเวณ โดยให้มีปริมาณมากพอที่จะใช้เป็นตัวแทนเพื่อทดสอบได้ ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้มีการปนเปื้อนของวัสดุอย่างอื่นด้วย

5.8.4.3 การเก็บจากเครื่องผสมแบบถังหมุนตั้งบนรถบรรทุก (Ready Mixed Concrete) ให้เก็บตัวอย่างคอนกรีตอย่างน้อย 3 ช่วง เป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่ปล่อยคอนกรีตจากรถผสมลงสู่ภาชนะที่รองรับ โดยมีเวลาห่างกันระหว่างครั้งแรกและครั้งสุดท้ายไม่เกิน 15 นาที

5.9 การพิจารณาผลการทดสอบ

5.9.1 คอนกรีตที่หล่อแล้วจะยอมรับได้ต่อเมื่อผลการทดสอบแท่งตัวอย่างคอนกรีตทดลองมาตรฐาน ที่เก็บมาเมื่ออายุครบ 28 วัน นั้น เป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

5.9.1.1 กำลังอัดประลัยเฉลี่ยของแท่งคอนกรีตทั้งสามก้อนต่อเนื่องกันให้ค่าเท่ากับหรือสูงกว่ากำลังอัดประลัยตามชนิดของคอนกรีตที่ต้องการดังที่กำหนดไว้ในข้อ 4.6.1 หรือกำลังอัดประลัยที่กำหนดโดยผู้ออกแบบ

5.9.1.2 กำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตแต่ละก้อน จะต่ำกว่ากำลังอัดประลัยตามชนิดของคอนกรีตที่ต้องการดังที่กำหนดไว้ในข้อ 4.6.1 ได้ไม่เกิน 3.5 เมกาปาสกาล (35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) หรือกำลังอัดประลัยที่กำหนดโดยผู้ออกแบบ

ในกรณีที่ทดสอบกำลังคอนกรีตเมื่ออายุ 7 วัน ค่ากำลังอัดประลัยของแต่ละก้อนต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนดเมื่ออายุครบ 28 วัน อย่างไรก็ตามการพิจารณาตัดสินกำลังคอนกรีตขั้นสุดท้าย ถือเมื่อก้อนคอนกรีตอายุครบ 28 วัน เป็นเกณฑ์

5.9.2 หากปรากฏว่าค่ากำลังอัดประลัยของผลการทดสอบดังที่ได้กล่าวมาแล้วไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 5.9.1 จะต้องทำการสกัดหรือรื้อส่วนที่เทคอนกรีตไปแล้วนั้นออกเสียแล้วจัดการหล่อใหม่โดยใช้คอนกรีตซึ่งมีกำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่ต้องการดังที่กำหนดไว้ในข้อ 4.6.1 หรือกำลังอัดประลัยที่กำหนดโดยผู้ออกแบบ หรือดำเนินการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงขององค์อาคารดังต่อไปนี้

5.9.2.1 ดำเนินการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมโครงสร้างหรือการทดสอบเพิ่มเติม หรือใช้ทั้งสองส่วนควบคู่กันไป แล้วแต่กรณี

5.9.2.2 การทดสอบตัวอย่างที่ได้จากการเจาะโครงสร้างที่ต้องการตรวจสอบ (Core Test) โดยให้ดำเนินการตาม มยผ. 1210 : มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต ว่าด้วยเรื่องการทดสอบตัวอย่างที่ได้จากการเจาะ โดยกำลังอัดประลัยของตัวอย่างที่ได้จากการเจาะโครงสร้าง เฉลี่ยแล้วต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของกำลังอัดประลัยที่กำหนดไว้และกำลังอัดประลัยของตัวอย่างแต่ละก้อนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของกำลังอัดประลัยที่กำหนดไว้

5.9.2.3 หากผลการทดสอบต่างๆ ในข้อ 5.9.2.1 หรือ 5.9.2.2 ไม่สามารถเป็นที่ยุติ หรือไม่สามารถปฏิบัติได้ หรือการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมโครงสร้างไม่สามารถยืนยันความปลอดภัยได้ จะต้องดำเนินการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุก (Load Test) ขององค์อาคาร โดยขั้นตอนและเกณฑ์การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลังของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท. 1008) ว่าด้วยการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกขององค์อาคาร ทั้งนี้การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกให้ใช้ได้เฉพาะกับองค์อาคารที่รับแรงดัด ส่วนการตรวจสอบองค์อาคารที่รับแรงประเภทอื่น เช่น แรงอัด ควรเลือกวิธีการตรวจสอบโดยใช้การวิเคราะห์ทางวิศวกรรมโครงสร้างที่เหมาะสม

5.9.2.4 ในกรณีที่ผลการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงขององค์อาคาร ตามข้อ 5.9.2.1 ถึง 5.9.2.3 แสดงว่า อาคารและส่วนต่าง ๆ ของอาคารมีเสถียรภาพหรือความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกไม่เพียงพอ จะต้องดำเนินการแก้ไขหรือเสริมกำลังเพื่อให้อาคารและส่วนต่างๆ ของอาคารดังกล่าวมีเสถียรภาพและสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้

5.9.3 การทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐานนั้น จะต้องดำเนินการโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง หรือส่วนราชการอื่นใด หรือนิติบุคคลซึ่งมีวิศวกรระดับสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร รับรองผลการทดสอบ

5.10 ระยะหุ้ม

การกำหนดระยะหุ้มเหล็กเสริมจะต้องกำหนดให้คอนกรีตสามารถป้องกันการเกิดสนิมของเหล็กเสริมได้ตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้างคอนกรีต ซึ่งจะต้องพิจารณาจากความคงทนของคอนกรีตและสภาพแวดล้อมที่เผชิญ โดยระยะหุ้มเหล็กเสริมน้อยที่สุดสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$C_{min} = \alpha \cdot C_0 \qquad (1)$$

โดยที่ C_{min} คือ ระยะหุ้มน้อยที่สุด

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ระยะหุ้มเหล็กเสริม ตามตารางที่ 10

C_0 คือ ระยะหุ้มเหล็กเสริมทั่วไป ตามตารางที่ 11 และตารางที่ 12

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ระยะหุ้มเหล็กเสริม

(ข้อ 5.10)

ค่าอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน	ค่าสัมประสิทธิ์ระยะหุ้มเหล็กเสริม
มากกว่า 0.65 หรือคอนกรีตที่ไม่มีการควบคุมคุณภาพที่ดี	1.2
0.45 – 0.65	1.0
ต่ำกว่า 0.45	0.8[3)]

หมายเหตุ [3)] ยกเว้นกรณีที่ระยะหุ้มเหล็กเสริมทั่วไปต่ำกว่า 20 มม. และกรณีที่ต้องเผชิญกับสภาวะซัลเฟตตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไปให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ระยะหุ้มเหล็กเสริมเท่ากับ 1.0

โดยระยะหุ้มเหล็กเสริมทั่วไปตามงานก่อสร้างประเภทต่างๆ ในกรณีที่ไม่ได้มีการกำหนดรายละเอียดไว้ ให้ใช้ตามตารางที่ 11 และ 12

ตารางที่ 11 ระยะหุ้มเหล็กเสริมสำหรับการก่อสร้างคอนกรีตหล่อในที่

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ประเภทของงานก่อสร้าง	ระยะหุ้มต่ำสุด
1) คอนกรีตที่หล่อติดกับดินโดยใช้ดินเป็นแบบและผิวคอนกรีตสัมผัสกับดินตลอดเวลาที่ใช้งาน	75
2) คอนกรีตที่สัมผัสดิน หรือถูกแดดฝน	
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มม.	50
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่า	40
3) คอนกรีตที่ไม่สัมผัสดินหรือไม่ถูกแดดฝน	
ในแผ่นพื้น ผนัง และตง	
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 40 มม. ขึ้นไป	40
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มม. และเล็กกว่า	20
ในคาน	
- เหล็กเสริมหลัก เหล็กลูกตั้ง	40
ในเสา	
- เหล็กปลอกเดี่ยวหรือปลอกเกลียว	40
4) คอนกรีตที่หล่อในน้ำ	100

ตารางที่ 12 ระยะหุ้มเหล็กเสริมสำหรับการก่อสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จ

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ประเภทของงานก่อสร้าง	ระยะหุ้มต่ำสุด
1) คอนกรีตที่สัมผัสดิน หรือถูกแดดฝน	
ในแผ่นผนัง	
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 40 มม. ขึ้นไป.	40
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มม. และเล็กกว่า	20
ในองค์อาคารชนิดอื่น	
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 40 มม. ขึ้นไป	50
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ถึง 36 มม.	40
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่า	30

ตารางที่ 12 ระยะหุ้มเหล็กเสริมสำหรับการก่อสร้างคอนกรีตหล่อสำเร็จ (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ประเภทของงานก่อสร้าง	ระยะหุ้มต่ำสุด
2) คอนกรีตที่ไม่สัมผัสดินหรือไม่ถูกแดดฝน	
ในแผ่นพื้นผนัง และตง	
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 40 มม. ขึ้นไป	30
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มม. และเล็กกว่า	15
ในคานและเสา	
- เหล็กเสริมหลัก เหล็กลูกตั้งในเสา	25
- เหล็กลูกตั้ง เหล็กปลอกเดี่ยวหรือปลอกเกลียว	30

ในกรณีที่เป็นโครงสร้างหลักของอาคารตามกฎกระทรวงฉบับที่ 60 (พ.ศ.2549) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ระยะหุ้มเหล็กเสริมของโครงสร้างหลักของอาคารดังกล่าวเมื่อพิจารณาตามสมการที่ 1 ตารางที่ 11 และตารางที่ 12 แล้วจะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 13 และในกรณีโครงสร้างหลักมีขนาดระหว่างขนาดที่กำหนดในตารางที่ 13 ให้คำนวณหาความหนาน้อยที่สุดของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมโดยวิธีเทียบอัตราส่วน และหากต้องการให้โครงสร้างหลักมีความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 13 จะต้องใช้วัสดุอื่นหุ้มเพิ่มเติมหรือต้องป้องกันโดยวิธีอื่นเพื่อช่วยทำให้เสาหรือคานมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าสามชั่วโมง และตงหรือพื้นต้องมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าสองชั่วโมง โดยจะต้องมีเอกสารรับรองอัตราการทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ประกอบการขออนุญาต โดยวิธีการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 119 หรือ ISO 834

ตารางที่ 13 ระยะหุ้มเหล็กเสริมสำหรับโครงสร้างหลักให้สามารถทนไฟได้ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดของโครงสร้างหลัก	ระยะหุ้มต่ำสุด
1) คอนกรีตเสริมเหล็ก	
1.1) เสาสี่เหลี่ยมที่มีด้านแคบขนาด 300 มิลลิเมตรขึ้นไป	40
1.2) เสากลมหรือเสาตั้งแต่ห้าเหลี่ยมขึ้นไปที่มีรูปทรงใกล้เคียงเสากลม ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 300 มิลลิเมตรขึ้นไป	40
1.3) คานหรือโครงข้อหมุนคอนกรีตขนาดกว้างตั้งแต่ 300 มิลลิเมตรขึ้นไป	40
1.4) พื้นหนาไม่น้อยกว่า 115 มิลลิเมตร	20

ตารางที่ 13 ระยะหุ้มเหล็กเสริมสำหรับโครงสร้างหลักให้สามารถทนไฟได้ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดของโครงสร้างหลัก	ระยะหุ้มต่ำสุด
2) คอนกรีตอัดแรง	
2.1) คานชนิดดึงลวดก่อน	75
2.2) คานชนิดดึงลวดภายหลัง	
ก) กว้าง 200 มิลลิเมตร โดยปลายไม่เหนี่ยวรั้ง(Unrestrained)	115
ข) กว้างตั้งแต่ 300 มิลลิเมตรขึ้นไป โดยปลายไม่เหนี่ยวรั้ง (Unrestrained)	65
ค) กว้าง 200 มิลลิเมตร โดยปลายเหนี่ยวรั้ง(Restrained)	50
ง) กว้างตั้งแต่ 300 มิลลิเมตรขึ้นไป โดยปลายเหนี่ยวรั้ง (Restrained)	45
2.3) พื้นชนิดดึงลวดก่อนที่มีความหนาตั้งแต่ 115 มิลลิเมตรขึ้นไป	40
2.4) พื้นชนิดดึงลวดภายหลังที่มีความหนาตั้งแต่ 115 มิลลิเมตรขึ้นไป	
ก) ขอบไม่เหนี่ยวรั้ง (Unrestrained)	40
ข) ขอบเหนี่ยวรั้ง (Restrained)	20

5.11 แบบหล่อ

5.11.1 แบบหล่อต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรง ไม่ผุ ไม่คดงอ เช่น เหล็ก ไม้ เป็นต้น

5.11.2 ห้ามใช้ดินขุดแทนแบบหล่อในแนวตั้ง เว้นแต่เป็นงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ ไดอะเฟรมวอล์ หรือได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

5.11.3 แบบหล่อต้องเข้าแบบให้สนิทเพื่อกันน้ำปูนรั่ว ผิวด้านในของแบบที่ถูกกับคอนกรีตต้องเรียบ ต้องล้างให้สะอาดก่อนลงมือเทคอนกรีตเสมอ และลบมุมชิ้นส่วนคอนกรีตชิ้นส่วนคอนกรีตที่เป็นมุมแหลม นอกจากจะมีข้อกำหนดห้ามไว้

5.11.4 จัดให้มีช่องว่างเปิดชั่วคราวที่ด้านล่างของแบบหล่อคอนกรีตเสาหรือผนังเพื่อให้สามารถทำความสะอาด หรือตรวจสอบก่อนการเทคอนกรีต

5.11.5 ต้องยึดลิ่มสำหรับปรับแต่งระดับหรือระยะของแบบหล่อให้แน่นอยู่กับที่ได้ ภายหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนการเทคอนกรีต

5.11.6 แบบหล่อและนั่งร้านรองรับคอนกรีตเหลวต้องมั่นคงแข็งแรงพอรับน้ำหนัก และทนแรงสั่นสะเทือนเมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือนคอนกรีตได้ โดยไม่ทรุดตัวหรือแอ่นตัวจนเสียระดับหรือ

แนว สำหรับการคำนวณความมั่นคงของแบบหล่อและค้ำยันให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต ว.ส.ท. 1014 ว่าด้วยแบบหล่อคอนกรีตและค้ำยัน

5.11.7 หากคอนกรีตที่หล่อเสร็จแล้วเกิดการเสียระดับหรือแนวหรือผิดขนาดจนเห็นว่าจะเกิดผลเสียหาย อาจต้องทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นทั้งชิ้นแล้วหล่อใหม่ให้ถูกต้อง แต่ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

5.11.8 แบบหล่อจะถอดออกไม่ได้จนกว่าจะได้กำหนดเวลา การถอดแบบต้องไม่ให้คอนกรีตได้รับความกระเทือนและให้ถือกำหนดเวลาการถอดแบบตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ประเภทอาคารและระยะเวลาในการถอดแบบหล่อ

(ข้อ 5.11.8)

หน่วยเป็นวัน

ประเภทองค์อาคาร	ระยะเวลา[4)]
1) แบบข้างคาน กำแพง ฐานราก	2
2) แบบข้างเสา	2
3) แบบล่างรองรับพื้น-คาน	14

[4)] เมื่อถอดแล้วให้ค้ำตามจุดต่างๆ ที่เหมาะสมไว้อีก 14 วัน

ทั้งนี้ให้ยกเว้นในกรณีที่ใช้ซีเมนต์พอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็ว ซึ่งให้ถือกำหนดถอดแบบได้ทั้งหมดเมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน

5.11.9 กรณีไม่ถอดแบบหล่อตามกำหนดเวลาในข้อ 5.11.8 สามารถถอดแบบหล่อตามค่ากำลังอัดประลัยขั้นต่ำของคอนกรีตตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ประเภทอาคารและกำลังอัดประลัยขั้นต่ำในการถอดแบบหล่อ

(ข้อ 5.11.9)

หน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กก.ต่อตร.ซม.)

ประเภทองค์อาคาร	กำลังอัดประลัยขั้นต่ำของคอนกรีต
1) แบบข้างเสา คาน กำแพง ฐานราก	4.9(50)
2) แบบล่างรองรับพื้น-คาน	13.7(140)

5.11.10 การค้ำยันกลับ จะต้องดำเนินการให้เร็วที่สุดภายหลังจากถอดแบบหล่อและค้ำยันแล้ว ค้ำยันที่ใช้ต้องขันให้แน่นเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างตามที่กำหนดไว้ ค้ำยันนี้ต้องคงค้างไว้จนกระทั่งผลการทดสอบคอนกรีตถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.11.11 แบบหล่อจะต้องมีขนาดที่แน่นอนและมีพื้นผิวที่เรียบพอสมควร ซึ่งเมื่อนำมาหล่อชิ้นส่วนโครงสร้างใดๆ แล้ว ชิ้นส่วนโครงสร้างดังกล่าวต้องมีขนาดคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดในแบบก่อสร้างไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ประเภทของการก่อสร้างและความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้

(ข้อ 5.11.11)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ประเภทของการก่อสร้าง	ความคลาดเคลื่อนสูงสุด
1) ความคลาดเคลื่อนจากแนวดิ่ง	
1.1) แนวหรือผิวของเสา ตอม่อ กำแพง	
ทุกๆ ระยะ 3.0 เมตร	6
ค่าสูงสุดตลอดความสูง	25
1.2) มุมของเสาที่มองเห็นได้ ร่อง รอยต่อ และเส้นที่มองเห็นชัด	
ทุกๆ ระยะ 3 เมตร	6
ค่าสูงสุดตลอดความสูง	12
2) ความคลาดเคลื่อนจากค่าระดับหรือจากค่าความลาดเอียงที่ระบุในแบบ	
2.1) ท้องพื้น ฝ้าเพดาน ท้องคาน (วัดก่อนถอดค้ำยัน)	
ทุกๆ ระยะ 3.0 เมตร	6
ทุกๆ ระยะช่วงคานหรือระยะ6.0 เมตร	10
ค่าสูงสุดตลอดความยาว	20
2.2) ขอบบนของประตูหน้าต่าง ธรณีประตู แผงคอนกรีต ร่องในแนวราบและเส้นที่มองเห็นได้ชัดเจน	
ทุกๆระยะช่วงคานหรือระยะ 6.0 เมตร	6
ค่าสูงสุดตลอดความสูง	12
3) ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคาร และตำแหน่งของเสา กำแพงและแผงกั้นต่างๆ	
ทุกๆระยะช่วงคานหรือระยะ 6.0 เมตร	12
ค่าสูงสุดตลอดความยาว	25

ตารางที่ 16 ประเภทของการก่อสร้างและความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้ (ต่อ)

