รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง

หมวดที่ 1 งานวิศวกรรมโครงสร้าง

โครงการก่อสร้างอาคารอุทยานวิทยาศาสตร์ภูมิภาค ภาคเหนือ เพื่อเป็นศูนย์กลางขับเคลื่อนธุรกิจนวัตกรรม BCG สำหรับระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคเหนือ (RSP North BCG Innovation Headquarter for NEC)

สารบัญ

1. หมวดทั่วไป 6
1.1 ขอบเขตของงาน 6
1.2 คำจำกัดความ 6
1.3 การเตรียมงาน 7
2. งานดิน 9
2.1 ขอบเขตของงาน 9
2.2 งานดินสำหรับก่อสร้างฐานราก 9
2.3 งานปรับเกลี่ยดิน 10
3. การขุดดิน 10
3.1 ขอบเขตของงาน 10
4. งานคอนกรีต 11
4.1 ขอบเขตของงาน 11
4.2 วัสดุ 11
4.3 การจัดปริมาณส่วนผสม 13
4.4 การผสมคอนกรีต 13
4.5 การเทคอนกรีต 14
4.6 การซ่อมผิวที่ชำรุด 16
4.7 การบ่ม และการป้องกัน 16
4.8 การทดสอบ 17
4.9 การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด 17
5. งานไม้แบบ 18
5.1 ขอบเขตของงาน 18
5.2 การคำนวณออกแบบ 18

5.3 รูปแบบของงานไม้แบบ 19
5.4 การก่อสร้างงานไม้แบบ 20
5.5 วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ 23
5.6 การแต่งผิวคอนกรีต 24
5.7 การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย 24
5.8 งานนั่งร้าน 24
6. เหล็กเสริมคอนกรีต 24
6.1 ขอบเขตของงาน 24
6.2 เหล็กเสริมคอนกรีต 24
6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ 26
6.4 การเก็บวัสดุ 26
6.5 การตัดเหล็กเส้น 26
6.6 การต่อเหล็กเสริม 27
6.7 การเก็บเหล็กตัวอย่างเพื่อการทดสอบ 27
6.8 การดัดและการเรียงเหล็กเส้น 27
7. งานโครงสร้างเหล็ก 29
7.1 ขอบเขตของงาน 29
7.2 วัสดุ 30
7.3 ความคลาดเคลื่อนทางมิติ 30
7.4 การตัดเหล็ก 30
7.5 การต่อเหล็ก 31
7.6 เหล็กแผ่นและเหล็กฉาก 32
7.7 แผ่นรองรับ 32
7.8 การประกอบและติดตั้ง 32

7.9 การทดสอบ 33
7.10 การป้องกันการผุกร่อน 33
7.11 การวัดปริมาณงาน 34
7.12 การจัดเก็บวัสดุ 34
8. เหล็กรูปพรรณ 35
8.1 ขอบเขตของงาน 35
8.2 วัสดุ 35
8.3 การกองเก็บวัสดุ 35
8.4 การต่อ 35
8.5 รูและช่องเปิด 35
8.6 การประกอบและการยกติดตั้ง 36
8.7 งานเชื่อม 36
8.8 งานสลักเกลียว 40
8.9 การต่อและประกอบในสนาม 40
8.10 การป้องกันเหล็กมิให้ผุพัง 41
9. งานโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงในที่ (Post Tensioned Concrete) 42
9.1 ข้อกำหนดทั่วไป 42
9.2 คอนกรีต 42
9.3 วัสดุ (Materials) 42
9.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipments) 44
9.5 ข้อมูลสำหรับการคำนวณ FRICTION, ELONGATION และ ANCHORAGE SLIP มีดังนี้ 44
9.6 ขั้นตอนการก่อสร้างเบื้องต้น (Basic Construction Sequences) 46
9.7 รายละเอียดการทำงาน (Working Procedures) 47
10. งานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ 54

10.1 ขอบข่าย....54
10.2 นิยาม....54
10.3 มาตรฐานอ้างถึง....55
10.4 ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้าง....55
10.5 ข้อกำหนดในการก่อสร้าง....60
10.6 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกและความสมบูรณ์ของเสาเข็ม....66

หมวดที่ 1 รายการประกอบแบบก่อสร้างหมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

1. หมวดทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

ให้ผู้รับจ้างทำการก่อสร้างอาคารและองค์ประกอบอื่นใดที่ปรากฏในรูปแบบและรายการ ให้สำเร็จสมบูรณ์ภายในเวลาที่กำหนด และสามารถใช้การได้เป็นอย่างดีรวมทั้งจะต้องจัดหาและดำเนินการสิ่งต่อไปนี้ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

1.1.1 จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ที่มีคุณภาพตามที่กำหนดในรูปแบบหรือรายการให้เพียงพอแก่การก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง

1.1.2 จัดหาแรงงาน ช่างฝีมือ และวิศวกรควบคุมงานที่มีความชำนาญอยู่ประจำสำนักงานสนาม ให้เพียงพอแก่การดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

1.1.3 จัดหาเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องทุ่นแรง และสัมภาระอื่นใดที่จำเป็นให้พร้อมที่จะดำเนินการก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่องจนแล้วเสร็จสมบูรณ์

1.1.4 ดำเนินการทดสอบ วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง ณ สถาบันทดสอบพร้อมทั้งรายงานผลต่อผู้ควบคุมการก่อสร้าง

1.1.5 เขียนแบบภาพขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) ของอุปกรณ์หรือส่วนของสิ่งก่อสร้างที่จะนำมาใช้ในงานนี้ เพื่อให้ตรงตามความประสงค์ของผู้ออกแบบ

1.1.6 เตรียมการในการติดตั้งเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรง และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทันต่อการใช้งาน

1.1.7 ทำความสะอาดอาคาร สถานที่ก่อสร้าง การจัดและขนย้ายสิ่งปฏิกูล และวัสดุเหลือใช้อันไม่พึงประสงค์ ออกนอกบริเวณก่อสร้างหรือไม่ให้มลภาวะแก่สถานที่อื่น ตามที่ว่าจ้างกำหนด

1.1.8 ดำเนินการป้องกันความเสียหาย และอุบัติเหตุอันอาจเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างตลอดจนการค้ำประกันผลงาน และประกันภัยตามความจำเป็น

1.2 คำจำกัดความ

1.2.1 ผู้ออกแบบ หมายถึง สถาปนิก วิศวกร หรือเจ้าหน้าที่ผู้ได้รับมอบหมายให้ทำการออกแบบสิ่งก่อสร้างนี้ จากเจ้าของงานหรือผู้ว่าจ้าง

1.2.2 ผู้ควบคุมการก่อสร้าง หมายถึง สถาปนิก วิศวกร ผู้ได้รับมอบหมายให้ทำการควบคุมการก่อสร้างจากเจ้าของงานหรือผู้ว่าจ้าง

1.2.3 คณะกรรมการตรวจการจ้าง หมายถึง คณะบุคคลผู้ได้รับแต่งตั้งจากผู้ว่าจ้างให้ทำการตรวจการจ้างงานก่อสร้างนี้ เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขแห่งสัญญาจ้างก่อสร้าง

1.2.4 ผู้รับจ้าง หมายถึง บุคคล หรือ นิติบุคคล ที่เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง

1.2.5 แบบก่อสร้างหรือแบบรูปหรือแบบ หมายถึง แบบและรายการประกอบเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาให้ถือเป็นแบบหลัก

1.2.6 แบบขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (Shop Drawing) หมายถึง แบบที่ผู้รับจ้างเขียนขึ้นเพื่อแสดงรายละเอียดขณะก่อสร้าง ให้ถือเป็นแบบก่อสร้าง