(ข้อ 5.11.11)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ประเภทของการก่อสร้าง	ความคลาดเคลื่อนสูงสุด
4) ความคลาดเคลื่อนของขนาดและตำแหน่งช่องเปิดทั้งในพื้นและผนัง	6
5) ความคลาดเคลื่อนของขนาดหน้าตัดเสา คาน และความหนาของพื้น กำแพง	
ค่าลบ	5
ค่าบวก	10
6) ฐานราก	
6.1) ความคลาดเคลื่อนของขนาดความกว้าง ความยาว	
ค่าลบ	12
ค่าบวก	50
6.2) ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งฐานราก	ไม่เกินร้อยละ 2 ของขนาดฐานรากวัดในทิศทางที่คลาดเคลื่อน แต่ไม่เกิน 50มม.
6.3) ความคลาดเคลื่อนของขนาดความหนาฐานราก	
ค่าลบ	ร้อยละ 5
ค่าบวก	100
7) บันได	
7.1) ความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับขั้นบันไดในบันไดตัวเดียวกัน	
ลูกตั้ง	4
ลูกนอน	6
7.2) ความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับขั้นบันไดที่อยู่ติดกัน	
ลูกตั้ง	2
ลูกนอน	4

5.11.12 ห้ามมิให้ขึ้นไปทำการก่อสร้างบนองค์อาคารที่เทคอนกรีตเสร็จแล้วจนกว่าจะพ้น 24 ชั่วโมง หลังจากเทคอนกรีตครั้งสุดท้ายในแบบหล่อส่วนนั้น

5.11.13 แบบหล่อที่รื้อออกแล้ว ก่อนที่จะนำมาใช้ใหม่จะต้องทำความสะอาดและตกแต่งให้เรียบร้อยเสียก่อนจึงจะนำไปใช้อีกได้

6. เอกสารอ้างอิง

(1) มาตรฐาน มยธ. 101-2533 มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

(2) ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต ว.ส.ท. 1014 สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

(3) มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง ว.ส.ท. 1008 สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

มยผ. 1103-52

มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีตนี้ ครอบคลุมถึงงานคอนกรีตทั่วไปทั้งหมด ยกเว้นงานเหล็กแรงดึงสูงที่ใช้ในการก่อสร้างคอนกรีตอัดแรง

1.2 มาตรฐานนี้ระบุไว้เพื่อให้การก่อสร้างงานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้เหล็กเสริมคอนกรีตเป็นไปตามหลักวิชาการ ประหยัด และปลอดภัย

1.3 มาตรฐานนี้ใช้หน่วย SI (International System units) เป็นหลัก และใช้ค่าการแปลงหน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรงเท่ากับ 9.806 นิวตัน

2. นิยาม

"กำลังดึงประลัย (Ultimate Tensile Strength)" หมายถึง หน่วยแรงดึงสูงสุดที่วัสดุสามารถรับได้

"กำลังคราก (Yield Strength)" หมายถึง หน่วยแรงดึงที่วัสดุเริ่มยืดโดยไม่ต้องเพิ่มแรงดึงขึ้นอีก

"ความยืด (Elongation)" หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความยาวพิกัดที่เปลี่ยนแปลงจากการยืดตัวต่อความยาวพิกัดเดิม (เป็นร้อยละ)

"การทดสอบโดยการดัดโค้งเย็น (Cold Bend Test)" หมายถึง การทดสอบโดยการกดชิ้นทดสอบด้วยหัวกดที่กึ่งกลางชิ้นทดสอบโดยใช้ความเร็วสม่ำเสมอและต่อเนื่องกันตลอดเวลา จนได้มุมดัดโค้ง (Bending Angle) ตามที่กำหนด

"เหล็กข้ออ้อย" หมายถึง เหล็กเสริมที่มีบั้งและหรือมีครีบที่ผิว เพื่อเสริมกำลังยึดระหว่างเหล็กเส้นกับเนื้อคอนกรีต

"เหล็กเสริม" หมายถึง เหล็กเส้นที่ใช้ฝังในเนื้อคอนกรีตเพื่อเสริมกำลังขึ้น

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20: เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กเส้นกลม)

3.1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24: เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กข้ออ้อย)

3.1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 737: ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

3.1.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49: มาตรฐานลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้มใช้เชื่อมเหล็กกล้าละมุนด้วยอาร์ก

3.1.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1301: มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

3.2 ยกเว้นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20 ตามข้อ 3.1.1 และ มอก. 24 ตามข้อ 3.1.2 หากจะนำมาตรฐานอื่นมาใช้นอกเหนือจากที่ระบุในข้อ 3.1 มาตรฐานดังกล่าวต้องได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคารหรือสภาวิศวกร

3.3 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามข้อกำหนดนี้จะต้องไม่ขัดกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20 ตามข้อ 3.1.1 และ มอก. 24 ตามข้อ 3.1.2 ซึ่งเป็นข้อกำหนดหลัก

4. ข้อกำหนดสำหรับเหล็กเสริมคอนกรีต

4.1 เหล็กเส้นกลม (Round Bar)

4.1.1 คุณสมบัติทางกลของเหล็กเส้นกลมต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางกลของเหล็กเส้นกลม

(ข้อ 4.1.1)

ชั้นคุณภาพ	กำลังคราก เมกาปาสคาล (กก./ตร.ซม.)	กำลังดึงประลัย เมกาปาสคาล (กก./ตร.ซม.)	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง (ร้อยละ)	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น	
				มุมการดัด (องศา)	เส้นผ่านศูนย์กลางวงดัด
SR 24	235 (2,400)	385 (3,900)	21	180	3 เท่าของเส้นผ่าน - ศูนย์กลางระบุ

คุณสมบัติอื่นและกรรมวิธีในการทดสอบคุณสมบัติทางกลของเหล็กเส้นกลมต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20: มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กเส้นกลม)

4.1.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับมวลต่อเมตรของเหล็กเส้นกลมต้องเป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตรสำหรับเหล็กเส้นกลม

(ข้อ 4.1.2)

ชื่อขนาด	มวลต่อเมตร กิโลกรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตร	
		แต่ละเส้น ร้อยละ	เฉลี่ย ร้อยละ
RB 6	0.222	± 10.0	± 5.0
RB 8	0.395	± 6.0	± 3.5
RB 9	0.499	± 6.0	± 3.5
RB 10	0.616	± 6.0	± 3.5
RB 12	0.888	± 6.0	± 3.5
RB 15	1.387	± 6.0	± 3.5
RB 19	2.226	± 6.0	± 3.5
RB 22	2.984	± 6.0	± 3.5
RB 25	3.853	± 6.0	± 3.5
RB 28	4.834	± 6.0	± 3.5
RB 34	7.127	± 6.0	± 3.5

4.2 เหล็กข้ออ้อย (Deformed Bar)

4.2.1 คุณสมบัติทางกลของเหล็กข้ออ้อยต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติทางกลของเหล็กข้ออ้อย

(ข้อ 4.2.1)

ชั้นคุณภาพ	กำลังคราก เมกาปาสคาล (กก./ตร.ซม.)	กำลังดึงประลัย เมกาปาสคาล (กก./ตร.ซม.)	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง (ร้อยละ)	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น		
				เส้นผ่านศูนย์กลาง	มุมการดัด (องศา)	เส้นผ่านศูนย์กลางวงดัด
SD 30	295 (3,000)	480 (4,900)	17	ไม่เกิน 16 มม	180	3 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
				เกิน 16 มม.	180	4 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 40	390 (4,000)	560 (5,700)	15	ทุกขนาด	180	5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 50	490 (5,000)	620 (6,300)	13	ไม่เกิน 25 มม.	90	5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ
				เกิน 25 มม.	90	6 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

คุณสมบัติอื่น และกรรมวิธีในการทดสอบคุณสมบัติทางกลของเหล็กข้ออ้อยต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24 : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กข้ออ้อย)

4.2.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับมวลต่อเมตรของเหล็กข้ออ้อย ต้องเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตรของเหล็กข้ออ้อย

(ข้อ 4.2.2)

ชื่อขนาด	มวลต่อเมตร กิโลกรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตร	
		แต่ละเส้น ร้อยละ	เฉลี่ย ร้อยละ
DB 6	0.222	± 8.0	± 7.0
DB 8	0.395	± 8.0	± 7.0
DB 10	0.616	± 6.0	± 5.0
DB 12	0.888	± 6.0	± 5.0
DB 16	1.578	± 6.0	± 5.0
DB 20	2.466	± 5.0	± 4.0
DB 22	2.984	± 5.0	± 4.0
DB 25	3.853	± 5.0	± 4.0
DB 28	4.834	± 5.0	± 4.0
DB 32	6.313	± 4.0	± 3.5
DB 36	7.990	± 4.0	± 3.5
DB 40	9.865	± 4.0	± 3.5

4.3 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต (Welded Steel Wire Fabric)

4.3.1 คุณสมบัติทางกลของตะแกรงลวดเหล็กกล้าต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางกลของตะแกรงลวดเหล็กกล้า

(ข้อ 4.3.1)

สัญลักษณ์	ความต้านแรงดึงต่ำสุด เมกาปาสคาล (กก./ตร.ซม.)	หน่วยแรงพิสูจน์ต่ำสุด[1] เมกาปาสคาล (กก./ตร.ซม.)
ตั้งแต่ CDR 3 ลงมา	483 (4,925)	386 (3,940)
ตั้งแต่ CDR 3.3 ขึ้นไป	517 (5,270)	448 (4,570)

<u>หมายเหตุ</u> [1] เป็นค่าหน่วยแรงพิสูจน์ที่ความยืดร้อยละ 0.5

คุณสมบัติอื่น และกรรมวิธีในการทดสอบคุณสมบัติทางกลของตะแกรงลวดเหล็กกล้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 737: ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

4.3.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของตะแกรงลวดเหล็กกล้าต้องเป็นไปตามตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลาง

(ข้อ 4.3.2)

สัญลักษณ์ของลวดยืนและลวดขวาง	เส้นผ่านศูนย์กลาง มิลลิเมตร	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลาง มิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร
CDR 2	2.0	± 0.1	3.14
CDR 2.3	2.3	± 0.1	4.16
CDR 2.6	2.6	± 0.1	5.31
CDR 3	3.0	± 0.1	7.07
CDR 3.3	3.3	± 0.1	8.56
CDR 3.6	3.6	± 0.1	10.18
CDR 4	4.0	± 0.1	12.57
CDR 4.3	4.3	± 0.1	14.53
CDR 4.6	4.6	± 0.1	16.63
CDR 5	5.0	± 0.1	19.64
CDR 5.3	5.3	± 0.1	22.07
CDR 5.6	5.6	± 0.1	24.64
CDR 6	6.0	± 0.1	28.29
CDR 6.5	6.5	± 0.1	33.20
CDR 7	7.0	± 0.1	38.50
CDR 7.5	7.5	± 0.1	44.20
CDR 8	8.0	± 0.1	50.29

ตารางที่ 7 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของตะแกรง

(ข้อ 4.3.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

มิติ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
ความกว้าง	± 13
ความกว้างเบ็ดเสร็จ	± 25
ความยาวเบ็ดเสร็จ	± 4.0 หรือ ± ร้อยละ 1 แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า
ระยะห่าง [1)]	± 6
ส่วนยื่น [2)]	± 13

<u>หมายเหตุ</u> [1] จำนวนลวดที่ปรากฏในตะแกรงทั้งผืนหรือทั้งม้วนซึ่งคำนวณโดยใช้ค่าระยะห่างเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่าจำนวนลวดที่คำนวณโดยใช้ค่าระยะห่างระบุ

[2] ในกรณีที่ไม่กำหนดส่วนยื่นไว้ ขนาดของส่วนยื่นต้องไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ส่วนต่างๆ ของตะแกรงลวดเหล็กกล้า

(ข้อ 4.3)

5. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

5.1 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

5.1.1 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตต้องเป็นเหล็กเส้นใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และไม่มีรอยแตกร้าว

5.1.2 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตต้องมีผิวสะอาดปราศจากน้ำมัน ดิน โคลน สนิมกร่อน หรือวัสดุใดๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อแรงยึดหน่วง (Bonding) ระหว่างเหล็กเสริมกับคอนกรีต

5.1.3 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตจะต้องมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดในแบบรายละเอียด

5.2 การเก็บวัสดุ

5.2.1 เหล็กเส้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง ควรเก็บไว้ในที่ที่มีหลังคาคลุมหรือมีที่กำบังฝน และต้องเก็บไว้เหนือพื้นดิน ไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร

5.2.2 เหล็กเส้นที่นำมาใช้งาน ควรแยกกองเก็บตามชนิด ขนาด และกำลังของเหล็กเส้นโดยมีป้ายบอกชนิดและขนาดไว้อย่างชัดเจน

5.3 การดัดเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

5.3.1 การดัดเหล็กเสริมทุกเส้นให้ใช้วิธีดัดโค้งเย็น ห้ามดัดเหล็กเส้นโดยวิธีเผาให้ร้อน เว้นแต่จะมีการระบุในแบบหรือรายการประกอบแบบ ทั้งนี้การดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กเส้นชำรุดเสียหาย

5.3.2 การดัดเหล็กคอม้า ความลาดเอียงของเหล็กคอม้า นอกจะระบุไว้ในแบบรายละเอียดต้องดัดเอียงเป็นมุม 45 องศาทั้งหมด

5.3.3 รายละเอียดการดัดและการต่อเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตขององค์อาคารต่างๆ หากไม่ได้มีการระบุในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานแล้ว ให้เป็นไปตามรูปรายละเอียดการต่อเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตดังนี้

หมายเหตุ ก. รูปที่แสดงเป็นการแสดงการเสริมด้วยเหล็กข้ออ้อย ถ้าเป็นเหล็กเส้นกลมธรรมดา ปลายเหล็กต้องงอขอ ตามข้อ 5.3.4

ข. ในกรณีที่คานมีความลึกมากกว่า 1/10 ของความยาวช่วงตำแหน่งต่างๆ ของเหล็กคอม้าจะใช้ตามรูปข้างบนนี้ไม่ได้

รูปที่ 2 การดัดเหล็กคอม้าในคาน

(ข้อ 5.3.3)

รูปที่ 3 การต่อเหล็กเสาในกรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากัน

(ข้อ 5.3.3)

รูปที่ 4 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์ตรงกัน

(ข้อ 5.3.3)

รูปที่ 5 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์เยื้องกัน

(ข้อ 5.3.3)

5.3.4 การงอขอปลายเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

หากแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้ระบุการงอขอปลายเหล็กเสริมให้งอขอโดยวิธีดัดเย็น และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.4.1 ของอของเหล็กเสริมตามยาวให้ปฏิบัติดังนี้

(1) ของอเป็นมุมฉากหรือของอ 90 องศา ให้ใช้กับเหล็กข้ออ้อยทุกขนาดและเหล็กเส้นกลมขนาดตั้งแต่ 15 มิลลิเมตรขึ้นไป การงอขอให้ปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

(2) ของอเป็นครึ่งวงกลมหรือของอ 180 องศา ให้ใช้กับเหล็กเส้นกลมที่มีขนาดเล็กกว่า 15 มิลลิเมตร การงอขอให้ปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ทั้งนี้ระยะดังกล่าวจะต้องไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร

รูปที่ 6 ของอสำหรับเหล็กเสริมตามยาว

(ข้อ 5.3.4.1)

5.3.4.2 ของอของเหล็กลูกตั้ง (Stirrup) และเหล็กปลอกเดี่ยว (Tie) ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) เหล็กเสริมที่มีขนาดตั้งแต่ 25 มิลลิเมตร ลงมาให้ใช้ของอ 135 องศาหรือของอแบบวงเปิด โดยส่วนปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น (รูปที่ 7 (ก) และ (ค))

(2) เหล็กเสริมที่มีขนาดไม่มากกว่า 16 มิลลิเมตร หากไม่ใช้ของอตาม (1) สามารถใช้ของอเป็นมุมฉากหรือของอ 90 องศาได้ โดยส่วนปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น (รูปที่ 7 (ข))

(3) เหล็กเสริมที่มีขนาดตั้งแต่ 19 มิลลิเมตร ถึง 25 มิลลิเมตร หากไม่ใช้ของอตาม (1) สามารถใช้ของอเป็นมุมฉากหรือของอ 90 องศาได้ โดยส่วนปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น (รูปที่ 7 (ข))

รูปที่ 7 ของอสำหรับเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกเดี่ยว

(ข้อ 5.3.4.2)

(4) ของอของเหล็กลูกตั้ง (Stirrup) และเหล็กปลอกเดี่ยว (Tie) สำหรับการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวตามกฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ให้เป็นไปตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1301: มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

5.3.4.3 เส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กสุดของโค้งการดัดของอ (D) ให้วัดด้านในของเหล็กเส้นที่ดัด และจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 8 ทั้งนี้ยกเว้นเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่มากกว่า 16 มิลลิเมตร ให้ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของการดัดของอไม่น้อยกว่า 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

ตารางที่ 8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโค้งการดัดของอตามขนาดของเหล็กเสริม

(ข้อ 5.3.4.3)

ขนาดของเหล็กเสริม	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กสุดของโค้งการดัดของอ (D)
6 มม. ถึง 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม
28 มม. ถึง 36 มม.	8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม
40 มม.	10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม

5.4 การจัดเรียงเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

5.4.1 ก่อนเทคอนกรีต จะต้องจัดวางเหล็กเสริมให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามที่กำหนดในแบบรายละเอียด โดยมีที่รองรับที่แข็งแรงและยึดไว้แน่นหนาเพียงพอที่จะไม่ทำให้เหล็กเสริมเคลื่อนตัวหรือแอ่นตัวจากตำแหน่งเดิมเกินกว่าที่กำหนดดังนี้

5.4.1.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความลึกประสิทธิผลและระยะหุ้มเหล็กเสริมขององค์อาคารรับแรงดัด ผนัง และองค์อาคารรับแรงอัดให้เป็นไปตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความลึกประสิทธิผล และระยะหุ้มเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

(ข้อ 5.4.1.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความลึกประสิทธิผล (d)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความลึกประสิทธิผล	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของระยะหุ้มเหล็กเสริม
$d \leq 200$	± 10	-10
$d > 200$	± 15	-15

<u>หมายเหตุ</u> (1) ระยะจากผิวของเหล็กเสริมล่างถึงผิวล่างของชิ้นส่วนโครงสร้าง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน −5 มม.

(2) ระยะหุ้มเหล็กเสริมยอมให้คลาดเคลื่อนได้ตามตารางที่ 9 แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน −1/3 ของระยะหุ้มเหล็กเสริมที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

5.4.1.2 ตำแหน่งของอและปลายของเหล็กเสริมให้คลาดเคลื่อนตามยาวได้ไม่เกิน ± 50 มิลลิเมตร ยกเว้นของอและปลายเหล็กเสริมที่อยู่บริเวณปลายชิ้นส่วนโครงสร้างที่ไม่ต่อเนื่อง ให้คลาดเคลื่อนตามยาวได้ไม่เกิน ±15 มิลลิเมตร

5.4.2 ไม่ยินยอมให้เชื่อมเหล็กเสริมที่ตัดกัน ยกเว้นได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร

5.5 การต่อเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

5.5.1 เหล็กเสริมในคาน-แผ่นพื้น นอกจากที่เป็นคานยื่นหรือแผ่นพื้นยื่นหรือที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดต้องต่อในตำแหน่งต่อไปนี้

(1) เหล็กเสริมล่างของคาน-แผ่นพื้น: ให้ต่อตรงบริเวณหัวเสาหรือคานจนถึงระยะ 1/5 ของความยาวช่วงคานหรือช่วงพื้นโดยวัดจากศูนย์กลางจุดรองรับ

(2) เหล็กเสริมบนของคาน-แผ่นพื้น: ให้ต่อตรงบริเวณกลางคาน-แผ่นพื้น

สำหรับเหล็กเสริมในเสา หากไม่ระบุในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ต่อตรงจุดหลังพื้น โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 5 ในกรณีเหล็กเสริมของอาคารที่รับแรงแผ่นดินไหวให้

เป็นไปตามมาตรฐานมยผ.1301: มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

5.5.2 รอยต่อของเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่อยู่ข้างเคียง ต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน และควรเหลื่อมกันประมาณ 1.00 เมตร หากไม่จำเป็นจริงๆ แล้วไม่ควรต่อเหล็กเสริม

5.5.3 การต่อเหล็กเสริมอาจทำได้หลายวิธี คือ

5.5.3.1 ในการต่อเหล็กเสริมแบบวางทาบเหลื่อมกัน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบโดยให้เหลื่อมกันมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 40 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นและปลายของเหล็กที่ต่อต้องดัดงอขอได้ตามข้อ 5.3.4 ส่วนเหล็กข้ออ้อยให้วางทาบกันโดยมิต้องงอขอ และมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 30 ไม่น้อยกว่า 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 และไม่น้อยกว่า 45 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 50

5.5.3.2 การต่อโดยวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อ 5.6

5.5.3.3 ในการต่อเหล็กเสริมโดยอุปกรณ์ทางกล กำลังของรอยต่อจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมที่ได้รับการต่อนั้น

5.6 การเชื่อมต่อเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตด้วยไฟฟ้า

5.6.1 ลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้

5.6.1.1 ไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต้องมีกำลังเพียงพอ การต่อให้เชื่อมแบบต่อชน (Butt Weld) และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการเชื่อมต่อ รอยต่อต้องมีแรงต้านแรงดึงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของแรงต้านแรงดึงสูงสุดของเหล็กเส้นที่คำนวณได้ตามตารางที่ 1 สำหรับเหล็กเส้นกลม และตารางที่ 3 สำหรับเหล็กข้ออ้อย

5.6.1.2 ลวดเชื่อมที่นำมาใช้เชื่อมให้ใช้ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49: มาตรฐานลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้มใช้เชื่อมเหล็กกล้าละมุนด้วยอาร์ก

5.6.1.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมนั้น ๆ กำหนดไว้

5.6.2 การต่อเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย

5.6.2.1 การเชื่อมต่อจะต้องเป็นไปตามรูปแบบของการต่อในรูปที่ 8 แบบใดแบบหนึ่ง

(ก) Single – V – Groove Weld (ข) Double – V – Groove Weld

Full Penetration Welds

รูปที่ 8 รูปแบบของการต่อเหล็กเสริม

(ข้อ 5.6.2.1)

5.6.2.2 ตำแหน่งการต่อเหล็กจะต้องไม่ต่อ ณ จุดที่เหล็กงอ รอยต่อจะอยู่ห่างจากจุดที่เหล็กงออย่างน้อย 50 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเส้นนั้น

5.6.2.3 การต่อเหล็กให้ต่อ ณ ตำแหน่งที่เหล็กรับแรงน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถต่อเหล็ก ณ จุดที่กำหนดดังกล่าวได้ ให้เสริมเหล็กปลอกมากขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่า ในระยะห่างจากปลายของเหล็กที่เชื่อมแต่ละปลายออกไปอย่างน้อย 15 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

5.6.3 รายละเอียดการปฏิบัติ

การเชื่อมต่อเหล็กให้ปฏิบัติ ดังนี้

5.6.3.1 เหล็กที่จะนำมาเชื่อมจะต้องตัดปลายให้เอียงลาดตามรูปแบบการต่อในรูปที่ 8

5.6.3.2 บริเวณปลายเหล็กที่ตัดก่อนที่จะนำมาเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบและสะอาดปราศจากฝุ่น สี น้ำมัน

5.6.3.3 เหล็กเส้นที่จะนำมาเชื่อมต่อกันจะต้องวางให้ได้แนวเส้นผ่านศูนย์กลางของกันและกัน ขณะที่ทำการเชื่อมควรวางอยู่บนที่รองรับยาวประมาณข้างละ 1 เมตร ห่างจากจุดที่จะเชื่อมต่อ

5.6.3.4 การเชื่อมจะต้องเชื่อมเป็นชั้นๆ หรือเป็นแนวๆ ตามลำดับดังตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 9 เมื่อเชื่อมเสร็จแต่ละชั้นหรือแต่ละแนว การเชื่อมชั้นต่อไปจะต้องเคาะขี้เหล็กออกให้หมดทุกครั้ง แล้วแปรงให้สะอาดเสียก่อน

รูปที่ 9 ลำดับการเชื่อม

(ข้อ 5.6.3.4)

5.6.3.5 ระหว่างการเชื่อมแต่ละชั้นให้ปล่อยทิ้งไว้ในอากาศจนอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส โดยการวัดที่ผิวตรงจุดกึ่งกลางความยาวของแนวเชื่อม ห้ามกระทำการใด ๆ เพื่อที่จะเร่งให้อุณหภูมิลดลง

5.7 การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ

5.7.1 การเก็บตัวอย่างให้ตัดเหล็กเส้นทุก ๆ ขนาด แต่ละขนาดยาวไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลตามข้อ 4.1.1 ข้อ 4.2.1 หรือ ข้อ 4.3.1 แล้วแต่กรณี

5.7.2 การเก็บตัวอย่างให้เก็บหนึ่งตัวอย่างจากเหล็กเส้นเส้นหนึ่ง ต่อจำนวนเหล็กเส้นทุก ๆ 100 เส้น หรือเศษของ 100 เส้นแต่จำนวนตัวอย่างแต่ละขนาดที่ส่งมาทดสอบในแต่ละชุดจะต้องไม่น้อยกว่า 3 ตัวอย่าง

5.7.3 การเก็บตัวอย่างต้องเก็บจากกองเหล็กเส้นแต่ละครั้งที่นำเข้ามาใหม่ในสถานที่ก่อสร้าง

5.8 การพิจารณาผลการทดสอบ

ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ถือว่าเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตครั้งและขนาดที่จะนำไปใช้งานนั้นใช้ไม่ได้

6. เอกสารอ้างอิง

(1) มาตรฐาน มยธ. 103-2533 มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

(2) มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1301-50 มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว กรมโยธาธิการและผังเมือง พ.ศ. 2550

(3) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2543 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กเส้นกลม) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2543

(4) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24-2548 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กข้ออ้อย) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2548

(5) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 737-2549 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2549

มยผ. 1105-52

มาตรฐานงานฐานราก

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานนี้ใช้กับงานก่อสร้างฐานรากสำหรับการก่อสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างทั่วไป เช่น บ้าน โรง เรือนคลังสินค้า กำแพงกันดิน และอาคารชลประทาน เป็นต้น นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่นให้ถือในส่วนที่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงานนั้นเป็นหลัก ส่วนข้อความอื่นใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับนี้

2. นิยาม

"ดินฐานราก" หมายความว่า วัสดุธรรมชาติที่ประกอบเป็นเปลือกโลก เช่น หิน กรวด ทราย ดินเหนียว เป็นต้น ซึ่งใช้รองรับฐานรากของอาคาร

"ฐานราก" หมายถึง ส่วนของอาคารที่ใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนลงสู่ดินฐานราก

"ฐานรากแผ่" หมายความว่า ฐานรากที่ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนสู่ดินฐานรากโดยตรง

"ฐานรากเสาเข็ม" หมายความว่า ฐานรากที่ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนผ่านเสาเข็มลงสู่ดินฐานราก

"เสาเข็ม" หมายถึง เสาที่ฝังอยู่ในดินฐานรากเพื่อใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากอาคารสู่ดินฐานราก

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1106: มาตรฐานงานเสาเข็ม

3.1.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์

3.1.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1253: มาตรฐานการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นดิน

3.2 มาตรฐานอื่นใดที่จะนำมาใช้นอกเหนือจากมาตรฐานที่ระบุในข้อ **3.1** จะต้องได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคารหรือสภาวิศวกร หรือจัดทำโดยส่วนราชการ หรือจัดทำโดยสมาคมวิชาชีพที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคาร

3.3 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ

4. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

4.1 ฐานรากแผ่ที่ไม่ต้องใช้เสาเข็ม

4.1.1 ฐานรากต้องวางอยู่บนดินเดิมเสมอ นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่น ความลึกของฐานราก ขนาดและรายละเอียดการเสริมเหล็กต้องเป็นไปตามแบบรายละเอียดที่ได้กำหนดไว้

4.1.2 การก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกต่างกัน ต้องทำการก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกมากที่สุดก่อนเสมอไป ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันฐานรากที่มีระดับตื้นกว่าพัง ขณะทำฐานรากตัวที่อยู่ลึกกว่า

4.1.3 ฐานรากที่ระดับลึกต่างกันนั้นต้องมีระดับลึกต่างกันไม่เกินข้อกำหนดในรูปที่ 1 หากแบบรายละเอียดกำหนดระดับต่างกันของฐานรากเกินข้อกำหนดแล้ว ต้องสอบถามวิศวกรผู้ออกแบบและคำนวณ เพื่อวินิจฉัยความถูกต้องอีกครั้งหนึ่งเสียก่อน จึงจะดำเนินการต่อไปได้

ข้อกำหนด

สำหรับฐานรากวางบนดิน (Soil) b ไม่มากกว่า a/2

สำหรับฐานรากวางบนหิน (Rock) b ไม่มากกว่า a

รูปที่ 1 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากที่ความลึกต่างกัน

(ข้อ 4.1.3)

4.1.4 ในการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียงนั้น ฐานรากตัวริมที่ติดกับพื้นที่ลาดเอียงนั้น ต้องมีระยะจากขอบนอกสุดส่วนบนของฐานถึงพื้นที่ลาดเอียงนั้น (Edge Distance) เป็นไปตามข้อกำหนดในรูปที่ 2 ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการสึกกร่อนของผิวดินอันจะเป็นอันตรายแก่ฐานรากภายหลัง

ข้อกำหนด

สำหรับฐานรากวางบนดิน (Soil)	ระยะ a	ไม่น้อยกว่า 1.5B เมตร แต่ทั้งนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
	ระยะ b	ไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
สำหรับฐานรากวางบนหิน (Rock)	ระยะ a	ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร
	ระยะ b	ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

รูปที่ 2 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียง

(ข้อ 4.1.4)

หากแบบและรายการละเอียดได้กำหนดระยะของขอบฐานรากดังกล่าวไว้เป็นอื่นแล้วให้ถือปฏิบัติตามแบบและรายการละเอียดที่ได้กำหนดไว้ แต่ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ในรูปที่ 2

4.1.5 ฐานรากของอาคารที่ก่อสร้างใกล้เชิงลาดทั้งที่อยู่บริเวณส่วนฐานและส่วนบนของเชิงลาดที่มีความลาดเอียง (ระยะในแนวดิ่งต่อระยะในแนวราบ) มากกว่า 1 ต่อ 3 ให้เป็นไปตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.5.1 อาคารที่ก่อสร้างบริเวณส่วนฐานของเชิงลาดจะต้องมีระยะห่างจากปลายเชิงลาดที่เพียงพอสำหรับการป้องกันอาคารจากปัญหาการระบายน้ำจากเชิงลาด การกัดเซาะ และการวิบัติบริเวณผิวลาด (Shallow Failure) หากไม่ได้มีการกำหนดระยะห่างของอาคารในแบบรายละเอียดหรือไม่มีวิศวกรรับรองความปลอดภัยตามข้อ 4.1.5.3 แล้ว ระยะห่างจากปลายเชิงลาดให้เป็นไปตามรูปที่ 3 (ก) สำหรับกรณีเชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า 1 ต่อ 1 ตำแหน่งของปลายเชิงลาดให้สมมุติว่าเป็นจุดตัดระหว่างระนาบในแนวราบที่ระดับหลังฐานรากและระนาบที่ลากสัมผัสกับเชิงลาดทำมุม 45 องศากับแนวราบ ตามรูปที่ 3 (ข) และสำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างกำแพงกันดินที่ปลายเชิงลาด ความสูงของเชิงลาดให้วัดจากส่วนบนของกำแพงกันดินถึงยอดเชิงลาด

4.1.5.2 ฐานรากของอาคารที่ก่อสร้างอยู่บริเวณส่วนบนของเชิงลาดจะต้องวางอยู่บนชั้นดินที่มีความมั่นคงแข็งแรง โดยมีระยะฝังลึกและระยะห่างจากยอดเชิงลาดที่มากเพียงพอที่จะรองรับฐานรากทั้งในแนวดิ่งและด้านข้างโดยไม่เกิดการทรุดตัวที่เป็นอันตรายได้ หากไม่ได้มีการ

กำหนดระยะห่างของฐานรากในแบบรายละเอียดหรือไม่มีวิศวกรรับรองความปลอดภัยตามข้อ 4.1.5.3 แล้ว ระยะห่างจากยอดเชิงลาดให้เป็นไปตามรูปที่ 3 สำหรับกรณีที่เชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า 1 ต่อ 1 ระยะห่างให้วัดจากระนาบเชิงลาดสมมุติที่เอียงเป็นมุม 45 องศากับแนวราบโดยฉายจากปลายเชิงลาดขึ้นมา ตามรูปที่ 3 (ข) โดยในทุกกรณีระยะห่างจากเชิงลาดของฐานรากต้องเพียงพอที่จะไม่ทำให้เส้นการกระจายแรงตามรูปที่ 4 ตัดกับผิวเชิงลาดและฐานรากที่มีอยู่แล้ว

(ก) กรณีเชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า-1 ต่อ 3 แต่น้อยกว่า 1 ต่อ 1

(ข) กรณีเชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า 1 ต่อ 1

รูปที่ 3 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากใกล้เชิงลาด

(ข้อ 4.1.5)

รูปที่ 4 เส้นการกระจายแรงของการก่อสร้างฐานรากบนเชิงลาด

4.1.5.3 กรณีที่การก่อสร้างอาคารที่มีระยะห่างจากเชิงลาดต่างไปจากที่กำหนดในข้อ 4.1.5.1 และ 4.1.5.2 จะต้องมีวิศวกรรับรองความปลอดภัยของการก่อสร้างอาคารใกล้เชิงลาดดังกล่าว โดยการรับรองจะต้องพิจารณาถึงเสถียรภาพของความลาดที่อาจส่งผลกระทบต่อฐานรากอาคาร เสถียรภาพของความลาดภายใต้แรงกระทำจากฐานราก การระบายน้ำ และการกัดเซาะของวัสดุเชิงลาด

4.1.6 ในกรณีเมื่อขุดดินเพื่อทำฐานรากลึกไม่ได้ระดับตามรายการหรือแบบรายละเอียด เนื่องจากขุดถึงชั้นหินพืดหรือชั้นลูกรังแล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) หากเป็นชั้นหินพืด ฐานรากต้องฝังอยู่ในหินพืดลึกไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร (วัดตรงที่ตื้นสุด) หรือต้องวางอยู่บนชั้นหินที่มีคุณภาพดี ไม่ผุกร่อนและมีการยึดฐานรากเข้ากับชั้นหินพืดด้วยเหล็กเดือย (Dowel Bars) โดยทั้งสองกรณีดังกล่าวข้างต้น ฐานรากจะต้องวางได้เต็มพื้นที่ฐานรากบนหินพืด และต้องปรับหรือสกัดหินที่รองรับให้เรียบเพื่อไม่ให้เกิด แรงกระทำเป็นจุด (Concentrated Load) กระทำต่อฐานราก รวมทั้งพื้นที่รองรับฐานรากจะต้องอยู่ในระนาบราบเพื่อไม่ให้เกิดโมเมนต์ดัดกระทำต่อเสาตอม่อ และให้ตรวจสอบว่าพื้นที่รองรับเป็นชั้นหินพืดจริงหรือไม่ ซึ่งอาจตรวจสอบได้โดยการเจาะสำรวจชั้นหินหรือการเจาะรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร ฐานรากหนึ่งไม่น้อยกว่า 2 รู สำหรับกรณีที่ฐานรากมีความกว้างเกินกว่า 2.00 เมตร การเจาะสำรวจชั้นหินหรือการเจาะรูดังกล่าวจะต้องมีความลึกที่ครอบคลุมถึงระนาบการวิบัติ (Failure Surface) ของฐานรากที่อาจจะเกิดขึ้นได้

(2) หากเป็นชั้นลูกรัง ให้ถือปฏิบัติเหมือนชั้นหินพืดในข้อ (1) ทุกประการ แต่ทั้งนี้ก่อนดำเนินการก่อสร้างฐานรากให้ทดสอบคุณสมบัติของดินลูกรัง หรือแจ้งวิศวกรผู้คำนวณออกแบบเพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหาต่อไป

ในกรณีเมื่อทำการเจาะชั้นหินพืดหรือชั้นลูกรังแล้ว ปรากฏว่ามีความหนาไม่เพียงพอตามข้อ (1) และ (2) ให้แจ้งวิศวกรผู้คำนวณออกแบบเพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหาต่อไป

4.1.7 ในกรณีที่ทำการขุดดินจนถึงระดับท้องฐานรากตามที่รายการหรือแบบละเอียดได้กำหนดไว้ให้แล้ว ปรากฏว่าดินใต้ฐานรากนั้นเป็นดินถมหรือดินธรรมชาติที่มีคุณภาพไม่ดีพอ จะต้องขุดดินให้ลึกลงไปอีกจนถึงชั้นดินที่มีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ตามที่แบบหรือรายละเอียดกำหนด และเพื่อให้ทราบแน่นอนว่าพื้นดินชั้นดังกล่าวจะมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่รายการหรือแบบรายละเอียดกำหนดหรือไม่ จะต้องทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดินทุกประการ

4.1.8 การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดิน ให้เป็นไปตาม มยผ. 1253: มาตรฐานการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นดิน

4.2 ฐานรากที่ต้องใช้เสาเข็ม

4.2.1 ความลึกและขนาดของฐานราก และรายละเอียดการเสริมเหล็ก ต้องเป็นไปตามแบบรายละเอียดที่ได้กำหนดให้

4.2.2 การดำเนินการก่อสร้างฐานรากให้ปฏิบัติตามข้อ 4.1.2 และข้อ 4.1.4 โดยระยะ a ในข้อ 4.1.4 ให้ใช้ได้ไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร

4.2.3 เสาเข็มที่ใช้ต้องมีคุณภาพและคุณสมบัติเป็นไปตาม มยผ. 1106 : มาตรฐานงานเสาเข็ม

4.2.4 การยก การตอก ให้เป็นไปตาม มยผ. 1106: มาตรฐานงานเสาเข็ม และการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มให้เป็นไปตาม มยผ. 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์

4.2.5 เสาเข็มไม้และเสาเข็มเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ จะเป็นเสาเข็มสั้นหรือยาวก็ตาม หัวเสาเข็มต้องจมอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินตลอดเวลา ดังนั้น หากปรากฏว่าเมื่อขุดดินถึงระดับก้นฐานรากได้ตามแบบ และรายการละเอียดที่กำหนดแล้วยังไม่ถึงระดับน้ำใต้ดิน จะต้องตอกลงไปอีกหรือตัด เพื่อให้หัวเสาเข็มอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินตลอดเวลา

4.2.6 ฐานรากที่ใช้เสาเข็มยาว การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวังมิให้เกิดความเสียหายแก่อาคารข้างเคียง การตอกเสาเข็มต้องตอกให้เป็นระเบียบ โดยตอกเสาเข็มเป็นแนวๆ หรือเสร็จเป็นฐานๆ ไป ห้ามตอกสลับไปสลับมา หรือให้ตอกตามลำดับที่กำหนดใน มยผ. 1106: มาตรฐานงานเสาเข็ม

4.2.7 ในกรณีที่เสาเข็มจมลงเร็วผิดปกติในขณะตอกสำหรับอาคารเดียวกัน จะต้องรายงานให้วิศวกรผู้คำนวณออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานทราบเพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหาต่อไป

4.2.8 หากมีความจำเป็นต้องถมดินหรือทรายภายในบริเวณที่ได้ตอกเสาเข็มไว้แล้ว การถมต้องถมด้วยความระมัดระวังมิให้เสาเข็มชำรุด เอน เอียง หรือหนีศูนย์กลาง และเพื่อมิให้เกิดปัญหาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องถมดินหรือทรายรอบเสาเข็มแต่ละต้นให้สูงกว่าระดับอื่นๆ เสียก่อน จากนั้นจึงถมบริเวณอื่นๆ ต่อไป ห้ามถมไปทางด้านเดียว

4.3 การขุดดินเพื่อก่อสร้างฐานราก

4.3.1 ในการขุดดินเพื่อก่อสร้างฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดให้ได้ขนาด และระดับตามแบบและรายละเอียด พร้อมทั้งป้องกันมิให้ดินพังทลายหรือเกิดความเสียหายใดๆ ซึ่งอาจจะทำได้ด้วยการสร้างโครงสร้างรับแรงด้านข้างหรือขุดดินลดเป็นชั้นๆ ลงไป ดินที่ขุดต้องนำไปกองไว้ให้เรียบร้อย

4.3.2 ให้สูบน้ำก้นบ่อออกให้หมด ก่อนที่จะเทคอนกรีตฐานราก และตลอดเวลาดำเนินการเทคอนกรีตฐานราก

4.3.3 การกลบดินต้องถมดินเป็นชั้น ๆ ชั้นหนึ่งๆ หนาไม่เกิน 30 เซนติเมตร โดยกระทุ้งให้แน่นทุกๆ ชั้น

5. เอกสารอ้างอิง

(1) International Code Council. “International Building Code,” Fall Church, VA, 2003.