1.2.7 แบบแสดงการติดตั้งจริง (As Built Drawing) หมายถึง แบบที่ผู้รับจ้างเขียนขึ้นเพื่อแสดงการติดตั้งและพิกัดทางจริง ให้ถือเป็นงานที่จะต้องส่งมอบในการตรวจรับงานงวดสุดท้าย

1.2.8 วัสดุตัวอย่าง หมายถึง วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ยืนแสดงเป็นตัวอย่างต่อผู้ควบคุมการก่อสร้าง

1.2.9 สถาบันที่เชื่อถือได้ หมายถึง ส่วนราชการหรือบริษัทจำกัดที่มีวัตถุประสงค์ในการให้คำปรึกษาแนะนำด้านวิศวกรรม ซึ่งมีวิศวกรไม่ต่ำกว่าระดับสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพวิศวกรรมเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำและลงลายมือชื่อรับรองผลการตรวจสอบงานวิศวกรรมควบคุม

1.3 การเตรียมงาน

1.3.1 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติ และรับผิดชอบในการทำงานให้เป็นไปตามกฎหมายแรงงาน และรวมทั้งระเบียบข้อบังคับต่างๆ เพื่อให้การปฏิบัติงานก่อสร้างครั้งนี้ เป็นไปอย่างเรียบร้อยและถูกต้องตามกฎหมาย

1.3.2 ผู้รับจ้างควรประกันอุบัติเหตุอันอาจจะเกิดขึ้นต่อทรัพย์สิน สวัสดิภาพของคนงาน และบุคคลอื่นอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงานก่อสร้าง หากมีข้อเสียหายเกิดขึ้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบและเป็นผู้ชดใช้ค่าเสียหายทั้งสิ้น

1.3.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาคนงานหรือช่างฝีมือที่มีความรู้ความสามารถความชำนาญมีฝีมือดี มาดำเนินงานนั้นโดยเฉพาะและต้องจัดหามาให้เพียงพอเพื่อให้ดำเนินการได้ทันเวลา ถ้าคณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นว่าคนงานหรือช่างคนใดของผู้รับจ้างไม่เข้าใจงานดี ประพฤติตนไม่เหมาะสมมีฝีมือไม่ดีหรือทำงานหยาบ สะเพร่า หรือมีพฤติกรรมที่อาจก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน คณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือผู้ควบคุมการก่อสร้างมีอำนาจขอให้เปลี่ยนคนงานหรือช่างคนนั้นได้ และผู้รับจ้างจะต้องจัดหาคนใหม่มาแทนโดยเร็ว ส่วนการแก้ไขหรือเวลาที่เสียไปเพราะการนี้ ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างสำหรับเรียกร้อง ค่าเสียหาย หรือขยายเวลาแล้วเสร็จออกไปอีกไม่ได้

1.3.4 วัสดุก่อสร้างที่ระบุชื่อ โดยเฉพาะเจาะจงไว้ในแบบรูปหรือรายการก่อสร้างมาตรฐานให้หมายความรวมถึง วัสดุที่มีคุณภาพเทียบเท่าด้วย ถ้าวัสดุก่อสร้างมีกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ก็ให้ใช้ตามมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น

1.3.5 ในกรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นที่จะใช้วัสดุที่มีคุณภาพเทียบเท่าให้ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดแสดงคุณภาพเทียบเท่าและความจำเป็นในการใช้วัสดุนั้นให้ชัดเจนเสนอคณะกรรมการตรวจการจ้าง ผ่านผู้ควบคุมการก่อสร้างพิจารณาอนุมัติให้ก่อนจะจัดซื้อวัสดุมาใช้แทน และผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่อนุมัติให้ใช้วัสดุที่มีคุณภาพเทียบเท่านั้น

1.3.6 เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักร ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างจะต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1.3.6.1 มีความเหมาะกับประเภทของงาน

1.3.6.2 มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง

1.3.6.3 มีจำนวนมากพอที่จะใช้ทำงานได้สะดวกและเรียบร้อย

1.3.7 การโยกย้ายสิ่งกีดขวางและการรื้อถอนอุปสรรคเดิม ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการรื้อถอนอุปสรรคและบรรดาสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่มีอยู่ในบริเวณก่อสร้าง เช่น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ฯลฯ ตามขอบเขตของสัญญานี้ นอกจากการระบุเป็นอย่างอื่นและทำเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องจัดการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับงานนั้นๆ ให้ทำการโยกย้าย หรือแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำการก่อสร้าง โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการโยกย้าย รื้อถอน เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.3.8 การทำความสะอาดบริเวณ ผู้รับจ้างจะต้องทำการเตรียมบริเวณก่อสร้างให้ปราศจากต้นหญ้า หรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ เพื่อให้พร้อมสำหรับการทำงานต่อไป เฉพาะต้นไม้ที่กีดขวางการก่อสร้างเท่านั้น แต่ห้ามตัดหรือทำลายต้นไม้หรือพุ่มไม้ที่มิได้อยู่ในบริเวณก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษร ผู้ควบคุมงานก่อสร้างและต้องเตรียมการป้องกันความเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นกับต้นไม้เหล่านั้น อันเนื่องมาจากการขนส่งวัสดุก่อสร้างและอื่นๆ ต้นไม้หรือหญ้าที่ตัดแล้ว จะต้องนำไปทิ้งหรือทำลาย ดินส่วนเกินจะต้องนำออกไปนอกบริเวณก่อสร้างไปยังพื้นที่ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้เรียบร้อย

1.3.9 ค่าระดับ ให้ถือค่าระดับที่ระบุไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบค่าระดับให้ครบถ้วนก่อนดำเนินการที่เกี่ยวข้องใดๆ

1.3.10 การวางผัง ผู้รับจ้างจัดการวางผังในสถานที่ก่อสร้างให้ถูกต้องตามแบบแปลน และแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบเพื่อทำการตรวจสอบและลงความเห็นว่าถูกต้องเสียก่อนจึงจะลงมือทำงานในขั้นต่อไป และหากมีการทำงานใดๆที่อาจทำให้ผังคลาดเคลื่อน หรือผิดพลาดได้ เช่นการตอกเข็ม ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบระยะต่างๆ ในผังให้ถูกต้องอยู่เสมอ

2. งานดิน

2.1 ขอบเขตของงาน

งานในหมวดนี้รวมถึง การขุดดิน ถมดิน บดอัดดิน เคลื่อนย้าย และดำเนินการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานดิน เพื่อให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง

2.1.1 การขุดดินจะต้องให้ตรงตามตำแหน่ง และได้ความลึกตามที่แสดงในแบบก่อสร้างและค่าระดับเฉลี่ยต้องไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ วิธีการขุด และวิธีป้องกันการกระทบกระเทือนหรือผลเสียหาย อันอาจจะเกิดขึ้นแก่สิ่งปลูกสร้างหรือทรัพย์สินใดๆ ภายในหรือข้างเคียงสถานที่ก่อสร้าง และหากเกิดผลเสียหายใดๆเกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในทุกกรณี

2.1.2 วัสดุถมให้ใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบให้ใช้ดินถม วัสดุถมจะต้องปราศจากอินทรียวัตถุหรือวัสดุอื่นๆ ที่อาจจะทำให้ความแน่นของวัสดุถมลดลงได้

2.1.3 บริเวณที่จะต้องถมต้องปราศจากน้ำ อินทรียวัตถุ หรือวัสดุอื่นๆที่อาจจะทำให้ความแน่นของวัสดุถมลดลงได้ ในกรณีบริเวณที่จะถมมีต้นไม้หรือตอไม้ให้ขุดออกทั้งหมด