(2) มาตรฐาน มยธ. 105-2533 มาตรฐานงานฐานราก กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

มยผ. 1106-52

มาตรฐานงานเสาเข็ม

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานนี้ใช้กับงานเสาเข็มคอนกรีตและเสาเข็มไม้ทุกประเภท สำหรับการก่อสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างทั่วไป เช่น บ้าน โรง เรือน คลังสินค้า กำแพงกันดิน และอาคารชลประทาน เป็นต้น นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่นให้ถือในส่วนที่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงานนั้นเป็นหลัก ส่วนข้อความอื่นใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับนี้

1.2 มาตรฐานนี้ระบุไว้เพื่อให้การก่อสร้างงานเสาเข็มเป็นไปตามหลักวิชาการ ประหยัด และปลอดภัย

1.3 มาตรฐานนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก และใช้ค่าการแปลงหน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรงเท่ากับ 9.806 นิวตัน

2. นิยาม

"การสูญเสียของการอัดแรง (Losses)" หมายถึง การที่ลวดเหล็กหรือเหล็กเสริมที่ใช้อัดแรงชนิดอื่นๆ สูญเสียหน่วยแรงดึงตามขั้นตอนต่าง ๆ อันเนื่องมาจาก การหดตัวอีลาสติก การคืบและหดตัวของคอนกรีต และการคลายแรงดึงของเหล็กเสริมอัดแรง

"ฐานราก" หมายถึง ส่วนของอาคารที่ใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนลงสู่ดินฐานราก

"เสาเข็ม" หมายถึง เสาที่ฝังอยู่ในดินฐานรากเพื่อใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากอาคารสู่ดินฐานราก

"เสาเข็มเจาะ (Bored Pile)" หมายถึง เสาเข็มที่ก่อสร้างโดยการขุดหรือเจาะลงไปในชั้นดินโดยอาจใช้ปลอกเหล็กกันดินพังหรือไม่ก็ตาม แล้วหล่อคอนกรีตในหลุมที่เจาะแล้วเสร็จ

"เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ" หมายถึง เสาเข็มคอนกรีตที่หล่อหรือผลิตในโรงงาน หรือที่สถานที่ก่อสร้างก่อนที่จะนำมาติดตั้งโดยการตอกหรือฝัง

"แรงแบกทานที่ยอมให้ของเสาเข็ม" หมายถึง แรงต้านทานการรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัยของเสาเข็ม

"หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต" หมายถึง หน่วยแรงอัดสูงสุดตามแกนยาวของแท่งคอนกรีตทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร สามารถรับได้ หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นหน่วยแรงอัดดังกล่าวในมาตรฐานนี้ ให้ใช้หน่วยแรงอัดประลัยที่อายุ 28 วันเป็นเกณฑ์

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.1.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1102: มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

3.1.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

3.1.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์

3.1.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1252: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์

3.1.6 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1551: มาตรฐานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มด้วยวิธี Seismic Integrity Test

3.1.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 395: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

3.1.8 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 396: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

3.1.9 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 397: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จแบบแรงเหวี่ยง

3.1.10 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 398: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงโดยใช้แรงเหวี่ยง

3.1.11 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 399: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จขนาดสั้น

3.1.12 มาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1019: ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

3.2 หากจะนำมาตรฐานอื่นมาใช้นอกเหนือจากที่ระบุในข้อ 3.1 มาตรฐานดังกล่าวต้องได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคารหรือสภาวิศวกร

3.3 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ

4. ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้าง

4.1 เสาเข็มไม้

4.1.1 ไม้ที่นำมาใช้เป็นเสาเข็ม ต้องเป็นไม้เบญจพรรณหรือไม้สนที่ได้มาจากต้นที่แข็งแรง และยังสดอยู่ขณะที่นำมาใช้ต้องไม่ผุหรือมีราขึ้น ไม้ที่ผุง่าย เช่นไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ห้ามนำมาใช้

4.1.2 เสาเข็มต้องทุบหรือถากเปลือกออกอย่างน้อยร้อยละ 80 ของพื้นที่ผิวโดยรอบเสาเข็ม ตาไม้ต่าง ๆ ต้องตัดให้เรียบเสมอผิวของต้นเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องใช้เลื่อยตัดเรียบได้ฉากกับลำต้น ตาไม้ในเสาเข็มต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกินกว่า 1 ใน 3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มตรงตำแหน่งที่มีตานั้น แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 100 มิลลิเมตร

4.1.3 เสาเข็มต้องตรงมากที่สุด เสาเข็มที่คดจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อขึงเชือกจากแนวศูนย์กลางปลายทั้งสองข้างของเสาเข็มแล้วเชือกไม่ล้ำออกจากลำต้น

4.1.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดนั้น ให้ถือเป็นขนาดเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มที่วัดตรงจุดกลางความยาวของเสาเข็ม โดยใช้เทปพันรอบให้ตึง ความยาวที่ได้ถือเป็นเส้นรอบวง ซึ่งเท่ากับ 3.14 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

4.2 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

4.2.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

4.2.1.1 วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็ม และส่วนผสมของคอนกรีต ตลอดจนการปฏิบัติต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตอัดแรงและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1102: มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

(3) คุณลักษณะของเหล็กเสริมและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

ค่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่าด้วยเสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้นๆ ตามข้อ 3.1.7 ถึง 3.1.11

4.2.1.2 เสาเข็มที่นำมาใช้ต้องมีความยาว พื้นที่หน้าตัดที่กดบนดิน (Projected Area) และความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบ

4.2.1.3 รูปลักษณ์ภายนอกของเสาเข็มต้องเหมือนกันตลอดความยาวของเสาเข็ม ยกเว้นส่วนหัวเสาเข็มที่รับตุ้มตอกเสาเข็ม สำหรับส่วนปลายเสาเข็มในระยะซึ่งยาวไม่เกิน 1.5 เท่าของความกว้างของเสาเข็มยอมให้สอบปลายได้

4.2.1.4 เสาเข็มที่จะนำมาตอกใช้งานจะต้องมีหน่วยแรงอัดประลัยตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน หากต้องการนำเสาเข็มมาใช้ก่อนกำหนดให้ทดสอบกำลังของคอนกรีต ซึ่งกำลังของคอนกรีตที่เวลานำมาใช้นั้นจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต

4.2.1.5 เสาเข็มต้องมีลำต้นตรง ระยะโก่งที่ส่วนใดๆ ของเสาเข็ม ถ้าวัดระหว่างเส้นตรงที่ต่อปลายทั้งสองของส่วนโก่งกับผิวด้านใดๆ ก็ตาม ต้องไม่เกินความยาวส่วนที่โก่งหารด้วยค่าที่กำหนดในรูปที่ 1

ระยะโก่งสูงสุด $\leq$ *L/180* *ระยะโก่งสูงสุด* $\leq$ *L/360*

รูปที่1 การวัดระยะโก่งของเสาเข็ม

(ข้อ 4.2.1.5)

4.2.1.6 หากเป็นเสาเข็มกลวงหรือเว้าข้าง รูกลวงหรือส่วนเว้าข้าง ต้องไม่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัดเบี่ยงเบนไปจากศูนย์กลางของหน้าตัดเสาเข็ม

4.2.1.7 เสาเข็มต้องแข็งแรงทนทานต่อการตอกของตุ้มตอกเสาเข็ม และการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่งได้ และต้องมีรูปร่างหน้าตัดภายนอกเป็นสี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม หรือมากกว่า หรือกลม หรือ I หรือที่คล้ายตัว I ซึ่งมีความหนาของส่วนที่บางที่สุดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร หรือ 2 เท่าของระยะหุ้มเหล็กเสริมบวกด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความหนาของเหล็กเสริมโดยใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์ ยกเว้นเสาเข็มขนาดเล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรลงมา

4.2.1.8 เสาเข็มจะต้องแสดงตำแหน่งจุดยกที่ชัดเจน หากไม่มีการกำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบให้กำหนดจุดยก โดยอาจทำเป็นเครื่องหมายหรือฝังหูร้อยหรือที่จับยึดสำหรับการยก และตำแหน่งของจุดยกให้เป็นไปตามรูปที่ 2 แต่ทั้งนี้หน่วยแรงที่เกิดขึ้นระหว่างการยกเสาเข็มจะต้องเป็นไปตามข้อ 4.2.2.2 หรือ 4.2.3.2

4.2.1.9 เสาเข็มยอมให้มีรอยร้าวต่อเนื่องกันได้ไม่เกินครึ่งหนึ่งของเส้นรอบรูป และต้องทำมุมระหว่าง 80 ถึง 90 องศากับแนวสะเทิน รอยร้าวที่เกิดขึ้นแต่ละรอยต้องห่างกันเกินกว่า 1 เมตร และความกว้างของรอยร้าวต้องไม่มากกว่า 0.2 มิลลิเมตร แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน สำหรับโครงการก่อสร้างที่อยู่ในพื้นที่หรือเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาความคงทนไม่ยินยอมให้ใช้เสาเข็มที่มีรอยร้าว

4.2.2 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

4.2.2.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จต้องเป็นไปตามข้อ 4.2.1

4.2.2.2 แรงดัดที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดหน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมเกินกว่า 118 เมกาปาสกาล (1,200 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ หรือเกินกว่า 147 เมกาปาสกาล (1,500 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีกำลังครากน้อยกว่า 390 เมกาปาสกาล (4,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) หรือเกิน

กว่า 167 เมกาปาสกาล (1,700 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีกำลังครากตั้งแต่ 390 เมกาปาสกาล (4,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ขึ้นไป และหน่วยแรงอัดในคอนกรีตที่ขณะใช้งานจะต้องไม่เกินร้อยละ 37.5 ของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต

4.2.2.3 เหล็กปลอกจะต้องยึดติดกับเหล็กเสริมตามยาวให้มั่นคง และต้องมีปริมาณเป็นร้อยละของปริมาตรคอนกรีตของเสาเข็มในช่วงนั้นๆ ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ 3

4.2.3 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

4.2.3.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จต้องเป็นไปตามข้อ 4.2.1 ส่วนคุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงประเภทต่างๆ ที่ไม่ได้ระบุในมาตรฐานนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่าด้วย เสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้นๆ ตามข้อ 3.1.7 ถึง 3.1.11 แล้วแต่กรณี

4.2.3.2 แรงดัดที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดหน่วยแรงดึงในคอนกรีตเกินกว่า 0.5 คูณด้วยรากที่สองของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เมื่อหน่วยแรงมีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (หรือไม่เกินกว่า 1.59 คูณด้วยรากที่สองของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เมื่อหน่วยแรงมีหน่วยเป็นกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

ในกรณีที่หน่วยแรงดึงมีค่าสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะต้องขยายพื้นที่หน้าตัดหรือเสริมเหล็กยึดเหนี่ยวเพิ่มเติมในส่วนของคอนกรีตที่เกิดหน่วยแรงดึง (Tensile Zone) เพื่อสามารถรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในคอนกรีตดังกล่าวได้ทั้งหมด (อาจจะเป็นเหล็กเสริมปกติหรือเหล็กเสริมอัดแรง) โดยที่แรงดึงให้คำนวณจากสมมุติฐานของหน้าตัดไม่แตกร้าว

(ก) จุดยกเสาเข็มจำนวน 1 จุด

(ข) จุดยกเสาเข็มจำนวน 2 จุด

(ค) จุดยกเสาเข็มจำนวน 3 จุด

<u>หมายเหตุ</u> w = น้ำหนักของเสาเข็มรวมผลของแรงกระแทกจากการขนส่ง

รูปที่ 2 ตำแหน่งจุดยกเสาเข็ม

(ข้อ 4.2.1.8)

<u>หมายเหตุ</u> W = ส่วนที่แคบที่สุดของรูปตัดขวางทั้งหมดของเสาเข็ม

รูปที่ 3 ปริมาณเหล็กปลอกต่ำสุดของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

(ข้อ 4.2.2.3)

4.2.3.3 หน่วยแรงอัดที่ยอมให้จากน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มจะต้องไม่เกินกว่าผลต่างระหว่างร้อยละ 33 ของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตและร้อยละ 27 ของหน่วยแรงอัดประสิทธิผลที่กระทำกับคอนกรีตเนื่องจากการอัดแรง หรือ

$$\sigma_a \leq 0.33 f_c' - 0.27 f_{pc} \qquad (1)$$

เมื่อ σ_a เป็น หน่วยแรงอัดที่ยอมให้จากน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็ม มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

f_c' เป็นหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

f_{pc} เป็นหน่วยแรงอัดประสิทธิผลที่กระทำกับคอนกรีตเนื่องจากการอัดแรง มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

4.2.3.4 เหล็กปลอกจะต้องยึดติดกับเหล็กเสริมตามยาวให้มั่นคง และต้องมีปริมาณเป็นร้อยละของปริมาตรคอนกรีตของเสาเข็มในช่วงนั้นๆ ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ 4

<u>หมายเหตุ</u> W = ส่วนที่แคบที่สุดของรูปตัดขวางทั้งหมดของเสาเข็ม

รูปที่ 4 ปริมาณเหล็กปลอกต่ำสุดของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

(ข้อ 4.2.3.4)

4.3 เสาเข็มเจาะ

4.3.1 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มเจาะแบบแห้ง

4.3.1.1 วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็ม และส่วนผสมของคอนกรีต ตลอดจนการปฏิบัติต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) คุณลักษณะของเหล็กเสริมและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

4.3.1.2 เสาเข็มต้องมีความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบ

4.3.2 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มเจาะแบบเปียกให้เป็นไปตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1019: ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ ว่าด้วย คุณลักษณะของเสาเข็มเจาะแบบเปียก

5. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

5.1 เสาเข็มไม้

5.1.1 เสาเข็มต้องตอกโดยให้ปลายแหลมลง และหัวเสาเข็มจมอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินถาวรทุกต้น

5.1.2 เสาเข็มเมื่อนำไปใช้ในน้ำทะเลต้องอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ (Creosote Oil) ประมาณ 320 กิโลกรัมต่อเนื้อไม้หนึ่งลูกบาศก์เมตร (20 ปอนด์ต่อเนื้อไม้หนึ่งลูกบาศก์ฟุต) ทั้งนี้เพื่อป้องกันแมลงเจาะไช

5.2 เสาเข็มคอนกรีต<u>หล่อสำเร็จ</u>

5.2.1 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จดังต่อไปนี้ไม่อนุญาตให้ใช้เสาเข็มต่อได้

(1) เสาเข็มที่ระบุให้ต้องรับแรงด้านข้าง

(2) เสาเข็มที่อยู่ในดินฐานรากที่มีความเสี่ยงต่อการเลื่อนไถลของดิน (Soil Sliding)

(3) เสาเข็มที่ปลายวางอยู่บนหินที่มีความลาดเอียงที่มีความเสี่ยงต่อการไถลของเข็มได้

5.2.2 เสาเข็มที่นอกเหนือจากข้อ 5.2.1 อนุญาตให้ต่อได้ แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน 2 ท่อน โดยวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้า และทั้งสองท่อนเมื่อต่อกันแล้วต้องเป็นเส้นตรงเดียวกัน โดยที่ข้อต่อของเสาเข็มทั้งสองท่อนต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ (รูปที่ 5)

(ก) ข้อต่อของเสาเข็มหน้าตัดสี่เหลี่ยมตัน

(ข) ข้อต่อของเสาเข็มรูปตัว I หรือคล้ายตัว I

รูปที่ 5 รายละเอียดข้อต่อของเสาเข็ม

(ข้อ 5.2.2)

5.2.2.1 ข้อต่อต้องเป็นเหล็กเหนียวและหล่อเป็นส่วนเดียวกันกับเสาเข็มแต่ละท่อน

5.2.2.2 ข้อต่อต้องมีลักษณะเป็นหมวกครอบปลายหัวเสาเข็มในส่วนที่จะต่อกันนั้น หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และสามารถกันมิให้คอนกรีตเนื้อเสาเข็มที่รองรับข้อต่อนั้นแตกในขณะรับแรงกระแทกจากการตอกเสาเข็ม รวมทั้งต้องมีขนาดและความหนาเพียงพอที่สามารถส่งถ่ายแรงดัดระหว่างเสาเข็มที่ต่อได้ไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม ข้อต่อนี้ให้หล่อยึดติดกับ

ตัวเสาเข็ม และต้องมีเนื้อที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าเนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็มที่จุดนั้น แต่จะโตเกินขนาดภายนอกของเสาเข็มมิได้

5.2.2.3 ต้องมีเหล็กยึดข้อต่อดังกล่าวให้ติดแน่นกับท่อนคอนกรีตเสาเข็ม จนสามารถรับแรงดัดได้ดีไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม

5.2.2.4 ความหนาของแผ่นเหล็กข้อต่อของแต่ละแผ่น เฉพาะส่วนที่วางประกบกันต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร

5.2.2.5 พื้นที่ผิวของข้อต่อส่วนที่ประกบกันต้องไส กลึง หรือ ฝาน ให้เรียบทั้งสองขึ้นเพื่อให้ประกอบกันแนบสนิท

5.2.2.6 เสาเข็มในส่วนที่ชิดกับข้อต่อ ต้องได้รับการป้องกันการแตกด้วยการเสริมเหล็กปลอกเป็นพิเศษ

5.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตและวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีต

5.3.1 ปั้นจั่นที่นำมาใช้ในการตอกเสาเข็มต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และมีความกว้างของฐานปั้นจั่นพอที่จะมีการทรงตัวได้ดีเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้ง ชิ้นส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นตัวปั้นจั่นต้องไม่คดงอหรือแตกร้าว ตะเกียบคู่หน้าของปั้นจั่นต้องเป็นเส้นตรงและไม่หลวมคลอน

5.3.2 เครื่องยนต์ที่ใช้กับปั้นจั่นต้องมีสภาพสมบูรณ์ สามารถให้กำลังได้อย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ที่ห้ามล้อครัทช์และที่ห้ามการคลายตัวของเชือกลวดต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้โดยปลอดภัย เชือกลวดต้องมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของน้ำหนักเสาเข็มและตุ้มที่ยกและไม่สึกหรอจนส่อให้เห็นว่าจะเกิดอันตรายได้โดยง่าย

5.3.3 พื้นที่ที่รองรับปั้นจั่นต้องเสริมให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักปั้นจั่นและอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยขณะที่ตอกเสาเข็มปั้นจั่นต้องไม่โยกคลอนหรือทรุดตัวลงจนทำให้เสียแนวดิ่งของตะเกียบบังคับเสาเข็มหรือเกิดแรงเบียดเสาเข็ม

5.3.4 ถ้าใช้หมวกเหล็กครอบหัวเสาเข็มในการตอกเสาเข็มหมวกดังกล่าวต้องมีขนาดพอเหมาะกับหัวเสาเข็ม คือไม่โตกว่าหัวเสาเข็มเกิน 10 มิลลิเมตร และภายในหมวกให้ใช้ไม้เนื้ออ่อนรองหัวเสาเข็มได้หนาไม่เกิน 30 มิลลิเมตร และเมื่อไม้รองในหมวกแตกยุ่ยจนทำให้ประสิทธิภาพของการตอกลดลงต้องเปลี่ยนไม้รองใหม่ หมวกเหล็กจะต้องมีที่บังคับกับตะเกียบด้วย

5.3.5 ตุ้มที่ใช้ตอกเสาเข็มต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของน้ำหนักเสาเข็ม แต่ต้องหนักไม่น้อยกว่า 3 เมตริกตัน

5.3.6 ก่อนตอกเสาเข็มต้องปักหมุดแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอกแต่ละต้นให้ชัดเจน และต้องมีเครื่องบังคับเสาเข็มที่แข็งแรงพอ เพื่อว่าเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้งในที่บังคับเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องอยู่ตรงศูนย์เสาเข็มที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยเครื่องบังคับเสาเข็มต้องไม่เคลื่อนที่หรือหักพังไปจนกว่าปลายเสาเข็มจะจมลงไปในดินแล้วไม่น้อยกว่า 6 เมตร

5.3.7 การตอกเสาเข็มต้องพยายามจัดให้แรงกระทบของตุ้มที่มีต่อหัวเสาเข็ม ถ่ายกำลังไปตามแนวแกนของเสาเข็ม หากอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มหลวมคลอนก่อให้เกิดแรงกระทบเสาเข็มเบนออกนอกแนวแกนจนเสาเข็มสะบัดคลอนไปในทางราบแล้วต้องหนุนการตอกเสาเข็มทันที จนกว่าจะมีการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เสาเข็มสะบัดเสียก่อน หากแก้ไขไม่ได้ต้องเปลี่ยนปั้นจั่นทั้งชุด

5.3.8 เมื่อเสาเข็มจมเสมอระดับดินแล้วแต่ยังไม่ได้ระดับให้ใช้เสาส่งวางบนหัวเสาเข็มได้ โดยที่เสาส่งต้องยาวไม่เกินกว่าระยะที่หัวเสาเข็มจมดินบวกด้วย 600 มิลลิเมตร ในการใช้เสาส่งปลายเสาส่วนที่วางอยู่บนหัวเสาเข็มต้องมีที่บังคับไม่ให้เคลื่อนหลุดออกนอกแนวหัวเสาเข็ม ในขณะตอกให้ใช้วัสดุรองหัวเสาเข็มด้วยไม้เนื้ออ่อนหนาไม่เกิน 30 มิลลิเมตร ที่บังคับเสาส่งต้องมั่นคงจนไม่โยกคลอนในขณะตอก ในกรณีที่ความลึกในการส่งต่ำกว่าระดับหัวเสาเข็มสามารถต่อเสาเข็มด้วยการหล่อคอนกรีตเสริมเหล็กในที่ แต่ทั้งนี้รายละเอียดรอยต่อระหว่างเสาเข็มหล่อสำเร็จและหล่อในที่จะต้องได้รับการรับรองจากวิศวกร

5.3.9 การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งต้องจัดทำหาวิธีป้องกันมิให้เกิดอันตรายใด ๆ ต่อบุคคลอื่นหรือทรัพย์สินของอาคารข้างเคียงอันเป็นผลกระทบจากการตอกเสาเข็ม เช่น ความสั่นสะเทือน การพังทลายและการเคลื่อนตัวของดิน เป็นต้น

5.3.10 ในการตอกเสาเข็มถ้าขณะหนึ่งขณะใดปรากฏว่า จำนวนเสาเข็มที่ตอกมีการแตกหักเสียหายถึงจำนวนร้อยละ 10 ของจำนวนเสาเข็มที่ตอกไปได้ในขณะนั้นแล้วให้ตอกเข็มต่อไปอีก 10 ต้น หากปรากฏว่าใน 10 ต้นนั้น มีเข็มหักเพิ่มขึ้นอีกให้ถือว่าเข็มนั้นขาดคุณสมบัติตามมาตรฐานนี้และให้ดำเนินการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของเสาเข็ม โดยการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมหรือการทดสอบ แล้วแต่กรณี ทั้งนี้ให้ยกเว้นกรณีที่มีเสาเข็มเหลือจะต้องตอกอีกไม่เกิน 10 ต้น ในงานนั้นให้คงใช้เสาเข็มนั้นต่อไป

5.3.11 ขณะตอกเสาเข็มถ้าปรากฏว่าเสาเข็มเกิดรอยแตกร้าวด้วยเหตุประการใดๆ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ ให้สกัดส่วนที่แตกร้าวออกแล้วหล่อคอนกรีตใหม่ เมื่อคอนกรีตได้กำลังตามที่รายการกำหนดแล้วจึงจะทำการตอกต่อไปได้ หรืออนุญาตให้ถอนเสาเข็มต้นที่ชำรุดขึ้นแล้วใช้เสาเข็มต้นใหม่ที่ดีตอกลงแทนที่ได้ หรือทำการตอกแซมโดยให้จุดศูนย์กลางของฐานรากไม่เปลี่ยน สำหรับกรณีซ่อมแซมเสาเข็มที่ปรากฏรอยแตกร้าวดังกล่าวข้างต้น เมื่อซ่อมเสร็จและตอกเสร็จแล้วต้องทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม (Pile Integrity Test)

5.3.12 ในขณะตอกเสาเข็มให้ทำรายงานผลการตอกเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการตอก เพื่อพิจารณาว่าเสาเข็มต้นนั้นๆ จะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่กำหนดหรือไม่ โดยการบันทึกรายงานผลมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

5.3.12.1 สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับได้โดยไม่ต้องใช้เสาส่ง ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ในช่วงจากโคนเสาเข็มเป็นระยะไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเสาเข็ม แต่ทั้งนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตร

(2) เมื่อยกเสาเข็มตั้งเข้าที่เรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินด้วยน้ำหนักของตัวเอง

(3) ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินเมื่อวางตุ้มน้ำหนักลงบนเสาเข็ม

(4) เมื่อตอกเสาเข็มจม ถึงระดับที่ทำเครื่องหมายไว้ ให้เริ่มบันทึกจำนวนครั้งที่ตอกต่อการจมตัวของเสาเข็มทุกระยะ 300 มิลลิเมตร โดยให้ระยะยกตุ้มน้ำหนักเป็นไปตามที่วิศวกรควบคุมงานกำหนด

5.3.12.2 สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับโดยต้องใช้เสาส่ง ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ในช่วง 1.5 เมตรสุดท้ายของโคนเสาเข็มหรือสุดแท้แต่ระยะที่ต้องใช้เสาส่ง

(2) ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ที่เสาส่งเป็นระยะเท่ากับระยะที่ต้องส่งเสาเข็มลงไปในชั้นดินจนถึงระดับที่กำหนด

(3) ให้บันทึกการจมตัวของเสาเข็มเช่นเดียวกับที่ปฏิบัติในข้อ 5.3.12.1 (2) (3) และ (4)

5.3.12.3 การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ให้ใช้แบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1106-1

5.3.13 ในกรณีเมื่อตอกเสาเข็มไปจนสุดความยาวของเสาเข็มตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว แต่เสาเข็มนั้นคาดว่าไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยตามที่ได้กำหนด ต้องดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ฐานรากมีความมั่นคงแข็งแรงตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน

5.3.14 ถ้าปรากฏว่าเสาเข็มตอกจมลงไม่ถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน จะเนื่องจากชั้นดินแข็งหรือ เหตุอื่นใด ๆ ก็ตาม ให้รีบแจ้งวิศวกรเพื่อดำเนินการตามความเหมาะสมต่อไป

5.3.15 ลำดับการตอกกลุ่มเสาเข็มประเภทมีการแทนที่ดิน (Displacement Piles) ควรเริ่มจากศูนย์กลางกลุ่มไปด้านนอก หรือเริ่มจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง สำหรับกลุ่มเสาเข็มที่อยู่ใกล้พื้นที่ที่มีช่องหรือทางเปิด เช่น คลอง หรือลำน้ำ ควรตอกเสาเข็มในพื้นที่ดังกล่าวเป็นลำดับสุดท้าย

สำหรับกลุ่มเสาเข็มที่แสดงในรูปที่ 6 สามารถใช้ลำดับการตอกได้ดังต่อไปนี้

(1) ตอกตามหมายเลขที่ระบุในรูป (ลำดับการตอกที่ 1) หรือ

(2) ตอกเป็นแถวโดยเริ่มจากศูนย์กลางกลุ่มไปด้านนอก (ลำดับการตอกที่ 2) หรือ

(3) ตอกเป็นแถวโดยเริ่มจากด้านหนึ่งของกลุ่มไปอีกด้านหนึ่ง (ลำดับการตอกที่ 3)

รูปที่ 6 ตัวอย่างลำดับการตอกกลุ่มเสาเข็ม

(ข้อ 5.3.15)

5.4 เสาเข็มเจาะ

5.4.1 เสาเข็มเจาะแบบแห้ง

5.4.1.1 การเจาะเสาเข็มจะต้องทำตามลำดับที่ถูกต้อง และไม่เกิดผลกระทบต่อเสาเข็มต้นข้างเคียงที่ทำการก่อสร้างเสร็จ หากไม่มีการกำหนดในแบบรายละเอียด ระยะห่างระหว่างเสาเข็มต้นใหม่กับเสาเข็มต้นที่เพิ่งหล่อคอนกรีตแล้วเสร็จภายในเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง จะต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มต้นที่ใหญ่กว่า โดยวัดจากศูนย์กลางเสาเข็มเป็นเกณฑ์ ยกเว้นกรณีที่เป็นชั้นดินเหนียวอ่อนที่อาจจำเป็นต้องใช้ระยะห่างมากกว่าค่าดังกล่าว

5.4.1.2 ปลอกเหล็กกันดินพัง (Casing) จะต้องทำด้วยวัสดุที่มีคุณภาพ ไม่บิดเบี้ยว มีรูปทรงหน้าตัดที่สม่ำเสมอตลอดความยาว ความยาวและความหนาของปลอกเหล็กจะต้องเพียงพอในการป้องกันดินพังเข้าสู่หลุมเจาะ หรือตามที่ระบุในแบบรายละเอียด และในบางกรณีจำเป็นต้องใช้ปลอกเหล็กกันดินพังตลอดความยาวเสาเข็ม เพื่อให้เสาเข็มสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

5.4.1.3 การใช้เครื่องเขย่าเพื่อกดหรือถอนปลอกเหล็กกันดินพังจะต้องไม่ทำให้ชั้นดินเสียกำลังจนทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มลดลง

5.4.1.4 ห้ามมิให้มีการใช้เครื่องสูบน้ำในหลุมเจาะ นอกเสียจากหลุมเจาะได้มีการป้องกันการซึมผ่านของน้ำใต้ดินโดยการใช้ปลอกเหล็กกันดินพัง หรือหลุมเจาะดังกล่าวมีเสถียรภาพมั่นคง ในการใช้เครื่องสูบน้ำจะต้องไม่ทำให้เกิดการรบกวนชั้นดินที่อยู่ใต้หรือบริเวณหลุมเจาะ

5.4.1.5 หลังจากการเจาะแล้วเสร็จจะต้องมีการทำสะอาดก้นหลุมด้วยวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้ก้นหลุมมีความสะอาดและแห้ง

5.4.1.6 การเทคอนกรีตเสาเข็มแต่ละต้นให้เทรวดเดียวให้เสร็จ เพื่อไม่ให้เนื้อคอนกรีตของเสาเข็มเกิดความไม่ต่อเนื่อง

5.4.1.7 ในการถอนปลอกเหล็กกันดินพังจะต้องกระทำในขณะที่คอนกรีตยังไม่ก่อตัว เพื่อให้มั่นใจได้ว่าคอนกรีตภายในปลอกเหล็กจะไม่ถูกยกตามขึ้นมากับการถอนปลอกเหล็ก และในการถอนปลอกเหล็กนี้จะต้องถอนให้อยู่ในแนวดิ่งตามแนวของเสาเข็ม

5.4.1.8 ในกรณีที่เสาเข็มเจาะมีรูปทรงหรือขนาดคลาดเคลื่อนไปจากที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ทำการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มโดยวิธี Seismic Integrity Test หรือวิธีอื่นที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

5.4.1.9 ให้ทำรายงานผลการก่อสร้างเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการเจาะ โดยการบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ให้ใช้แบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1106-2

5.4.2 เสาเข็มเจาะแบบเปียก ข้อกำหนดในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบเปียกให้เป็นไปตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1019: ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ ว่าด้วย ข้อกำหนดในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะแบบเปียก

5.5. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

5.5.1 หากไม่ได้มีการระบุในแบบรายละเอียด ตำแหน่งเสาเข็มแต่ละต้นที่ระดับตัดหัวเสาเข็มจะยอมให้มีค่าเบี่ยงเบนสูงสุดจากศูนย์กลางที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดได้ไม่เกินกว่า 50 มิลลิเมตรสำหรับฐานรากที่ใช้เข็มหนึ่งต้นและสองต้น และไม่เกินกว่า 75 มิลลิเมตรสำหรับฐานรากที่ใช้เข็มตั้งแต่สามต้นขึ้นไป แต่ทั้งนี้ค่าเบี่ยงเบนของกลุ่มเสาเข็มในฐานรากจะต้องไม่เกินกว่า 50 มิลลิเมตร หากค่าเบี่ยงเบนมีค่าสูงกว่าค่าดังกล่าวจะต้องมีวิศวกรตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของฐานรากและเสาเข็มที่เป็นผลจากการเบี่ยงเบนดังกล่าว และถ้าเสาเข็มมีขนาดเกินกว่า 600 มิลลิเมตร ค่าเบี่ยงเบนสูงสุดให้เป็นดุลยพินิจของวิศวกรผู้คำนวณออกแบบ

5.5.2 ความผิดพลาดในแนวดิ่งต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของความยาวเสาเข็ม หากค่าความผิดพลาดมีค่าสูงกว่าค่าดังกล่าวจะต้องมีวิศวกรตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของฐานรากและเสาเข็มที่เป็นผลจากความผิดพลาดดังกล่าว

6. การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกและความสมบูรณ์ของเสาเข็ม

6.1 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์ (Static Axial Pile Load Test) ให้เป็นไปตาม มยผ 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตศาสตร์

6.2 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ (Dynamic Axial Pile Load Test) ให้เป็นไปตาม มยผ 1252: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์

6.3 หากแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้ระบุรายละเอียดวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกไว้ ให้ดำเนินการทดสอบด้วยวิธีสถิตยศาสตร์ตามข้อ 6.1

6.4 การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม ให้เป็นไปตาม มยผ 1551: มาตรฐานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มด้วยวิธี Seismic Integrity Test

7. เอกสารอ้างอิง

(1) มาตรฐาน มยธ. 106-2533 มาตรฐานงานเสาเข็ม กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

(2) มาตรฐาน วสท. 1019 ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546

บฟ. มยผ. 1106-1 รายงานการตอกเสาเข็ม

โครงการ		แผ่นที่...../.....
สถานที่ก่อสร้าง		ตำแหน่ง Grid Line
เจ้าของโครงการ	ผู้ออกแบบ	.....
ผู้รับจ้าง	ผู้ควบคุมงาน	วัน.....เดือน.....ปี.....

สภาพภูมิอากาศ				ลักษณะการตอก	
☐ แจ่มใส	☐ ครึ้มฝน	☐ ฝนตกน้อย	☐ ฝนตกหนัก	☐ ระดับ	☐ จำนวนครั้ง

ชนิดเสาเข็ม ☐ ไม้ ☐ คอนกรีตเสริมเหล็ก ☐ คอนกรีตอัดแรง ☐ เหล็กรูปพรรณ	ปั้นจั่นหมายเลข.....
รูปหน้าตัด..... ขนาด..... ซม. พื้นที่หน้าตัด ..... ตร.ซม. ความยาว..... ม. จำนวนท่อนที่ต่อ	ความสูง..... ม. ลูกตุ้มหนัก..... ตัน ระยะยกตุ้ม..... ซ.ม. เสาส่งยาว..... ม.
ผลิตภัณฑ์ของ..... วันที่หล่อ..... จำนวนเสาเข็มทั้งสิ้น..... ต้น	
กำหนดตอกถึงระดับ..... ม. หมอนรองหัวเข็มหนา.....ซ.ม. เสาส่งยาว .....ซ.ม. เจาะนำ Ø ..... ซ.ม. ลึก.....ม.	