2.1.4 การถมดิน ถ้าไม่แจ้งไว้ในรูปแบบและรายการ ให้ถมถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบและเลยตัวอาคารออกไปโดยรอบด้านละ 2.00 เมตร

2.1.5 การถมดิน จะต้องทำเป็นชั้นๆ โดยวัสดุถมแต่ละชั้นก่อนบดอัดหนาไม่เกิน 30 เซนติเมตร และมีความชื้นพอเหมาะที่จะให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) โดยบดอัดให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 90% Modified Proctor Density

2.1.6 การถมรับพื้นคอนกรีต ชั้นบนสุดจะต้องใช้ทรายและอัดแน่น หนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

2.2 งานดินสำหรับก่อสร้างฐานราก

2.2.1 การขุดหลุมฐานราก ให้ขุดกว้างกว่าขนาดของตัวฐานรากจนสามารถตั้งและถอดแบบได้โดยสะดวก

2.2.2 เมื่อขุดถึงระดับตามที่กำหนดในแบบก่อสร้างแล้วให้แจ้งผู้ควบคุมการก่อสร้างทราบ เพื่อตรวจระดับและความหนาแน่นของดินก้นหลุมสำหรับฐานรากที่ไม่มีเสาเข็ม หรือตำแหน่ง และความเรียบร้อยของเสาเข็ม สำหรับฐานรากที่มีเสาเข็มรองรับ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการแก้ไขหากเสาเข็มชำรุด หรือเคลื่อนตัวจากสาเหตุของการขุดดิน

2.2.3 ในกรณีที่มีฐานรากแผ่ เมื่อขุดดินถึงระดับตามที่กำหนดในแบบก่อสร้างแล้วให้แจ้งผู้ควบคุมการ

2.2.4 ก่อสร้างตรวจสอบ หากพบว่าบริเวณใดไม่ปลอดภัยที่จะใช้รับน้ำหนักฐานราก ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ควบคุมการก่อสร้าง หรือวิศวกรผู้ออกแบบโดยเคร่งครัด หลังจากผู้

ควบคุมการก่อสร้างตรวจสอบแล้วพบว่าไม่มีการแก้ไข ผู้รับจ้างจะต้องเทคอนกรีตหยาบโดยทันที หรือไม่เกิน 24 ชั่วโมง

2.2.5 ผู้รับจ้างจะต้องป้องกันหลุมทั้งหมดให้ปราศจากน้ำขังอันเกิดจากสาเหตุใดก็ตาม โดยการใช้เครื่องสูบน้ำหรือวิธีการอื่นๆ ที่เหมาะสม

2.2.6 การกลบดินฐานราก ให้ทำตามข้อ 1.5 ของงานดินทั่วไป และให้กระทำภายหลังหล่อคอนกรีตฐานรากแล้วไม่น้อยกว่า 3 วัน ก่อนการกลบดินฐานรากทุกครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานก่อสร้างตรวจสอบและอนุญาตเสียก่อน

2.3 งานปรับเกลี่ยดิน

2.3.1 การปรับเกลี่ยดิน ทั่วไปให้ถางป่า ขุดตอ กำจัดวัชพืชผิวดินให้หมด แล้วจึงทำการปรับเกลี่ยให้เรียบร้อย

2.3.2 หากพื้นที่ที่ปรับเกลี่ยถูกกำหนดให้เป็นบริเวณพื้นที่ปลูกหญ้าหรือพันธุ์ไม้ใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องถมหน้าดินที่ไม่มีวัชพืชหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร หรือตามที่ระบุในการก่อสร้างแล้วเกลี่ยให้เรียบร้อยอีกครั้ง

2.3.3 หากพื้นที่ที่ปรับเกลี่ยถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ปลูกสร้างอาคาร จะต้องทำการลอกหน้าดินด้วย และหากมีการขุดดิน ถมดิน ให้ดำเนินการตามรายละเอียดในหัวข้อ 1

3. การขุดดิน

3.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมกับงานขุดมีความลึกต่างๆ พร้อมบุคลากรและคนงาน เพื่อขุดดินให้ลึกตามที่ระบุในแบบโครงสร้าง รวมทั้งการเตรียมและจัดทำผนังกันดินและค้ำยัน(ถ้าจำเป็น) การขนย้ายดินขุดเพื่อถมกลับหรือการขนย้ายดินออกนอกสถานที่ การขุดดินจะต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน พ.ศ. 2543

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธี ขั้นตอนการขุด รายการคำนวณ แบบแสดงวิธีทำผนังกันดิน การค้ำยัน ขั้นตอนการรื้อถอนให้วิศวกรผู้ควบคุมงานตรวจสอบ และให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินงานทั้งนี้ เพื่อป้องกันมิให้ดินข้างหลุมที่ขุดเกิดการพังทลายหรือเคลื่อนตัว และการเสียหายต่อสิ่งก่อสร้างในบริเวณใกล้เคียงผนังกันดินแนะนำให้เป็นชนิด (Interlocking)

ถ้าขุดลึกเกินไปให้กลบด้วยทรายจนถึงระดับที่ต้องการ หากมีน้ำใต้ดินมากจะต้องขุดบ่อพักน้ำใกล้บริเวณหลุมฐานรากให้ลึกกว่าระดับฐาน เพื่อให้น้ำจากบริเวณหลุมฐานรากไหลมารวมกัน แล้วใช้สูบออกไปยังพื้นที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

4. งานคอนกรีต

4.1 ขอบเขตของงาน

4.1.1 หัวข้อนี้ครอบคลุมถึงการจัดหาวัสดุที่มีคุณภาพสำหรับผสมคอนกรีต การผสมคอนกรีต การเทคอนกรีต การบ่มคอนกรีต รวมทั้งจัดหาเครื่องมือสำหรับ การผสม การเท และการทดสอบคอนกรีต

4.1.2 คอนกรีตในหัวข้อนี้ หมายถึง คอนกรีตสำหรับโครงสร้างทั่วไป นอกจากการประกอบแบบเฉพาะที่ระบุเป็นอย่างอื่น

4.2 วัสดุ

4.2.1 ปูนซีเมนต์

4.2.1.1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งหมดให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 เล่ม 1 ถ้าแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะไม่ได้กำหนดว่าใช้ปูนซีเมนต์ประเภทใด ให้ถือว่าเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 เล่ม 1 เช่น ปูนซีเมนต์ตราช้างของบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด ปูนซีเมนต์ตราพญานาคสีเขียว ของบริษัทชลประทานซีเมนต์ จำกัด หรือ ปูนซีเมนต์ตราเพชร ของบริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด หรือ ผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์ที่ได้รับมาตรฐานตาม ASTM C150 type 1

4.2.1.2 ถ้าจะใช้ปูนซีเมนต์ชนิดแข็งตัวเร็วในงานก่อสร้างโครงสร้างจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

4.2.1.3 ปูนซีเมนต์ต้องบรรจุถุงเรียบร้อย หรือเป็นปูนซีเมนต์ที่เก็บในภาชนะบรรจุของบริษัทผู้ผลิตเท่านั้น

4.2.1.4 ปูนซีเมนต์บรรจุถุง จะต้องเก็บไว้บนที่ยกพื้นสูงกว่าพื้นดินอย่างน้อย 30 เซนติเมตร ในโรงที่มีหลังคาคลุม มีฝาปิดกั้นกันฝนได้ดี

4.2.1.5 ห้ามใช้ปูนซีเมนต์ที่เสื่อมคุณภาพโดยความชื้น แข็งตัวเป็นก้อนแล้ว หรือโดยเหตุอื่น ๆ