ตำแหน่งเสาเข็มต้นที่		1	2	3	4	5
เวลาตอก	เริ่ม					
	เสร็จ					
ระยะเสาเข็มที่จม (ม.)	ด้วยน้ำหนักของเสาเข็ม					
	เมื่อวางตุ้ม					

จำนวนครั้งที่ตอกนับต่อ 30 ซ.ม.	ความลึกเสาส่งจากพื้นดิน / ความยาวเสาเข็มเหนือระดับพื้นดิน	ลำดับ / ระดับ					
		1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
		8					
		9					
		10					
		11					
		12					
		13					
		14					
		15					
		16					
		17					
		18					
		19					
		20					

ระยะทรุดตัว 10 ครั้งสุดท้าย (ซ.ม.)	ครั้งที่ 1					
	ครั้งที่ 2					
	ครั้งที่ 3					
รวมความยาว (ม.)	ตอกได้					
	ต้องตัด					
ระยะเยื้องศูนย์ (ซ.ม.)	X					
	Y					

รูปแสดงฐานราก และตำแหน่งเสาเข็ม

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

(.....)

บฟ. มยผ. 1106-2 รายงานการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

โครงการ				แผ่นที่...../.....
สถานที่ก่อสร้าง				ตำแหน่ง Grid Line
เจ้าของโครงการ		**ผู้ออกแบบ**		…….....
ผู้รับจ้าง		**ผู้ควบคุมงาน**		วัน.....เดือน.....ปี.....

สภาพภูมิอากาศ	☐ แจ่มใส ☐ ครึ้มฝน ☐ ฝนตกน้อย ☐ ฝนตกหนัก

ข้อมูลเสาเข็ม	**ข้อมูลการปฏิบัติงาน**	**รายละเอียดของชั้นดิน**
ชนิดเสาเข็มเจาะ ☐ แบบแห้ง ☐ แบบเปียก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง..... มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนขยาย/ปลายเสาเข็ม ..... ม.	วัน/เวลาที่เริ่มเจาะดิน ..... วัน/เวลาที่เจาะเสร็จ ..... วัน/เวลาที่เริ่มเทคอนกรีต..... วัน/เวลาที่เทเสร็จ	
ระดับหัวเสาเข็มที่ก่อสร้างไว้จริง..... ระดับหัวเสาเข็มที่ตัดใช้งาน..... ระดับปลายเสาเข็ม..... ระดับผิวดิน ..... ระดับน้ำใต้ดิน.....	ชนิดของเครื่องจักรที่ใช้เจาะ ..... ความยาวของปลอกเหล็กชั่วคราว ..... ม. ความยาวของปลอกเหล็กถาวร ..... ม	

ข้อมูลวัสดุ

คอนกรีต	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต ..... กก./ตร.ซม. อัตราส่วนผสม		
	ปริมาตรของคอนกรีตที่ใช้เท~~คอนกรีต~~ ..... ลูกบาศก์เมตร		
	ปริมาตรของคอนกรีตที่ระบุไว้ในแบบ ..... ลูกบาศก์เมตร		
เหล็กเสริม	เหล็กเสริมตามยาว	☐ เหล็กกลม ☐ เหล็กข้ออ้อย	กำลังคราก ..... กก./ตร.ซม.
	หน้าตัดที่ 1	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. จำนวน ..... เส้น	
	หน้าตัดที่ 2	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. จำนวน ..... เส้น	
	เหล็กปลอก	กำลังคราก ..... กก./ตร.ซม.	
	☐ ปลอกเดี่ยว	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. ระยะเรียง ..... ซม.	
	☐ ปลอกเกลียว	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. ระยะเรียง ..... ซม.	
Drilling Slurry	☐ ไม่ใช้		
	☐ ใช้	ค่าความหนืด (Viscosity)	ปริมาณทราย (ร้อยละ)
		ค่า pH	อัตราส่วนผสม (ต่อลูกบาศก์เมตร)
		ค่าความหนาแน่น ……กรัม/มิลลิลิตร	Polymer ……. กก. Bentonite ……. กก.

ระยะเยื้องศูนย์ (มม.)	X					
	Y					

หมายเหตุ _____

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

(.....)

รูปแสดงฐานราก และตำแหน่ง

พิมพ์ที่ : บริษัท สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสซิ่ง จำกัด โทร. 0-2903-8257-9

มยผ. 2201 - 57

มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดินกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัดในแบบที่กำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 2.5 กก. (5.5 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 305 มม. (12 นิ้ว)

วิธีทดสอบมี 4 วิธี ต่างๆ กันดังนี้

วิธี ก. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

วิธี ข. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีแอสโต ที 99 (AASHTO T 99)

วิธี ค. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

วิธี ง. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีแอสโต ที 99 (AASHTO T 99)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใด ให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้ใช้**วิธี ก.**

2. นิยาม

"ความแน่นของดิน" หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของดินกับปริมาตรของดิน

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 แบบ (Mold) ทำด้วยโลหะแข็งและเหนียว มีลักษณะทรงกระบอกกลวง ผนังแข็งแรงมี 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 102 มม. และ 152 มม. มีปลอกที่สามารถถอดได้สูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว) เพื่อให้สามารถบดอัดดินให้สูงและมีปริมาตรตามต้องการ แบบและปลอกต้องยึดกันได้อย่างมั่นคงกับฐานแบบซึ่งสามารถถอดได้ ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ดูรูปที่ **1** และ **2**

3.1.1 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 101.6±0.406 มม. (4.000±0.016 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.000943±0.000008 ลบ.ม. (0.0333±0.0003 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.1.2 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 152.4±0.6604 มม. (6.000±0.026 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.002124±0.000021 ลบ.ม.(0.07500±0.00075 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.2 ตุ้ม (Rammer) ทำด้วยโลหะทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8±0.127 มม. (2.000±0.005 นิ้ว) น้ำหนักรวมทั้งด้ามถือ 2.495±0.009 กก. (5.50±0.02 ปอนด์) มีปลอกบังคับให้ยกได้สูง 304.8±1.524 มม.(12.000±0.06 นิ้ว) เหนือระดับดินที่บดอัดโดยตุ้มตกลงกระทบได้อย่างอิสระ ปลอกบังคับต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) ทำมุมกัน 90 องศา และห่างจากปลายปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19 มม. (3/4 นิ้ว)

3.3 เครื่องดันตัวอย่างออกจากแบบ (Sample Extruder) ประกอบด้วยแม่แรง (Jack) ก้านโยกแม่แรง โครงเหล็กจับแบบขณะดันตัวอย่างออกจากแบบ ใช้ดันตัวอย่างที่บดอัดในแบบแล้วออกจากแบบ หรืออาจใช้เครื่องมืออย่างอื่น ที่สามารถขุดแคะตัวอย่างดินออกจากแบบก็ได้

3.4 เครื่องชั่ง (Balance and Scale) สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 11.5 กก.และอ่านละเอียดได้ถึง 5 กรัม 1 เครื่อง และสามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 1,000 กรัม อ่านละเอียดได้ถึง 0.01 กรัม อีก 1 เครื่อง

3.5 ตู้อบ (Oven) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) สำหรับอบดินชื้นให้แห้ง

3.6 เหล็กปาดดิน (Straight Edge) ทำด้วยเหล็กชุบแข็ง มีขอบเรียบยาวไม่น้อยกว่า 254 มม.(10 นิ้ว) มีขอบที่ลบมุมด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเรียบตรงตลอดความยาวของเหล็กปาดดิน โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.1 (0.01 นิ้วต่อความยาว 10 นิ้ว) ในช่วงที่ใช้ปาดแต่งผิวดินในแบบ

3.7 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มี 2 ขนาด คือ 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) และ 4.75 มม. (เบอร์ 4)

3.8 เครื่องผสมดิน (Mixing Tool) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคลุกผสมดินให้เข้ากัน ได้แก่ ถาดใส่ดิน ช้อนตักดิน พลั่ว เกรียง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นเครื่องผสมดินที่ทำงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่างดินทีละน้อยๆ ได้

3.9 ตลับบรรจุดิน (Container) ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่างการชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบชื้น ให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

4.2 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้ใช้ตะแกรงขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้ออก แล้วแทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) จำนวนน้ำหนักเท่ากัน ใส่ลงแทนแล้วคลุกเคล้ากันให้ทั่วทำการแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

4.3 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2

4.4 ในกรณีที่จะทำการทดสอบตาม**วิธี ค.** หรือ **ง.** ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้น ส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป

4.5 ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดสอบ**วิธี ข.**และ **ง.**ต่อการทดสอบ 1 ครั้งและหนักประมาณ 3,000 กรัม สำหรับการทดสอบ**วิธี ก.** และ **ค.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง การเตรียมตัวอย่างต้องเตรียมให้พอทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

5. การทดสอบ

5.1 การทดสอบวิธี ก.

5.1.1 นำดินตัวอย่างมาพรมน้ำให้ทั่วเพื่อให้ดินชื้น โดยเมื่อคลุกผสมกันแล้วจะมีความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ประมาณร้อยละ 4

5.1.2 ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้ว ลงในแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) ซึ่งมีปลอก (Collar) สวมอยู่เรียบร้อยแล้ว โดยประมาณว่าเมื่อบดอัดแล้วจะเหลือดินสูง 1/3 ของความสูงของแบบ แล้วบดอัดโดยตุ้มยกสูง 305 มม. (12 นิ้ว) จำนวน 25 ครั้ง ให้ทั่วผิวของดินในแบบ

5.1.3 ทำตามวิธีในข้อ **5.1.2** ซ้ำอีก 2 ครั้ง จนดินที่ถูกบดอัดแน่นในแบบมีความสูงกว่าแบบประมาณ 10 มม.

5.1.4 ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดดินปาดแต่งหน้าดินในแบบให้เรียบเท่ากับระดับขอบบนของแบบ ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออก ให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควร แต่งจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินชื้น ต้องอ่านเครื่องชั่งละเอียดถึง 5 กรัม

5.1.5 แกะดินออกจากแบบแล้วผ่าตามแนวตั้งผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างดิน เก็บดินจากที่ผ่าประมาณ 300 กรัม ใส่ตลับบรรจุดินชั่งน้ำหนักทันที อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.6 นำดินในตลับบรรจุดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.7 บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วน แล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2

5.1.8 ดำเนินการตามข้อ **5.1.2** ถึง **5.1.7** โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งจนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่าการเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง

5.2 การทดสอบวิธี ข. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

5.3 การทดสอบวิธี ค. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง

5.4 การทดสอบวิธี ง. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ค.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

6. การคำนวณ

6.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

$W1$ = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

$W2$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

6.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (Wet Density)

$$\gamma_W = \frac{A}{V}$$

เมื่อ γ_W = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
A = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม
V = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

6.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_W}{1+\frac{W}{100}}$$

เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
γ_W = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

7. การรายงานผล

7.1 นำค่าความชื้นในดิน (W) และค่าความแน่นแห้งของดิน (γ_d) ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง

7.2 เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้งรูประฆังคว่ำ (ParabolaCurve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้ง คือค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดินนั้น ตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้

7.3 ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด

7.4 ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด เป็นร้อยละ

7.5 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2201-57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

8. ข้อควรระวัง

8.1 การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเผื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุดคือ เริ่มจากดินผึ่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.2 ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง ราบเรียบขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา

8.3 ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบพอทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

8.4 ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยางหรือใช้เครื่องบดจนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.5 ปริมาตรของแบบให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป

8.6 แบบที่ใช้งานแล้ว ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.1-2532: วิธีการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

9.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 107/2517: วิธีการทดลอง Compaction Test แบบมาตรฐาน

9.3 Standard Method of Test for The Moisture-Density Relations of SoilUsing A 5.5 lb = (2.5 kg) Rammer And A 12 - in. (305 mm.) Drop; AASHTO Designation: T 99-74

9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 698 - 00: Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft^3 or 600 kN-m/m^3)

รูปที่ 1 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว

รูปที่ 2 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว

โครงการ.....	บฟ.มยผ. 2201 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....
.....	(หน่วยที่ทำการทดสอบ)	ผู้ทดสอบ
สถานที่ก่อสร้าง.....	การทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน	
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....	ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Std. AASHTO	ผู้ตรวจสอบ
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Std. Proctor	
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....		อนุมัติ

ความแน่น						
ครั้งที่		1	2	3	4	5
น.น.แบบ + ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
น.น.แบบ	(กรัม)					
น.น.ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
ความแน่นชื้น	(กรัม/ซม.^{3})					
ความแน่นแห้ง	(กรัม/ซม.^{3})					
ปริมาณความชื้น						
ตลับบรรจุหมายเลข						
น.น.ตลับ + ดินชื้น	(กรัม)					
น.น.ตลับ + ดินอบแห้ง	(กรัม)					
น.น.น้ำ	(กรัม)					
น.น.ตลับ	(กรัม)					
น.น.ดินอบแห้ง	(กรัม)					
ความชื้นในดิน	(ร้อยละ)					
หมายเหตุ						

ความแน่นแห้งสูงสุด ..... (กรัม/ซม.^{3})

ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด ..... (ร้อยละ)

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	บฟ.มยผ. 2201 - 57 (หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Std. AASHTO น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Std. Proctor	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ

DENSITY						
DETERMINATION No.		1	2	3	4	5
WT. MOLD+COMPACTEDSOIL	gm.					
WT. MOLD	gm.					
WT. SOIL	gm.					
WETDENSITY	gm./cc.					
DRYDENSITY	gm./cc.					
WATERCONTENT						
CONTAINER No.						
WT. CONTAINER + WETSOIL	gm.					
WT. CONTAINER + DRYSOIL	gm.					
WT. WATER	gm.					
WT. CONTAINER	gm.					
WT. DRYSOIL	gm.					
WATERCONTENT	%					

REMARKS:

MAXIMUM DRY DENSITY = ... gm./cc.

OPT. MOISTURE CONTENT = ... %

DRY DENSITY gm./cc.

WATER CONTENT %

มยผ. 2202 - 57

มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดิน กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัดในแบบที่กำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 4.54 กก.(10 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 457 มม. (18 นิ้ว) วิธีทดสอบมี 4 วิธี ต่างๆ กันดังนี้

วิธี ก. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

วิธี ข. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีแอสโต ที 180 (AASHTO T 180)

วิธี ค. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

วิธี ง. ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีแอสโต ที 180 (AASHTO T 180)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใดให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้ใช้**วิธี ก.**

2. นิยาม

"ความแน่นของดิน" หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของดินกับปริมาตรของดิน

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 แบบ (Mold) ทำด้วยโลหะมีลักษณะทรงกระบอกกลวง ผนังแข็งแรงมี 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 102 มม. และ 152 มม. มีปลอกที่สามารถถอดได้สูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว) เพื่อให้สามารถบดอัดดินให้สูงและมีปริมาตรตามต้องการ แบบและปลอกต้องยึดกันได้อย่างมั่นคงกับฐานแบบซึ่งสามารถถอดได้ ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกันดูรูปที่ **1** และ **2**

3.1.1 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม.(4 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 101.6±0.406 มม. (4.000±0.016 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.000943±0.000008 ลบ.ม. (0.0333±0.0003 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.1.2 แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 152.4±0.6604 มม. (6.000±0.026 นิ้ว) โดยมีความจุ 0.002124±0.000021 ลบ.ม. (0.07500±0.00075 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

3.2 ตุ้ม (Rammer) ทำด้วยโลหะทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8±0.127 มม. (2.000±0.005 นิ้ว) น้ำหนักรวมทั้งด้ามถือ 4.5359±0.0081 กก. (10.00±0.02 ปอนด์) มีปลอกบังคับให้ยกได้สูง 457.2±1.524 มม. (18.00±0.06 นิ้ว) เหนือระดับดินที่บดอัดโดยตุ้มตกลงกระทบได้อย่างอิสระ ปลอกบังคับต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) ทำมุมกัน 90 องศา และห่างจากปลายปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19 มม. (3/4 นิ้ว)

3.3 เครื่องดันตัวอย่างออกจากแบบ (Sample Extruder) ประกอบด้วยแม่แรง (Jack) ก้านโยกแม่แรง โครงเหล็กจับแบบขณะดันตัวอย่างออกจากแบบ ใช้ดันตัวอย่างที่บดอัดในแบบแล้วออกจากแบบ หรืออาจใช้เครื่องมืออย่างอื่น ที่สามารถขุดแคะตัวอย่างดินออกจากแบบก็ได้

3.4 เครื่องชั่ง (Balance and Scale) สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 11.5 กก.และอ่านละเอียดได้ถึง 5 กรัม 1 เครื่อง และสามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 1,000 กรัม อ่านละเอียดได้ถึง 0.01 กรัม อีก 1 เครื่อง

3.5 ตู้อบ (Oven) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) สำหรับอบดินชื้นให้แห้ง

3.6 เหล็กปาดดิน (Straight Edge) ทำด้วยเหล็กชุบแข็ง (Hardened Steel) มีขอบเรียบยาวไม่น้อยกว่า 254 มม. (10 นิ้ว) มีขอบที่ลบมุมด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเรียบตรงตลอดความยาวของเหล็กปาดดิน โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.1 (0.01 นิ้วต่อความยาว 10 นิ้ว) ในช่วงที่ใช้ปาดแต่งผิวดินในแบบ

3.7 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มี 2 ขนาด คือ 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) และ 4.75 มม. (เบอร์ 4)

3.8 เครื่องผสมดิน (Mixing Tool) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคลุกผสมดินให้เข้ากัน ได้แก่ ถาดใส่ดิน ช้อนตักดิน พลั่วเกรียง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นเครื่องผสมดินที่ทำงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่างดินทีละน้อยๆ ได้

3.9 ตลับบรรจุดิน (Container) ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่างการชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบชื้นให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

4.2 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้ออกแล้วแทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) จำนวนหนักเท่ากันใส่ลงแทน แล้วคลุกเคล้ากันให้ทั่วทำการแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

4.3 ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2

4.4 ในกรณีที่จะทำการทดสอบตาม **วิธี ค. หรือ ง.** ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้น ส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป

4.5 ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม (14 ปอนด์) สำหรับการทดสอบ **วิธี ข.** และ **ง.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง และหนักประมาณ 3,000 กรัม (7 ปอนด์) สำหรับการทดสอบ **วิธี ก.** และ **ค.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง การเตรียมตัวอย่างต้องเตรียมให้พอทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

5. การทดสอบ

5.1 การทดสอบวิธี ก.

5.1.1 นำตัวอย่างดินที่เตรียมมาพรมน้ำให้ทั่วเพื่อให้ดินชื้นโดยเมื่อคลุกผสมกันแล้ว จะมีความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ประมาณร้อยละ 4

5.1.2 ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้ว ลงในแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) ซึ่งมีปลอก (Collar) สวมอยู่เรียบร้อยแล้ว โดยประมาณว่าเมื่อบดอัดแล้วจะเหลือดินสูง 1/5 ของความสูงของแบบ แล้วบดอัดโดยตุ้มยกสูง 457 มม. (18 นิ้ว) จำนวน 25 ครั้ง ให้ทั่วผิวของดินในแบบ

5.1.3 ทำตามวิธีในข้อ **5.1.2** ซ้ำอีก 4 ครั้ง จนดินที่ถูกบดอัดแน่นในแบบมีความสูงกว่าแบบประมาณ 10 มม.