4.2.1.6 ห้ามใช้ปูนซีเมนต์ต่างประเภทผสมคอนกรีตปนกัน หรือเทติดต่อกันในขณะที่ส่วนที่เทไว้ก่อน ซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ต่างประเภทกันยังไม่แข็งตัว

4.2.2 ทราย

ทรายที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องเป็นทรายน้ำจืดที่หยาบ คม แข็งแกร่ง และสะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน เช่น เปลือกหอย ดิน โคลน เถ้าถ่าน และสารอินทรีย์ต่างๆ

4.2.3 หินหรือกรวด

4.2.3.1 หินหรือกรวดที่ใช้ต้องแข็งแกร่ง เหนียว ไม่ผุ และปราศจากสิ่งอื่นเจือปน

4.2.3.2 หินหรือกรวดต้องมีหลายขนาดผสมกัน และต้องมีส่วนขนาดคละ ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดของ ASTM ที่เหมาะสม

4.2.3.3 ขนาดใหญ่สุดของหินกรวดจะต้องเป็นไปตามตารางข้างล่าง

ตารางแสดงขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด ซม.
ฐานราก เสา และคาน	3
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 15 ซม. ขึ้นไป	3
ผนัง ค.ส.ล. หนาน้อยกว่า 15 ซม. ลงมา	2
แผ่นพื้น ครีบ ค.ส.ล. และผนังกั้นห้อง ค.ส.ล.	2

4.2.4 น้ำ

4.2.4.1 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องเป็นน้ำจืดที่ใช้ดื่มได้ ปราศจากน้ำมัน กรด ด่าง เกลือ และสารอินทรีย์ต่างๆ

4.2.4.2 ถ้าจำเป็นต้องใช้น้ำที่ขุ่นมาผสมคอนกรีตแล้ว จะต้องทำให้น้ำใสเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ได้ โดยปฏิบัติดังนี้ ให้ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ลิตร ต่อน้ำขุ่น 800 ลิตร ผสมทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หรือจนตะกอนนอนก้นกันหมดแล้ว จึงตักเอาน้ำใสมาใช้ได้

4.2.5 สารผสมเพิ่ม

การใช้สารผสมเพิ่มทุกชนิดในคอนกรีต จะต้องได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานเสียก่อน

4.2.6 กำลังอัดคอนกรีตที่ 28 วัน ตามมาตรฐาน รูปทรงกระบอก 15x30 เซนติเมตร

ตารางแสดงกำลังอัดคอนกรีต

ชนิดของงานก่อสร้าง	f_c'(kg/cm^2)	Slump (cm)
ฐานราก	320	5-7.5
พื้น,คาน, ผนัง ค.ส.ล.	320	7.5-12.5
เสา	320	7.5-12.5
ครีบ ค.ส.ล. และผนังบางๆ	320	10-15
พื้นผนังถังเก็บน้ำ	320 (ผสมน้ำยากันซึม)	7.5-12.5
บ่อพัก	280	7.5-10
ถนน	280	5-7.5

4.3 การจัดปริมาณส่วนผสม

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ทดลองทำส่วนผสมขึ้นเอง โดยปรึกษากับวิศวกรผู้ออกแบบ หรือวิศวกรของผู้ควบคุมงานถึงส่วนผสมที่เหมาะแก่คุณภาพของวัสดุเป็นคราว ๆ ไป การทดลองหาส่วนผสมจะต้องทำล่วงหน้าก่อนใช้งานคอนกรีตจริงๆ ในระยะเวลาอันสมควร และจะต้องแจ้งถึงอัตราส่วนที่ผ่านการทดลองและตัดสินใจใช้ให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อน อย่างไรก็ดีความรับผิดชอบในเรื่องกำลังคอนกรีตยัง เป็นของผู้รับจ้าง

4.4 การผสมคอนกรีต

4.4.1 คอนกรีตผสมเสร็จ วิธีการผสม และการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม บทกำหนดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ (ASTM C94)

4.4.2 การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง

4.4.2.1 การผสมคอนกรีต ต้องใช้เครื่องผสมชนิดซึ่งได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานแล้ว โดยที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุและจำนวนรอบต่อนาทีที่ เหมาะสม และผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวม ซีเมนต์ และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนด และต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ

4.4.2.2 ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนซีเมนต์และมวลรวมแล้วค่อยๆ เติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณหนึ่งในสี่ของเวลาผสมที่กำหนด จะต้องมีที่ควบคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนจะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่

4.4.2.3 เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตร ลงมาจะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาที สำหรับทุกๆ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือ ส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

4.4.3 การผสมต่อ

4.4.3.1 ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาดแต่ให้ทิ้งไป

4.4.3.2 ห้ามมิให้เติมน้ำ เพื่อเพิ่มค่าการยุบตัวเป็นอันขาด การเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้างหรือที่โรงผสมคอนกรีตกลาง โดยความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงานเท่านั้น แต่ไม่ว่าในกรณีใดจะเติมน้ำในระหว่างการขนส่งไม่ได้

4.5 การเทคอนกรีต

4.5.1 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจดูแบบหล่อว่ามั่นคงแข็งแรงและถูกต้องตามแบบรายละเอียด จัดวางแผ่นกั้นท่อน้ำประปา ท่อร้อยสายไฟ และสิ่งที่จะต้องฝังอื่นๆต้องอยู่ตามตำแหน่ง รวมทั้งได้ทำความสะอาดให้ปราศจากเศษวัสดุที่อยู่ในแบบที่จงใจ อุดรอยรั่วต่างๆ เพื่อมิให้ปูนทรายย้อยออกมาได้ เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อตรวจสอบและอนุมัติในการเทคอนกรีต

4.5.2 วิธีการขนส่ง การลำเลียงและการเทคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแยกแยะของปฏิภาคส่วนผสม

4.5.3 รอยต่อในการก่อสร้างจะต้องเลือกกำหนดในตำแหน่งที่จะไม่ทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงไป สำหรับรอยต่อในพื้นให้อยู่ช่วงกลางของช่องแผ่นพื้นคาน หรือคาน หากคานซอยติดกับคานหลักตรงจุดรอยต่อพอดี ในกรณีเช่นนี้ให้ร่นรอยต่อในคานออกไปอีกเป็น ระยะทางสองเท่าของความกว้างของคาน และบริเวณรอยต่อดังกล่าวจะต้องออกแบบให้ การถ่ายแรงเฉือนและแรงอื่น ๆ เป็นไปได้โดยสมบูรณ์ หรืออื่นๆตามที่มาตรฐานกำหนด

4.5.4 ผิวคอนกรีตรอยต่อจะต้องสะอาดและกำจัดฝ้าน้ำปูนออกให้หมด และต้องพรมน้ำให้เปียกทั่วราดด้วยน้ำปูนซีเมนต์ข้นๆหรือน้ำยาประสานคอนกรีตที่ได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนที่จะเทคอนกรีตทับรอยต่อนั้น

4.5.5 คอนกรีตเมื่อผสมแล้วต้องรีบนำไปใช้ (ไม่ควรเกิน 30 นาที) และในระยะหว่างเทคอนกรีตต้องระมัดระวังมิให้เหล็กเสริมเคลื่อนหรือเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม

4.5.6 การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่ ห้ามมิให้เทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตซึ่งเทไว้แล้วเกิน 30 นาที แต่จะต้องทิ้งไว้ประมาณ 20 ชั่วโมง จึงจะสามารถเทคอนกรีตต่อได้

4.5.7 ห้ามนำคอนกรีตที่แข็งตัวบ้างหรือบางส่วนหรือแข็งตัวทั้งหมดหรือที่มีวัสดุแปลกปลอม มาใช้งานเป็นอันขาด

4.5.8 เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้ว จะต้องทำคอนกรีตนั้นให้แน่นภายในเวลา 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสม นอกจากจะมีเครื่องกวนพิเศษสำหรับการนี้โดยเฉพาะหรือมีเครื่องติดรถซึ่งจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้น ให้เพิ่มเวลาได้เป็น 2 ชั่วโมง นับตั้งแต่บรรจุซีเมนต์เข้าเครื่องผสม

4.5.9 จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้จุดหมายปลายทางมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกแยะอันเนื่องจากการโยกย้ายและการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระวังอย่าใช้วิธีที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ และห้ามปล่อยคอนกรีตที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตร นอกจากจะได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

4.5.10 ในกรณีที่ต้องการใช้คอนกรีตเปลือยผิวจะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ดันหินให้ออกจากข้างแบบเพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็มโดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่นด้วยเครื่องหรือกระทุ้ง เพื่อให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมหรือสิ่งที่จะฝังจนทั่วและเข้าไปอัดตามมุมต่างๆจนเต็ม โดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหินอันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรงหรือเป็นหลุมบ่อหรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรงออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7000 รอบต่อนาที และผู้ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอ ห้ามมิให้ทำการสั่นคอนกรีตเกินขนาดและใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเขยื้อนคอนกรีตให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่มและถอนเครื่องสั่นลงตรงๆที่หลายๆจุดห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ในการจุ่มแต่ละครั้งจะต้องทิ้งระยะเวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัว แต่ต้องไม่มากเกินไปจนเป็นเหตุให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ โดยปกติจุด ๆ หนึ่งควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5 ถึง 15 วินาทีในกรณีที่หน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไปจนไม่อาจแหย่เครื่องสั่นลงไปได้ก็ให้เครื่องสั่นนั้นแนบกับแบบข้างหรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานแล้ว สำหรับองค์อาคารที่มีความชลูด และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบ แต่ ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้ โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์ อาคารผิดไปจากที่กำหนด ควรจะต้องมีเครื่องสั่นเครื่องตีคอนกรีตสำรองอย่างน้อยหนึ่ง เครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในขณะเทคอนกรีต นอกเหนือจากข้อปฏิบัตินี้ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการก่อสร้างที่เกี่ยวข้อง

4.5.11 การเทคอนกรีตโดยใช้ปั๊มคอนกรีตจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างก่อน

4.6 การซ่อมผิวที่ชำรุด

4.6.1 ห้ามปะซ่อมรูโพรง ร้อยเหล็กยึดและเนื้อคอนกรีตที่ชำรุดทุกกรณี ก่อนที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะได้ตรวจสอบครบถ้วนแล้ว

4.6.2 สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูพรุนเล็กๆและชำรุดเล็กน้อย หากผู้ควบคุมงานก่อสร้างลงความเห็นว่าพอที่จะซ่อมแซมให้ดีได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไป โดยจะต้องทำคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อมและเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นออกมาอย่างน้อย 15 เซนติเมตร และมอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องไม่หดตัว (Nonshrink Cement)

4.6.3 ในกรณีที่รูพรุนนั้นกว้างมาก หรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และผู้ควบคุมงานก่อสร้างลงความเห็นว่าอยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ ก็ให้ปะซ่อมได้โดยใช้มอร์ต้าชนิดไม่หดตัว (Nonshrink Cement) และจะต้องเสริมเหล็ก dowel เพื่อเพิ่มการยึดเกาะ โดยอัตราส่วนผสมให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด

4.6.4 ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมาก หรือเกิดเสียหายใดๆ เช่น คอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนด และผู้ควบคุมงานก่อสร้างมีความเห็นว่าอาจทำให้เกิดอันตรายต่อความแข็งแรงของอาคารได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นตามวิธีที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างได้เห็นชอบด้วยแล้ว หรือผู้ควบคุมงานก่อสร้างเห็นว่าการชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้ดีได้ อาจสั่งทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

4.7 การบ่ม และการป้องกัน

4.7.1 เมื่อเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องป้องกันคอนกรีตไม่ให้โดนแดด น้ำ หรือน้ำฝน และหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมง ต้องคงสภาพผิวคอนกรีตให้เปียกชื้นอย่างทั่วถึงเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน โดยนับจากวันเทคอนกรีต เช่นคลุมผิวคอนกรีตด้วยผ้ากระสอบชุ่มน้ำ ดูแลรักษาผ้ากระสอบให้อยู่ในสภาพดีและเปียกชื้นอยู่เสมอ นอกจากนี้ยังต้องป้องกันอันตรายต่อคอนกรีตจากแสงแดดและลมด้วย การบ่มโดยใช้น้ำยาเคมีหรือใช้วัสดุอื่นห่อหุ้มคอนกรีตจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานหรือคณะกรรมการตรวจสอบจ้างเสียก่อน

4.7.2 วิธีต่าง ๆ ของการบ่มคอนกรีต อาทิ

- โดยการใช้น้ำฉีดหรือพรมน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ
- โดยการใช้กระสอบคลุมแล้วราดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ
- โดยการใช้สารประกอบเคมี สำหรับพ่นคลุมเป็นเยื่อบาง ๆ
- โดยการใช้แผงวัสดุกันน้ำซึมปิดคลุมให้มิดชิดโดยตลอด

- โดยการใช้ดินเหนียวกั้นขอบขังน้ำไว้
- โดยการใช้ทราย ขี้เลื่อย หรือดินคลุม แล้วราดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ

4.7.3 ในกรณีผู้รับจ้างบ่มคอนกรีตไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ และเป็นเหตุให้คอนกรีตเสียกำลัง คณะกรรมการตรวจการจ้างมีอำนาจสั่งให้ทุบทิ้งแล้วหล่อใหม่ได้

4.8 การทดสอบ

4.8.1 การทดสอบแท่งกระบอกคอนกรีตชิ้นตัวอย่าง สำหรับการทดสอบอาจนำตัวอย่างคอนกรีตมาจากทุกๆรถผสม หรือตามแต่วิศวกรผู้ควบคุมงานจะกำหนด ทุกวันที่มีการเทคอนกรีตและจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบที่อายุคอนกรีตได้ 7 วัน จำนวน 3 ก้อน และสำหรับทดสอบที่อายุคอนกรีตได้ 28 วัน 3 ก้อนตามลำดับ วิธีเก็บ เตรียม บ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตามวิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต (ASTM C 39)

4.8.2 รายงานผลการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับผู้แทนผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และผู้ออกแบบ 2 ชุด รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆไม่น้อยกว่ารายการดังต่อไปนี้

4.8.2.1 วันที่หล่อ

4.8.2.2 วันที่ทดสอบ

4.8.2.3 ประเภทของคอนกรีต

4.8.2.4 ค่าการยุบ

4.8.2.5 ส่วนผสม

4.8.2.6 หน่วยน้ำหนัก

4.8.2.7 กำลังอัด ณ จุดเริ่มร้าว และกำลังอัด ณ จุดประลัย

4.8.3 การทดสอบแนว ระดับ ความลาด และความไม่สม่ำเสมอของพื้นคอนกรีต เมื่อคอนกรีตพื้นแข็งตัวแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบแนวระดับความลาด ตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่างๆ อีกครั้งหนึ่ง หาก ณ จุดใดผิวถนนสูงกว่าระดับข้างเคียง เกิน 3 มิลลิเมตร จะต้องขัดออก แต่ถ้าสูงมากกว่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทุบพื้นช่วงนั้น ออก แล้วหล่อใหม่โดยผู้รับจ้างต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

4.9 การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

4.9.1 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้น ซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่า ที่กำหนด และค่าที่กำหนดจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 85 ของกำลังที่กำหนด

4.9.2 หากปรากฏว่าค่าแรงอัดประลัยของผลการทดลองแท่งคอนกรีต 3 ก้อน ไม่เป็นไปตามข้อ 9.1

ผู้รับจ้างจะต้องสกัดหรือรื้อโครงสร้างที่เทคอนกรีตในส่วนนั้นออกทันทีและจัดการหล่อใหม่โดยใช้คอนกรีตที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดต่อไป หรือมิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเจาะแกนคอนกรีตไปทำการทดสอบหรือมิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องทำการทดลองน้ำหนักโครงสร้างส่วนนั้นโดยใช้น้ำหนักบรรทุกไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของน้ำหนักบรรทุกที่ได้ออกแบบไว้ แต่อย่างไรก็ตามทั้งหมดนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ว่าจ้างและผู้ควบคุมงาน ความเสียหายและค่าเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

4.9.3 การทดสอบแกนคอนกรีต จะต้องปฏิบัติตามวิธีเจาะและทดสอบแก่นคอนกรีตที่เจาะตามมาตรฐาน(ASTM C 24) การทดสอบแกนคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ

4.9.4 องค์อาคาร หรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอให้เจาะแกน อย่างน้อย 2 ก้อนจากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่นั้นๆ ตำแหน่งที่จะเจาะให้วิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นผู้กำหนด

4.9.5 กำลังของแกนที่ได้จากแต่ละองค์อาคาร หรือพื้นที่จะต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากันหรือสูงกว่าร้อย ละ 90 ของกำลังที่กำหนดจึงถือว่าใช้ได้ และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของ กำลังที่อัดที่กำหนด

4.9.6 จะต้องอุดรูที่เจาะเอาแกนคอนกรีตมาด้วยวิธีของข้อ 6

4.9.7 หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมีความแข็งไม่พอ จะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้ง แล้วหล่อใหม่โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

ชิ้นตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีต อาจใช้ลูกบาศก์ ขนาด 15×15×15 แทนได้โดยให้เปรียบเทียบค่า กำลังอัดตามมาตรฐานสำหรับคอนกรีตเสริมเหล็กของ วสท.หรือ ACI

5. งานไม้แบบ

5.1 ขอบเขตของงาน

หัวข้อนี้ครอบคลุมถึงการจัดหาวัสดุที่มีคุณภาพ คำนวณออกแบบ สำรวจตรวจสอบระดับแนว และการตรวจสอบความมั่นคง สำหรับงานไม้แบบ

5.2 การคำนวณออกแบบ

5.2.1 การวิเคราะห์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ทำคำนวณออกแบบงานแบบหล่อ โดยต้องคำนึงถึงการโก่งตัวขององค์อาคารต่างๆ อย่างระมัดระวัง และต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน จึงจะนำไปใช้ก่อสร้างได้

5.2.2 ค้ำยัน

5.2.2.1 เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อ หรือวิธีการค้ำยันซึ่งได้จดทะเบียนสิทธิบัตรไว้จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับการสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัด ผู้คำนวณ

ออกแบบจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะในเรื่องการยึดโยงและการรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย และความสามารถที่ยึดติดของค้ำยัน

5.2.2.2 ห้ามใช้การต่อค้ำยันแบบทาบในสนามเกินกว่าอันสลับอัน สำหรับค้ำยันใต้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุกๆสามอันสำหรับค้ำยันใต้คาน และไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่ง นอกจากจะมีการยึดทแยงที่จุดต่อทุกๆแห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าวจะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้ รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยันโดยไม่มีที่ยึดด้านข้าง หรือกึ่งกลางระหว่างจุดยึดด้านข้าง ทั้งนี้เพื่อป้องกันการโก่ง

5.2.2.3 จะต้องคำนวณออกแบบรอยต่อ ให้สามารถต้านทานการโก่งและการดัดเช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่นๆ สำหรับค้ำยันที่ทำด้วยไม้ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันจะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

5.2.3 การยึดทแยง

ระบบแบบหล่อจะต้องคำนวณออกแบบให้ถ่ายแรงทางลงสู่พื้นดิน ในลักษณะปลอดภัยตลอดเวลาจะต้องจัดให้มีการยึดโยงในระนาบดิ่งและระนาบราบตามต้องการ เพื่อให้มีสติฟเนสสูงและเพื่อป้องกันการโก่งขององค์อาคารเดี่ยว

5.2.4 ฐานรากสำหรับงานแบบหล่อ

จะต้องคำนวณออกฐานรากแบบหล่อเป็นแบบรางบนดินหรือพื้นที่แข็งแรง ฐานแผ่บนพื้นที่แข็งแรง ให้ถูกต้องเหมาะสม

5.2.5 การทรุดตัว

แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวดิ่งได้ เพื่อเป็นการชดเชยกับ การทรุดตัวที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการทรุดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ ในกรณีที่ใช้ไม้ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุดโดยเฉพาะจำนวนรอยต่อซึ่งแนวเสี้ยน บรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้างซึ่งอาจใช้ลิ่มสลักที่ยอดหรือก้นของค้ำยันอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้การทรุดตัว ที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวดิ่งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

5.3 รูปแบบของงานไม้แบบ

5.3.1 การอนุมัติโดยผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อ ผู้รับจ้างจะต้องส่งรูปแบบแสดงรายละเอียดและรายการคำนวณที่จำเป็นตามกฎหมายของงานแบบหล่อ เพื่อให้วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อน หากผู้ควบคุมงานเห็นว่าแบบดังกล่าวยังไม่แข็งแรงพอ หรือยังมีข้อบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการแก้ไขตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงานแนะนำจนเสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน และการที่วิศวกรผู้ควบคุมงานอนุมัติในแบบที่เสนอหรือที่แก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่า

ผู้รับจ้างจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดี และดูแลรักษาให้แบบหล่อและค้ำยันให้อยู่ในสภาพที่แข็งแรงและปลอดภัย ทั้งก่อนและหลังการเทคอนกรีต

5.3.2 สมมติฐานในการคำนวณออกแบบ

ในแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่างๆ ที่สำคัญตลอดจนสภาพการ บรรทุกน้ำหนักบรรทุกทั้งหมด อัตราการบรรทุกสูงของคอนกรีตที่จะ ปล่อยลงมา น้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้อง ทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วย แรงต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญ อื่นๆ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด

5.3.3 รายการต่างๆ ที่ต้องปรากฏในรูปแบบ

รูปแบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่างๆไม่กว่ารายการดังต่อไปนี้

1) สมอ ค้ำยันและการยึดโยง
2) การปรับแบบหล่อในระหว่างเทคอนกรีต
3) แผ่นกั้นน้ำ ร่องลิ้น และสิ่งที่จะต้องสอดไว้
4) นั่งร้าน
5) รูน้ำดา หรือรูที่เจาะไว้สำหรับเครื่องจี้ (ถ้ามี)
6) ช่องสำหรับทำความสะอาด
7) รอยต่อในขณะก่อสร้าง รอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขยายตัว ตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง
8) แถบบนสำหรับมุมที่ไม่ฉาบ (เปลือย)
9) การยกท้องคานและพื้น ป้องกันการแอ่นตัว
10) การเคลือบผิวแบบหล่อ
11) รายละเอียดในการค้ำยัน ปกติจะไม่ยอมให้มีการค้ำยันซ้อน นอกจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างจะอนุญาต

5.4 การก่อสร้างงานไม้แบบ

5.4.1 ทั่วไป

5.4.1.1 แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนจึงจะเรียงเหล็กเสริมคอนกรีตได้

5.4.1.2 แบบหล่อจะต้องแน่นพอสมควรเพื่อป้องกันไม่ให้มอร์ต้าไหลแยกออกจากคอนกรีต

5.4.1.3 แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น มอร์ต้า และสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ในกรณีที่ไม่

5.4.1.4 สามารถเข้าถึงก้นแบบจากภายในได้ จะต้องจัดช่องไว้สำหรับให้สามารถขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่างๆออก ก่อนการเทคอนกรีต

5.4.1.5 ห้ามนำแบบหล่อซึ่งชำรุดจากการใช้งานครั้งหลังสุดจนถึงขั้นที่อาจทำลายผิวหน้า หรือคุณภาพคอนกรีตมาใช้ได้อีก

5.4.1.6 ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนักบนคอนกรีตซึ่งเทแล้วเสร็จได้ไม่ถึง 7 วัน ห้ามโยน ของหนักๆ เช่น มวลรวม ไม้ กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่นๆ ลงบนคอนกรีตใหม่ๆหรือแม้กระทั่งการกองวัสดุต่างๆ

5.4.1.7 ห้ามโยกหรือกองวัสดุที่ก่อสร้างบนแบบหล่อในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อล้ม หรือชำรุด หรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักแก่ไม้แบบและค้ำยัน

5.4.2 คุณภาพการก่อสร้างงานไม้แบบ

ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานก่อสร้างงานไม้แบบที่มีคุณภาพดี มีความมั่นคงแข็งแรง และปลอดภัย

5.4.2.1 รอยต่อของค้ำยัน

5.4.2.2 การสลับชุดจุดรองรับรอยต่อในแผ่นไม้อัด และการยึดโยง

5.4.2.3 การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง

5.4.2.4 จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับและตำแหน่งที่เหมาะสม

5.4.2.5 การขันหลักเหล็กสำหรับยึด หรือที่จับให้ตึงพอดี

5.4.2.6 การแบกทานใต้ชั้นฐานค้ำยันจะต้องมีอย่างพอเพียง

5.4.2.7 การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยกหรือแรงกด ณ จุดร่วม นั้น ๆ ได้

5.4.2.8 การเคลือบผิวแบบหล่อจะต้องกระทำก่อนเรียงเหล็กเสริมและจะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไปจนเปื้อนเหล็ก และต้องไม่ส่งผลต่อคุณภาพของคอนกรีต

5.4.2.9 รายละเอียดของรอยต่อสำหรับควบคุมและรอยต่อก่อสร้าง

5.4.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

5.4.3.1 ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายดิ่ง

ในแต่ละชั้น 10 มม.

5.4.3.2 ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือความลาดที่ระบุในแบบ

ในช่วง 10 เมตร 15 มม.

5.4.3.3 ความคลาดเคลื่อนของแนวนอนจากแนวที่กำหนดในแบบและตำแหน่งเสา ผนัง และฝา

ในช่วง 10 เมตร 20 มม.

5.4.3.4 ความคลาดเคลื่อนของขนาดของหน้าตัดเสาและคาน และความหนาของแผ่นพื้นและผนัง

ลด 5 มม.

เพิ่ม 10 มม.

5.4.3.5 ฐานราก

1) ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ

ลด	20 มม.
เพิ่ม	50 มม.

2) ตำแหน่งผิด หรือ ระยะศูนย์ 50 มม.

3) ความคลาดเคลื่อนในความหนา

ลด	50 มม.
เพิ่ม	100 มม.

5.4.3.6 ความคลาดเคลื่อนของชั้นบันได

ลูกตั้ง	2.5 มม.
ลูกนอน	5 มม.

5.4.4 งานปรับแบบหล่อ

5.4.4.1 ก่อนเทคอนกรีต

1) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ สำหรับใช้ในการปรับการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีที่รองรับ
2) หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องยึดลิ่มที่ใช้ในการจัดแบบหล่อให้แน่นหนา
3) จะต้องยึดแบบหล่อกับชั้นข้างได้ให้แน่นหนาพอที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทาง ด้านข้างและด้านขึ้นลงของส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบแบบหล่อขณะเทคอนกรีต
4) จะต้องเผื่อระดับและมุมบนไว้สำหรับรอยต่อต่างๆ ของแบบหล่อ การทรุดตัวการหดตัวของไม้ การอ่อนแอจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ และการหดตัวทางอิลาสติกขององค์อาคาร ในแบบหล่อ ตลอดจนการยกท้องคานและพื้นซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
5) จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับหรือแนวของค้ำยันในกรณีที่เกิดการทรุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ่มหรือแม่แรง
6) ควรจัดทำทางเดินสำหรับเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำขารองรับตามแต่จะต้องการ และต้องวางบนแบบหล่อหรือองค์อาคาร ที่เป็นโครงสร้างโดยตรง ไม่ควรวางบนเหล็กเสริม นอกจากจะทำที่รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องแข็งแรงพอเหมาะกับที่รองรับของทางเดินดังกล่าว โดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อนหรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้

5.4.4.2 ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต

1) ในระหว่างและภายหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยกท้องคาน พื้น และการได้ดิ่งของระบบแบบหล่อโดยใช้อุปกรณ์ตาม ข้อ 4.4.1ข้อย่อย 1) หากจำเป็นให้รีบดำเนินการ

แก้ไขทันทีในระหว่างก่อสร้าง หากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรงและแสดงให้เห็นว่าเกิดการทรุดตัวมากเกินไป หรือเกิดการโค้งบิดเบี้ยวให้หยุดงานทันทีหากเห็นว่าส่วนใดจะชำรุดตลอดไปให้รื้อออก และเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงขึ้น

2) จะต้องมีวิศวกรผู้รับจ้างคอยเฝ้าสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อเห็นว่า สมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องปฏิบัติงานโดยถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ

3) การถอดแบบหล่อและที่รองรับหลังจากเทคอนกรีตแล้วจะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ ในกรณีใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็วอาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ออกแบบ

แบบข้างคาน กำแพง ฐานราก 2 วัน
แบบข้างเสา 3 วัน
แบบล่างรองรับพื้น คาน 14 วัน

และเมื่อถอดแล้วให้ค้ำตามจุดต่าง ๆ ที่เหมาะสมไว้ อีก 14 วัน อย่างไรก็ดีวิศวกรผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ค้ำยันออกไปอีกได้ หากเป็นการ สมควร ถ้าปรากฏว่ามีส่วนหนึ่งส่วนใดของงานเกิดชำรุดเนื่องจากถอดแบบเร็ว กว่ากำหนด ผู้รับจ้างจะต้องทุบส่วนนั้นทิ้งและสร้างขึ้นใหม่แทนทั้งหมด

4) ส่วนหุ้มของคอนกรีต ถ้ามิได้แสดงไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว ให้ใช้ส่วนหุ้ม คอนกรีต จากผิวแบบหล่อถึงผิวเหล็กเสริมดังต่อไปนี้

ประเภทโครงสร้าง	โครงสร้างทั่วไป	โครงสร้างที่ถูกไอน้ำเค็มหรือสัมผัสน้ำเค็ม หรือโครงสร้างภายนอกสัมผัสแดดและฝน
พื้น	2 ซม.	4 ซม.
คาน - เสา – กำแพง	4 ซม.	5 ซม.
เสาตอม่อ	5 ซม.	7.5 ซม.
ฐานราก	7.5 ซม.	7.5 ซม.
ผนังถังเก็บน้ำ	5 ซม.	5 ซม.

5.5 วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ

วัสดุที่ใช้ทำแบบหล่อต้องแข็งแรง ไม่ผุ ไม่คดงอ เช่น เหล็ก ไม้ แบบหล่อที่รื้อออกแล้ว ก่อนที่จะนำมาใช้ใหม่จะต้องทำความสะอาดและตกแต่งพร้อมทาทาน้ำมันให้เรียบร้อยเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ได้อีก

5.6 การแต่งผิวคอนกรีต

5.6.1 คอนกรีตสำหรับอาคาร

5.6.1.1 การสร้างแบบหล่อจะต้องกระทำพอที่เมื่อเทคอนกรีตแข็งตัวแล้วจะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง จะต้องมีขนาดและชนิดของผิวตรงตามที่กำหนดทั้งในบทกำหนดหรือรูปแบบทางวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม

5.6.1.2 สำหรับพื้นหลังคารวมทั้งกันสาดและคานฟ้าห้ามขัดมันผิวเป็นอันขาดนอกจากในแบบระบุไว้เป็นอย่างอื่น

5.7 การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย

5.7.1 ทันทีที่ถอดแบบจะต้องทำการตรวจสอบ หากพบว่าผิวคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะต้องแจ้งให้ ผู้ควบคุมงานก่อสร้างทราบทันที เมื่อผู้ควบคุมงานก่อสร้างให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมในทันที

5.7.2 หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตก่อนได้รับการตรวจสอบโดยผู้แทนผู้ควบคุมงาน คอนกรีตส่วนนั้นอาจพิจารณาว่าเป็นคอนกรีตเสียหรือไม่มีคุณภาพได้

5.8 งานนั่งร้าน

เพื่อความปลอดภัย ผู้รับจ้างควรปฏิบัติตามที่ระบุไว้ในกฎหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับนั่งร้านงานก่อสร้างอาคารตามมาตรฐาน ความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

6. เหล็กเสริมคอนกรีต

6.1 ขอบเขตของงาน

6.1.1 ข้อกำหนดในหมวดนี้ครอบคลุม สำหรับงานเหล็กเสริมคอนกรีตทั่วไปทั้งหมด ยกเว้น เหล็กแรงดึงสูงใช้งานคอนกรีตอัดแรง

6.1.2 ข้อกำหนดในหมวดนี้ครอบคลุมงานทั่วไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัดและการ เรียงเหล็กเสริมตามชนิดและชั้นที่ระบุ

6.2 เหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตต้องเป็นเหล็กเส้นใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ต้องมีผิวสะอาด ไม่มีสนิมกร่อน ไม่เปื้อนน้ำมัน ไม่รอยแตกร้าว ห้ามใช้เหล็กที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน(อบชุบน้ำ),"T" หรือ เหล็กที่ผลิตโดยใช้การเหนี่ยวนำไฟฟ้าให้เกิดความร้อนในการหลอมเศษเหล็ก, IF (Induction Furnace) และต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

6.2.1 เหล็กเส้นกลม (Plain Round Bar)

ตารางคุณสมบัติทางกล

	แรงเค้นที่จุดคลาก	แรงเค้นดึงสูงสุด	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง	การทดสอบด้วยการดัดเย็บ	
เหล็กเส้นกลม	ไม่น้อยกว่า กก./ซม.²	ไม่น้อยกว่า กก./ซม.²		มุมการดัด	เส้นผ่าศูนย์กลาง
SR 24	2400	3900	21%	180	1.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง

หมายเหตุ

แรงเค้นที่จุดคลาก	Yield Stress
ความเค้นดึงสูงสุด	Maximum Tensile Stress
ความยืด	Elongation
การทดสอบด้วยการดัดเย็น	Cold Bend Test
มุมการดัด	Bending Angle
เส้นผ่าศูนย์กลางวงดัด	Diameter of Bends
ช่วงความยาว 5 เท่าเส้นผ่าศูนย์กลาง	Gauge Length

6.2.2 เหล็กข้ออ้อย (Deformed Bar)

ตารางคุณสมบัติทางกล

เหล็กเส้นข้ออ้อย	แรงเค้นที่จุดคลากไม่น้อยกว่า กก./ซม.²	แรงเค้นดึงสูงสุดไม่น้อยกว่า กก./ซม.²	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง	การทดสอบด้วยการดัดเย็บ	
				มุดการดัด	เส้นผ่าศูนย์กลางวงดัด
SD 40	4000	5700	18%	180	4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง
SD 50	5000	5700	18%	180	4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง

คุณสมบัติอื่น ๆ จะต้องตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24-2559 (เหล็กข้ออ้อย) หรือ มอก. 20-2559 (เหล็กเส้นกลม)

6.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

6.3.1 สำหรับเหล็กเส้นกลม

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นกลม

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกินกว่า (มิลลิเมตร)	ผลต่างของเส้นผ่าศูนย์กลางวัด ณ ตำแหน่งเดียวกันไม่เกินกว่า (มิลลิเมตร)
RB 6-15	6-15	+-0.4	0.64
RB 19-25	19-25	+-0.5	0.80
RB 28-34	28-34	+-0.6	0.96

หมายเหตุ RB = ROUND BAR (เหล็กเส้นกลม)

6.3.2 สำหรับเหล็กข้ออ้อย

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กข้ออ้อย

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่เกินกว่า (มิลลิเมตร)
DB 10-16	10-16	+-0.4
DB 20-25	20-25	+-0.5
DB 28-32	28-32	+-0.6

หมายเหตุ DB= Deformed Bar (เหล็กข้ออ้อย)

6.4 การเก็บวัสดุ

6.4.1 เหล็กเส้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างจะต้องเก็บไว้ในที่ที่มีหลังคาคลุมและมีฝากำบังฝนทั้ง จะต้องเก็บไว้เหนือพื้นดินไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร

6.4.2 เหล็กเส้นที่นำมาใช้งานจะต้องแยกเก็บไว้เป็นพวกๆ โดยมีป้ายบอกชนิดและขนาดไว้อย่าง ชัดเจน รวมถึงรายละเอียดอื่นๆที่จำเป็น เช่นชื่อยี่ห้อ โรงงานผู้ผลิต หมายเลขการผลิต เป็นต้น

6.5 การตัดเหล็กเส้น

6.5.1 ห้ามตัดเหล็กเส้นโดยวิธีเผาไฟร้อน

6.5.2 การตัดเหล็กเส้นให้เป็นไปตาม ข้อ 8

6.5.3 การตัดเหล็กคอม้า นอกจากจะระบุไว้ในแบบรายละเอียดจะต้องตัดเฉียงเป็นมุม 45 องศา ทั้งหมด

6.6 การต่อเหล็กเสริม

6.6.1 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องต่อเหล็กเสริม รอยต่อเหล็กเสริมต้องเป็นไปตามที่ระบุ ดังนี้

1) เหล็กล่างของคาน-พื้น ให้ต่อตามแบบกำหนด
2) เหล็กบนของคาน-พื้น ให้ต่อตามแบบกำหนด
3) เหล็กเสริมของเสา ให้ต่อตามแบบกำหนด
4) เหล็กเสริมฐานราก ห้ามต่อ

6.6.2 รอยต่อของเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่อยู่ข้างเคียง ต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกันและเหลื่อมกันประมาณ 1.00 เมตร หากไม่จำเป็นจริงๆแล้วห้ามต่อเหล็ก

6.6.3 การต่อเหล็กอาจทำได้หลายวิธี คือ

ในการต่อเหล็กแบบวางทาบเหลื่อมกัน ให้ยึดระยะที่ระบุไว้บนแบบก่อสร้างเป็นหลัก ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่าสำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบ 60 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น ส่วนเหล็กข้ออ้อยให้ระยะทาบ 50 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กข้ออ้อยนั้นหรือตามมาตรฐาน วสท.หรือ ACI 318

6.7 การเก็บเหล็