5.1.4 ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดดินปาดแต่งหน้าดินในแบบให้เรียบเท่ากับระดับขอบบนของแบบ ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออกให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควรจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินชื้น ต้องอ่านเครื่องชั่งละเอียดถึง 5 กรัม

5.1.5 แกะดินออกจากแบบ แล้วผ่าตามแนวตั้งผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างดิน เก็บดินจากที่ผ่าประมาณ 300 กรัม ใส่ตลับบรรจุดินชั่งน้ำหนักทันที อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.6 นำดินในตลับบรรจุดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

5.1.7 บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วนแล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2

5.1.8 ดำเนินการตามข้อ **5.1.2** ถึง **5.1.7** โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งจนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่าการเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบกลับลดลง

5.2 การทดสอบวิธี ข. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

5.3 การทดสอบวิธี ค. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง

5.4 การทดสอบวิธี ง. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ค.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

6. การคำนวณ

6.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

W_1 = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

6.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (WET DENSITY)

$$\gamma_w = \frac{A}{V}$$

เมื่อ γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
A = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม
V = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

6.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (DRY DENSITY)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + \frac{W}{100}}$$

เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

7. การรายงานผล

7.1 นำค่าความชื้นในดิน **(W)** และค่าความแน่นแห้งของดิน **(γ_d)** ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง

7.2 เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้ง รูประฆังคว่ำ (Parabola Curve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้งคือค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ของดินนั้นตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้

7.3 ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด

7.4 ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) เป็นร้อยละ

7.5 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2202–57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

8. ข้อควรระวัง

8.1 การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดกันเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเผื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุด คือเริ่มจากดินผึ่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.2 ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง ราบเรียบ ขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา

8.3 ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบพอทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

8.4 ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยาง หรือใช้เครื่องบดจนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

8.5 ปริมาตรของแบบ ให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบ ห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป

8.6 แบบที่ใช้งานแล้ว ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.2 -2532: วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

9.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 108/2517: วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน

9.3 Standard Method of Test for The Moisture–Density Relations of Soil Using A 10 lb = (4.54 kg) Rammer And A 18 in. (457 mm.) Drop; AASHTO Designation: T 180-74

9.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1557 - 02: Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft^3 or 2,700 kN-m/m3)

รูปที่ 1 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว

รูปที่ 2 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว

โครงการ.....	บฟ.มยผ. 2202 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....
.....	(หน่วยที่ทำการทดสอบ)	ผู้ทดสอบ
สถานที่ก่อสร้าง.....	การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน	
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....	ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Mod. AASHTO	ผู้ตรวจสอบ
ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่.....	น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Mod. Proctor	
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....		อนุมัติ

ความแน่น						
ครั้งที่		1	2	3	4	5
น.น.แบบ + ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
น.น.แบบ	(กรัม)					
น.น.ดินที่ถูกบดอัด	(กรัม)					
ความแน่นชื้น	(กรัม/ซม.^{3})					
ความแน่นแห้ง	(กรัม/ซม.^{3})					
ปริมาณความชื้น						
ตลับบรรจุหมายเลข						
น.น.ตลับ + ดินชื้น	(กรัม)					
น.น.ตลับ + ดินอบแห้ง	(กรัม)					
น.น.น้ำ	(กรัม)					
น.น.ตลับ	(กรัม)					
น.น.ดินอบแห้ง	(กรัม)					
ความชื้นในดิน	(ร้อยละ)					

หมายเหตุ

ความแน่นแห้งสูงสุด ..... (กรัม/ซม.^{3})

ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด ..... (ร้อยละ)

โครงการ.....	บฟ.มยผ. 2202 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....
.....		ผู้ทดสอบ
สถานที่ก่อสร้าง.....	(หน่วยที่ทำการทดสอบ)	
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....	การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน	ผู้ตรวจสอบ
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ปริมาตรแบบ..... ซม.^{3} ☐ Mod. AASHTO	
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Mod. Proctor	อนุมัติ

DENSITY						
DETERMINATION No.		1	2	3	4	5
WT. MOLD+COMPACTED SOIL	gm.					
WT. MOLD	gm.					
WT. SOIL	gm.					
WET DENSITY	gm./cc.					
DRY DENSITY	gm./cc.					
WATER CONTENT						
CONTAINER No.						
WT. CONTAINER + WET SOIL	gm.					
WT. CONTAINER + DRY SOIL	gm.					
WT. WATER	gm.					
WT. CONTAINER	gm.					
WT. DRY SOIL	gm.					
WATER CONTENT	%					

REMARKS:

MAXIMUM DRY DENSITY = ... gm./cc.

OPT. MOISTURE CONTENT = ... %

มยผ. 2203 - 57

มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าเปรียบเทียบค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก (Bearing Value) กับวัสดุหินมาตรฐานเพื่อทดสอบวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) หินคลุกหรือวัสดุอื่นใด เมื่อทำการบดอัดวัสดุนั้นโดยใช้ตุ้มบดอัดในแบบ (Mold) เมื่อมีความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุด (Optimum Moisture Content) หรือปริมาณอื่นใด เพื่อนำมาใช้ออกแบบโครงสร้างของถนน และเพื่อใช้ควบคุมงาน เมื่อบดอัดให้ได้ความแน่นและความชื้นตามต้องการ

การทดสอบ ซี.บี.อาร์. อาจทำได้ 2 วิธี คือ

วิธี ก. การทดสอบแบบแช่น้ำ (Soaked)

วิธี ข. การทดสอบแบบไม่แช่น้ำ (Unsoaked)

ถ้าไม่ระบุวิธีใดให้ใช้**วิธี ก.**

2. นิยาม

"มวลรวมดิน หินคลุก หรือวัสดุอื่นใด" หมายถึง วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร

"วัสดุหินมาตรฐาน" หมายถึง วัสดุหินคลุกบดอัดแน่นที่นำมาทดสอบหากำลังรับน้ำหนัก เพื่อกำหนดเป็นค่าหน่วยน้ำหนักมาตรฐาน สำหรับเปรียบเทียบค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

3.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

4.1 Loading Device แบบ Hydraulic Jack หรือ Screw Jack มีอุปกรณ์วัดแรงได้ไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลกรัม (ประมาณ 10,000 ปอนด์)

4.2 แบบ สำหรับเตรียมตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 152.4±0.66 มม. (6.0±0.026 นิ้ว) สูง 177.8±0.66 มม. (7.0±0.016 นิ้ว) พร้อมปลอก (Collar) สูงโดยประมาณ 50.8 มม. (2.0 นิ้ว) และฐานแบบ (Base Plate) สำหรับยึดแบบและปลอก

4.3 แท่งโลหะรอง (Spacer Disc) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 134.9 (5 5/16 นิ้ว) มีความสูงขนาดต่างๆ

4.4 ตุ้ม หนัก 4,537กรัม (10 ปอนด์) และ 2,495 กรัม (5.5 ปอนด์)

4.5 เครื่องวัดการพองตัว ประกอบด้วย
- แผ่นวัดการพองตัว (Swell Plate)
- สามขา (Tripod) สำหรับติดมาตรวัด (Dial Gauge) วัดได้ 25 มม. ซึ่งวัดได้ละเอียด 0.01 มม. เพื่อวัดอัตราการพองตัวของดินเมื่อแช่น้ำ

4.6 โลหะถ่วงน้ำหนัก (Surcharge Weight) เป็นเหล็กทรงกระบอกแบนเส้นผ่านศูนย์กลาง 149.2 มม. (5 7/8 นิ้ว) มีรูกลวง เพื่อให้ท่อนกด (Piston) ลอดไปได้ หนักแผ่นละ 2,268 กรัม (5 ปอนด์)

4.7 ท่อนกด ทำด้วยโลหะทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 49.5 มม. (1.95 นิ้ว) มีเนื้อที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ยาวไม่น้อยกว่า 102 มม. (4 นิ้ว)

4.8 เครื่องดันตัวอย่าง เป็นเครื่องดันดินออกจากแบบภายหลัง เมื่อทดสอบเสร็จแล้ว

4.9 เครื่องชั่งแบบบาล๊านซ์ (Balance) มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 20 กก. ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กิโลกรัม

4.10 เครื่องชั่งแบบสเกล (Scale) หรือแบบบาล๊านซ์ มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 1,000 กรัม ชั่งได้ ละเอียดถึง 0.01 กรัม

4.11 ตู้อบ (Oven) ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียส

4.12 เหล็กปาด มีความยาวไม่น้อยกว่า 300 มม. และไม่ยาวเกินไปหนาประมาณ 3.0 มม.(0.12 นิ้ว)

4.13 เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง

4.14 ตะแกรงร่อนดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มีขนาด ดังนี้
1. ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว)
2. ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4)

4.15 เครื่องผสม เป็นเครื่องมือจำเป็นต่างๆ ที่ใช้ผสมตัวอย่างกับน้ำ เช่น ถาด ช้อน พลั่ว เกรียง ค้อนยาง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ

4.16 ตลับบรรจุดิน สำหรับใส่ตัวอย่างดินเพื่ออบหาจำนวนน้ำในดิน

4.17 นาฬิกาจับเวลา

4.18 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ กระดาษกรองอย่างหยาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว)

5. การเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างได้แก่ ดิน หินคลุก หรือวัสดุมวลรวมดินหรือวัสดุอื่นใดที่ต้องการทดสอบ ให้เตรียมตัวอย่าง ดังนี้

5.1 วัสดุตัวอย่าง ก่อนจะนำมาทดสอบจะต้องปล่อยทิ้งให้แห้ง (Air Dry) ในห้องปฏิบัติการ ทำการแบ่งสี่ (Quartering) แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้ว ส่วนที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้วให้ทิ้งไปและชดเชยด้วยดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4นิ้ว แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ด้วยจำนวนน้ำหนักเท่ากัน

5.2 หาปริมาณความชื้นที่ความแน่นสูงสุด โดยวิธีการทดสอบความแน่นสูงสุดตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือ มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

5.3 ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้จากข้อ **5.1** ประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดสอบ 1 ตัวอย่าง

5.4 ปริมาณตัวอย่างตามข้อ **5.3** ให้เตรียมไว้ 3 ตัวอย่าง ในการทดสอบแต่ละครั้ง

6. การทดสอบ

สำหรับตัวอย่างดินที่ไม่ต้องมีการแช่น้ำ (Unsoaked C.B.R. Test)

6.1 ชั่งดินที่เตรียมไว้ประมาณ 6 กก. (12 ปอนด์) และนำดินตัวอย่างประมาณ 100 กรัม เพื่อนำไปหาความชื้นในดินตัวอย่าง (Initial Water Content)

6.2 เตรียมแบบไว้ 3 ชุด ชั่งหาน้ำหนักแบบ (ไม่รวมฐานแบบ)

6.3 เติมน้ำเข้าไปในตัวอย่างที่เตรียมไว้ จนได้ปริมาณน้ำในดินที่ความแน่นสูงสุดตาม มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) แล้วคลุกเคล้าตัวอย่างจนเข้ากันดี

6.4 ประกอบแบบเข้ากับฐานแบบและแท่งโลหะรอง ใช้กระดาษกรองปูทับบนแท่งโลหะรอง เพื่อป้องกันไม่ให้เกาะติดกับแผ่นเหล็ก

6.5 กระทุ้งดินอัดแน่นในแบบ จำนวน 3 ชั้น หรือ 5 ชั้น ตามวิธีการทดสอบความแน่นที่ปริมาณความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) (เตรียมตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง โดยทำการบดอัดแต่ละชั้นด้วยตุ้ม จำนวน 12 ครั้งต่อชั้น สำหรับตัวอย่างที่ 1, จำนวน 25 ครั้งต่อชั้น สำหรับตัวอย่างที่ 2 และจำนวน 56 ครั้งต่อชั้นสำหรับตัวอย่างที่ 3)

6.6 หลังจากบดอัดจนครบจำนวนชั้น และจำนวนครั้งแล้ว ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดปาดดินส่วนที่สูงเกินขอบแบบพร้อมกับซ่อมแต่งผิวบนของดินตัวอย่างให้เรียบเสมอกับปากแบบ

6.7 ถอดฐานแบบและแท่งโลหะรองออก นำแบบและดินไปชั่งหาน้ำหนัก เพื่อจะนำไปหาความแน่นชื้น (Wet Density)

6.8 เอากระดาษกรองวางบนฐานแบบ เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเกาะแบบ ติดแผ่นเหล็กประกอบแบบที่มีดินอัดแน่นนี้เข้ากับฐานแบบ โดยให้ปากแบบด้านที่มีดินเสมอปากวางบนฐานแบบ และส่วนที่มีช่องว่างอยู่ด้านบน สำหรับการทดสอบแบบไม่แช่น้ำ ให้ทดสอบตาม ข้อ **6.9** ถึง **6.12**

6.9 วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge) จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุพื้นทาง, วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชิ้น สำหรับวัสดุคันทางทับบนดินตัวอย่างในแบบ

6.10 นำแบบเข้าเครื่องกดทดสอบ ซึ่งมีท่อนกดขนาดพื้นที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ประกอบติดอยู่ จัดให้ผิวหน้าของดินในแบบ แตะสัมผัสกับท่อนกดดังกล่าว จัดเข็มของมาตรวัด ที่จะใช้วัดค่าการจมตัว (Penetration) ให้อยู่ที่จุดศูนย์

6.11 กดท่อนกดในอัตรา 0.05 นิ้วต่อนาที พร้อมกับอ่านค่าน้ำหนักที่ตรงกับค่าการจมตัว 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.125, 0.150, 0.175, 0.200, 0.250, 0.300, 0.350, 0.400, 0.450 และ 0.500 นิ้ว

6.12 เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องกดทดสอบ เก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 4.75 มม.หรือประมาณ 300 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 19.0 มม. แล้วนำไปหาความชื้น สำหรับการทดสอบแบบแช่น้ำให้ทำการทดสอบตาม ข้อ **6.13** ถึง **6.19** เพิ่มเติม

6.13 วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุพื้นทาง.วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชิ้น สำหรับวัสดุคันทางลงบนดินตัวอย่าง ใส่แผ่นวัดการพองตัว สำหรับวัดอัตราการบวมของดิน ซึ่งมีด้ามขัดเกลียวขึ้นลงได้ติดอยู่กลางแผ่น ก่อนวางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักลงบนดินตัวอย่าง จะต้องเอากระดาษรองวางคั่นใต้แผ่นนี้เสียก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ดินติดแน่นกับแผ่นเหล็กหลังจากแช่น้ำแล้ว

6.14 แช่แบบที่เตรียมไว้ในข้อ **6.13** ในภาชนะที่เตรียมไว้ ให้น้ำท่วมแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักประมาณ 1 นิ้ว ใช้มาตรวัดอ่านได้ละเอียด 0.001 นิ้ว ยึดติดกับสามขา แล้ววางบนปากแบบ จัดให้ปลายของมาตรวัดแตะสัมผัสกับก้านของแผ่น วัดการพองตัว เพื่อวัดหาค่าการพองตัวของดินต่อไป

6.15 จดค่าการขยายตัวจากมาตรวัดทุกวัน จนครบ 4 วัน (ถ้าหากค่าการพองตัวคงที่ อาจหยุดอ่านได้ หลังจากแช่น้ำแล้ว 48 ชั่วโมง)

6.16 ยกแบบออกจากน้ำและตะแคงแบบ เพื่อรินน้ำทิ้งและปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 15 นาที เพื่อให้น้ำไหลออกจากแบบ

6.17 นำแบบพร้อมดินไปชั่งหาน้ำหนัก

6.18 ทำการทดสอบตามวิธี ข้อ **6.10** ถึง **6.11**

6.19 เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องกดทดสอบ เก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 4.75 มม.หรือประมาณ 300 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 19.0 มม. แล้วนำไปหาความชื้น

6.20 เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว (Stress VS Penetration) เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์.ต่อไป สำหรับในการเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. จำเป็นจะต้องทำการแก้เส้นกราฟโดยเลื่อนจุดศูนย์ของค่าการจมตัว ในกรณีที่เส้นกราฟหงายเพื่อให้ได้ค่า ซี.บี.อาร์. ที่แท้จริง

6.21 เมื่อได้ค่า ซี.บี.อาร์.ของแต่ละตัวอย่างแล้วเขียนเส้นกราฟ ระหว่างค่า ซี.บี.อาร์. และค่าความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. เป็นร้อยละของการบดอัดที่ต้องการต่อไป

7. การคำนวณ

7.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

W_1 = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

7.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (Wet Density)

$$\gamma_w = \frac{A}{V}$$

เมื่อ γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

A = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม

V = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

7.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_W}{1 + \frac{W}{100}}$$

เมื่อ γ_d = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

γ_w = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

W = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

7.4 คำนวณหาค่าการพองตัว (Swelling)

ค่าการพองตัวร้อยละ = ค่าการพองตัว (มม.) / ความสูงของแท่งตัวอย่าง

ค่าการพองตัว (มม.) = ผลต่างระหว่างการอ่านค่าที่มาตรวัดครั้งแรกและครั้งสุดท้าย

7.5 คำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์.

ในการคำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์. ให้ถือน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) ดังนี้

ค่าการจมตัว มิลลิเมตร	น้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) กิโลกรัม	ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
2.54 (0.1”)	1,360.8 (3,000 lb)	70.3 (1,000 lb/in^2)
5.08 (0.2”)	2,041.2 (4,500 lb)	105.46 (1,500 lb/in^2)
7.62 (0.3”)	2,585.5 (5,700 lb)	133.59 (1,900 lb/in^2)
10.16 (0.4”)	3,129.8 (6,900 lb)	161.71 (2,300 lb/in^2)
12.70 (0.5”)	3,538.0 (7,800 lb)	182.81 (2,600 lb/in^2)

หมายเหตุ พื้นที่หน้าตัดของท่อนกด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) คำนวณค่า ซี.บี.อาร์.จากสูตร

$$\text{ซี.บี.อาร์. ร้อยละ} = 100 \times \frac{x}{y}$$

เมื่อ x = ค่าน้ำหนักที่อ่านได้ต่อหน่วยพื้นที่ของท่อนกด (สำหรับค่าการจมตัวที่ 2.54 มม. หรือ 0.1 นิ้ว และที่เพิ่มขึ้นอีกทุกๆ 2.54 มม.)

y = ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กก./ตร.ซม.(จากตารางข้างต้น)

8. การรายงานผล

ในการทำการทดสอบ ซี.บี.อาร์. ให้รายงาน ดังนี้

8.1 ค่า ซี.บี.อาร์.ที่ความแน่นร้อยละ ของความแน่นแห้งสูงสุด (แบบสูงกว่ามาตรฐานหรือแบบมาตรฐาน) ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

8.2 ค่าความแน่นแห้ง ที่ให้ค่า ซี.บี.อาร์.ตามข้อ **8.1** ใช้ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

8.3 ค่าการพองตัว ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

8.4 ค่าอื่นๆ

8.5 ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2203 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

เกณฑ์การตัดสินให้เป็นไปตามมาตรฐานงานทาง และไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

10. ข้อควรระวัง

10.1 สำหรับดินจำพวกดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากตากแห้งแล้วให้ทุบด้วยค้อนยาง จนได้ตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

10.2 ในการใช้ตุ้มทำการบดอัด ให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคง แข็งแรง ราบเรียบ เช่น พื้นคอนกรีต ไม่ให้แบบกระดกหรือกระดอนขึ้นขณะทำการบดอัด

10.3 ในการทดสอบหาค่าการจมตัวโดยใช้เครื่องกดทดสอบแบบวงแหวน (Proving Ring) เป็นตัวอ่านน้ำหนัก และใช้มาตรวัดค่าการจมตัวติดที่โครง (Frame) ของเครื่องกดทดสอบ ต้องทำการแก้ค่าการจมตัว เนื่องจากการ

หดตัวของวงแหวน (Proving Ring) โดยหักค่าการหดตัวของวงแหวนออกจากค่าการจมตัว กรณีที่ติดมาตรวัดค่าการจมตัว (Penetration Dial) ที่ท่อนกดไม่ต้องปฏิบัติตามความในข้อนี้

10.4 ในการเขียนกราฟระหว่างค่าน้ำหนักมาตรฐานและค่าการจมตัว จำเป็นจะต้องแก้จุดศูนย์ สำหรับเส้นกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งหงายขึ้น เนื่องจากความไม่ราบเรียบหรือเกิดจากการอ่อนยุ่ยที่ผิวหน้าของตัวอย่างเนื่องจากการแช่น้ำ ให้ทำการแก้โดยลากเส้นตรงให้สัมผัสกับเส้นที่ชันที่สุดของส่วนโค้งของเส้นกราฟไปตัดกับแกนตามแนวราบ คือเส้นที่ลากผ่านค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับศูนย์ ต่อจากนั้นให้เลื่อนค่าศูนย์ของค่าการจมตัวไปที่จุดที่ตัด แล้วจึงหาค่า ซี.บี.อาร์. ที่ปรับค่า (Corrected C.B.R. Value) ต่อไป

10.5 ค่า ซี.บี.อาร์.ที่ได้จากการปรับค่าหรือที่ได้จริงจากการอ่านค่าน้ำหนักมาตรฐาน (True Load Value) ซึ่งคำนวณจากค่าการจมตัวที่ 2.54 มม. (0.1 นิ้ว) และที่ค่าการจมตัว 5.08 มม. (0.2 นิ้ว) เป็นค่า ซี.บี.อาร์.ที่ใช้รายงาน โดยปกติค่าซี.บี.อาร์. ที่มีค่าการจมตัว 2.54 มม. จะต้องมีค่าสูงกว่าค่า ซี.บี.อาร์. ที่มีค่าการจมตัว 5.08 มม. ถ้าหากไม่เป็นดังนั้น คือค่า ซี.บี.อาร์. ที่ 5.08 มม. สูงกว่าที่ 2.54 มม. ให้ทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบใหม่ทั้งหมด แต่ถ้าค่า ซี.บี.อาร์. ที่ได้ยังคงสูงกว่าอีก ให้ใช้ค่า ซี.บี.อาร์. ที่ 5.08 มม.

10.6 ในการทำตัวอย่างเพื่อทดสอบ ในกรณีที่ต้องการบดอัดมากหรือน้อยกว่าที่ต้องการตามวิธีการทดสอบนี้ อาจจะเพิ่มการบดอัดเป็นชั้นละ 75 ครั้ง หรือลดการบดอัดเป็นชั้นละ 8 ครั้ง เพื่อให้ได้ตัวอย่างมากขึ้นในการนำมาเขียนเส้นกราฟ ตามข้อ **6.21** ก็ได้ (หรือตามตัวอย่างการเขียนเส้นกราฟ (มยผ. 2203-57) ก็ได้)

10.7 ตุ้มที่ใช้ทำการบดอัดเพื่อเตรียมตัวอย่างเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. มี 2 ขนาด (ตามข้อ **4.4**) ในการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. โดยวิธีการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐานให้ใช้ตุ้มขนาดเล็ก ส่วนการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. ตามวิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐานให้ใช้ตุ้มขนาดใหญ่

11. เอกสารอ้างอิง

11.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.3 - 2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

11.2 มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 109/2517: วิธีการทดลองเพื่อหาค่า C.B.R.

11.3 Standard Method of Test for Thee California Bearing Ratio; AASHTO Designation: T 193-72

11.4 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1883 - 99: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory - Compacted Soil

โครงการ	บฟ.มยผ. 2203 - 57	ทะเบียนทดสอบ.....
.....	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)	ผู้ทดสอบ
สถานที่ก่อสร้าง	การทดสอบหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)	
ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง	แบบหมายเลข.....	ผู้ตรวจสอบ
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	น้ำหนักแบบ..... กก.	
ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	ปริมาตรแบบ..... ลบ.ซม.	อนุมัติ

ความแน่นของวัสดุ		ก่อนแช่น้ำ	หลังแช่น้ำ
น้ำหนักแบบ + วัสดุ	กรัม		
น้ำหนักแบบ	กรัม		
น้ำหนักวัสดุ	กรัม		
ความแน่นชื้น	กรัม/ลบ.ซม.		
ความแน่นแห้ง	กรัม/ลบ.ซม.		

ปริมาณความชื้น		บน	กลาง	ล่าง
ตลับหมายเลข				
น้ำหนักตลับ + วัสดุชื้น	กรัม			
น้ำหนักตลับ + วัสดุแห้ง	กรัม			
น้ำหนักน้ำ	กรัม			
น้ำหนักตลับ	กรัม			
น้ำหนักวัสดุแห้ง	กรัม			
ความชื้นในวัสดุ	%			
ความชื้นในวัสดุเฉลี่ย	%			

การทดสอบหาค่าการจมตัว แผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge).....แผ่น.....กก. Proving Ring Us.....

(PENETRATION TEST) พื้นที่หน้าตัดท่อนกด = 19.355 ซม.^{2} กดด้วยความเร็ว 1.27 มม./นาที

วันที่	เวลา	ค่าที่อ่าน (มม.)	การพองตัว (มม.)	การพองตัว (%)	จำนวนวัน	(1) Pene. (มม.)	(2) Dial Reading (มม.)	(3)=(1)-(2) Corr.Pene. (กก.)	Load Reading From (กก.)	Bearing Value (กก./ซม.^{2})	C.B.R. (%)
						0.63					
						1.27					
						1.90					
						2.54					
						3.17					
						3.81					
ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด					%	4.44					
ความชื้นของวัสดุ					%	5.08					
ปริมาณน้ำที่เพิ่มเข้าไป					ลบ.ซม.	6.35					
น้ำหนักวัสดุที่ร่อนผ่านตะแกรง					กรัม	7.62					
น้ำหนักวัสดุที่ค้างบนตะแกรง					กรัม	8.89					
ผลรวมของน้ำหนักวัสดุแห้ง					กรัม	10.16					
ผลรวมของน้ำหนักที่เพิ่มเข้าไป					กรัม	11.43					
						12.70					

CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) TEST

MATERIAL			SOURCE				
MOLD NO.	WT.	gm.	NO. OF LAYERS			FACTOR	
NO. OF BLOWS	VOL	cc.	WT. OF HAMMER	gm.		DROP	cm.

DENSITY		SOAKING BEFORE	SOAKING AFTER
WT. OF MOLD + SOIL	gm.		
WT. OF MOLD	gm.		
WT. OF SOIL	gm.		
WET DENSITY	gm./cc.		
DRY DENSITY	gm./cc.		

WATERCONTENT		TOP	MIDDLE	BOTTOM	
CAN No.					
WT. OF CAN + WET SOIL	gm.				
WT. OF CAN + DRY SOIL	gm.				
WT. OF WATER	gm.				
WT. OF CAN	gm.				
WT. OF DRY SOIL	gm.				
WATER CONTENT	%				
AVERAGE WATER CONTENT	%				

PENETRATION TEST — SURCHARGE pcs. = Kg. — PROVING RING No.
PISTOLAREA = $cm.^2$ — FACTOR =

DATE	TIME	RDG. (mm.)	SWELL (mm.)	SWELL (%)	DAYS	PENE. (mm.)	DIAL RDG. (mm.)	LOAD RDG. (Kg.)	BEARING VALUE (Ksc.)	C.B.R. (%)
						0.63				
						1.27				
						1.90				
						2.54				
						3.17				
						3.81				
						4.44				
						5.08				
						6.35				
						7.62				
						8.89				
						10.16				
						11.43				
						12.70				

OPTIMUM MOISTURE CONTENT = %
ORIGINAL MOISTURE CONTENT = %

REMARKS :

ตัวอย่างการเขียนเส้นกราฟ (บฟ. มยผ. 2203 – 57)

SUMMARY OF RESULTS

Type and No. of test .....C-443.....(G-22).....

Type of material .....Weathering Rock..... To be used for .Subbase Layer.....

Source .....บ่อสุรวิทย์ อ.พุแค จ.สระบุรี..... Stock pile No. .....

Location of sampling .....km. 43+150-43+295 Frontage Rd., RT.....

Tested by .....อวยพร, ชัยฤทธิ์..... Dated ....3/5/43.....

Materials		Passing							L.L.	P.L.
		50.0	25.0	19.0	9.5	# 10	# 40	# 200		
A	A-2-4	100.0	91.5	86.7	60.9	30.0	20.8	16.9	28.8	8.3
B	Grade "B"			#4 =	41.0					
Mixed A : B =										

Blow	Density gm/cc.	CBR%	Swell%
8	-	-	-
12	1.780	10.6	0.17
25	1.874	37.5	0.14
56	1.979	53.6	0.10
75	-	-	-

100%.....Mod.....Comp. (มยผ. 2202 – 57) = ...1.995..... gm./cc.

95%.....Mod.....Comp. (มยผ. 2202 – 57) = ...1.895..... gm./cc.

O.M.C. = ...7.5.....% water content of (molding) CBR = ...7.2.....%

Required CBR .....≥25.0.....% Raise percent compaction .....-.....%

มยผ. 2208 - 57

มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาการกระจายของขนาดเม็ดดิน (Particle Size Distribution) ทั้งชนิดเม็ดละเอียดและหยาบ โดยให้ผ่านตะแกรงจากขนาดใหญ่ จนถึงขนาดเล็กที่มีขนาดช่องผ่าน 0.075 มม. (เบอร์ 200) แล้วเปรียบเทียบน้ำหนักที่ผ่านหรือค้างตะแกรงขนาดต่างๆ กับน้ำหนักทั้งหมดของตัวอย่าง

2. นิยาม

"การกระจายของขนาดเม็ดดิน" หมายถึง การที่มวลดินประกอบด้วยเม็ดดินหลายขนาดต่างๆ กัน เช่น ตั้งแต่ 10 ซม. ลงมาจนกระทั่ง 0.0002 มม. ซึ่งคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของมวลดินจะขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดดิน การกระจายของขนาดเม็ดดิน แสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเม็ดดินในลอการิทึม (Logarithm) อยู่บนแกนนอน และร้อยละโดยน้ำหนักของเม็ดที่มีขนาดเล็กกว่าที่ระบุ (Percent Finer) อยู่บนแกนตั้ง ซึ่งเรียกว่า กราฟการกระจายของขนาดเม็ดดิน (Grain Size Distribution Curve)

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

3.1 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ช่องผ่านต้องเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาดช่องผ่านต่างๆ ได้ขนาดตามต้องการ พร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง

3.2 เครื่องชั่งแบบบาล๊านซ์ (Balance) จะต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักตัวอย่าง

3.3 ตู้อบ (Oven) ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

3.4 เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

3.5 แปรงทำความสะอาดตะแกรงชนิดลวดทองเหลือง และแปรงขน หรือแปรงพลาสติก

3.5 ภาชนะสำหรับใช้แช่ และล้างตัวอย่างดิน ด้วยมือหรือด้วยชนิดใช้เครื่องเขย่า

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 การเตรียมตัวอย่างโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง

นำตัวอย่างมาคลุกให้เข้ากัน และแยกตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างในขณะที่ตัวอย่างมีความชื้น เพื่อลดการแยกตัว ถ้าตัวอย่างไม่มีส่วนละเอียดอาจจะแบ่งขณะที่ตัวอย่างแห้งอยู่ก็ได้ ถ้ามีส่วนละเอียดจับเป็นก้อนใหญ่หรือมีส่วนละเอียดจับกันเองเป็นก้อน ต้องทำให้ส่วนละเอียดหลุดออกจากก้อนใหญ่ โดยให้ทุบแยกดินออกเป็นเม็ดอิสระด้วยค้อนยาง แต่ต้องระวังอย่าให้แรงมากจนเม็ดดินแตก

4.2 การเตรียมตัวอย่างโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง

นำตัวอย่างที่มีส่วนละเอียดจับกันเป็นก้อนไปแยกออกจากกันโดยใช้ค้อนยางทุบแล้วนำตัวอย่างไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) เพื่อหาน้ำหนักตัวอย่างแห้ง นำตัวอย่างใส่ภาชนะ

สำหรับใช้ล้างตัวอย่าง โดยใช้น้ำยาล้างส่วนละเอียด ซึ่งเตรียมได้จากการละลายผลึกโซเดียมเฮคซะเมตตาฟอสเฟต ซึ่งทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Hexameta Phosphate Buffered with Sodium Carbonate) 45.7 กรัม ละลายในน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนผสมกันให้ทั่วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 4 ชม. แล้วนำไปเขย่าประมาณ 10 นาที ขณะเขย่าระวังอย่าให้น้ำกระฉอกออกจากภาชนะ เทตัวอย่างดินในภาชนะลงบนตะแกรงเบอร์ 200 ถ้าหากมีตัวอย่างขนาดใหญ่ปนอยู่มาก ควรใช้ตะแกรงที่มีขนาดใหญ่กว่าเบอร์ 200 ซ้อนไว้ข้างบน แล้วใช้น้ำล้างจนกว่าไม่มีวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 อีก เทตัวอย่างลงในภาชนะแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

5. การทดสอบ

5.1 นำตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างตามข้อ **4.1** หรือ **4.2** แล้วแต่จะต้องการทดสอบแบบใดมาโดยประมาณให้ได้ตัวอย่างเมื่อแห้งแล้วตามตารางที่ **1**

ตารางที่ 1

ขนาดตะแกรง	น้ำหนักตัวอย่างไม่น้อยกว่า (กก.)
4.75 มม (เบอร์ 4)	0.5
9.5 มม. (3/8 นิ้ว)	1.0
12.5 มม. (1/2 นิ้ว)	2.0
19.0 มม. (3/4 นิ้ว)	5.0
25.0 มม. (1 นิ้ว)	10.0
37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว)	15.0
50.8 มม. (2 นิ้ว)	20.0
63.0 มม. (2 1/2 นิ้ว)	25.0
75.0 มม. (3 นิ้ว)	30.0
90.0 มม. (3 1/2 นิ้ว)	35.0

5.2 นำตัวอย่างไปเขย่าในตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ การเขย่านี้ต้องให้ตะแกรงเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง รวมทั้งมีแรงกระแทกขณะเขย่าด้วย เขย่านานจนกระทั่งตัวอย่างผ่านตะแกรงแต่ละชนิดใน 1 นาที ไม่เกินร้อยละ 1 ของตัวอย่างในตะแกรงนั้น หรือใช้เวลาเขย่านานทั้งหมดประมาณ 15 นาที เมื่อเขย่าเสร็จแล้ว ถ้ามีตัวอย่างก้อนใหญ่กว่าตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องไม่มีก้อนตัวอย่างซ้อนกันในตะแกรง และตัวอย่างที่มีเม็ดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องมีตัวอย่างค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดไม่เกิน 6 กรัม ต่อ 1,000 ตร.มม. หรือไม่เกิน 200 กรัม สำหรับตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8 นิ้ว) นำตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดของตะแกรงไปชั่ง

6. การคำนวณ

6.1 หาน้ำหนักที่ค้าง (Weight Retained) บนตะแกรงแต่ละขนาด โดยชั่งน้ำหนักของตัวอย่างดินที่ค้างบนแต่ละตะแกรงและน้ำหนักที่หายไป เมื่อเอาน้ำหนักของตัวอย่างในทุกตะแกรงรวมกันแล้ว หักออกจากน้ำหนัก

ตัวอย่างอบแห้งทั้งหมดซึ่งใช้ทดสอบ จะได้น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 รวมกับน้ำหนักที่ค้างบนถาดรอง (Pan)

6.2 หาน้ำหนักที่ผ่าน (Weight Passing) ตะแกรงแต่ละขนาด โดยคิดจากบรรทัดล่างของช่องน้ำหนักที่ค้างขึ้นไป (ดูแบบฟอร์ม) ให้เอาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนถาดรองเป็นน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 และให้เอาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงถัดขึ้นไปรวมกับน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เป็นน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงถัดขึ้นไป ให้ดำเนินการดังที่กล่าวมาแล้วนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงในบรรทัดบนสุด ซึ่งจะได้เท่ากับน้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

6.3 คำนวณหาร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก (Percentage Passing) ได้ดังนี้

$$\textbf{ร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก} = \frac{\textbf{น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาด}}{\textbf{น้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ}} \times 100$$

7. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ โดยน้ำหนักด้วยทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2208.1 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

8. ข้อควรระวัง

8.1 การแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่องแบ่งตัวอย่าง ต้องใช้เครื่องมือขนาดช่องกว้างประมาณ 1 1/2 เท่าของก้อนโตที่สุด

8.2 ตรวจดูตะแกรงบ่อยๆ ถ้าชำรุดต้องซ่อมก่อนใช้ โดยเฉพาะเบอร์ 200

8.3 ห้ามใส่ตัวอย่างลงในตะแกรงขณะที่ยังร้อนอยู่

8.4 การทุบตัวอย่างดินต้องไม่แรงมากจนทำให้เม็ดดินแตก

8.5 การเขย่าอย่าเขย่านานจนตัวอย่างกระแทกแตกเป็นผง

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.8-2532: วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

9.2 Standard Method of Test for Amount of Material Finer Than 0.075 mm. Sieve In Aggregate : AASHTO Designation : T 11-78

9.3 Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine And Coarse Aggregates : AASHTO Designation: T 27-78

9.4 Standard Method of Test for Sieve Analysis of Mineral Filler : AASHTO Designation : T 37-77

9.5 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 421 - 02: Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants.

9.6 The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 422 - 02: Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ..... ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	**บฟ. มยผ. 2208.1 - 57**	**ทะเบียนทดสอบ.....**	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) **การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ** หลุมเจาะหมายเลข..... ความลึก.....เมตร ปริมาตรแบบ.....ลบ.ซม.	**ผู้ทดสอบ**	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	

ตะแกรงหมายเลข	น้ำหนักตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักตะแกรง + ดิน (กรัม)	น้ำหนักดินที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	นน.ร้อยละของดินที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	นน.ร้อยละของดินที่ค้างสะสม	นน.ร้อยละของดินที่มีขนาดเล็กกว่า

โครงการ..... ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ผู้รับจ้าง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	**บฟ.มยผ. 2208.2 - 57** (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) **การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ** แหล่งวัสดุ..... ชั้นคุณภาพ.....	ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ ผู้ตรวจสอบ อนุมัติ

การทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน

สีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ
( ) สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน
( ) สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน
( ) สีแก่กว่าสีมาตรฐาน

สรุปผลการทดสอบ
( ) เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้
( ) ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน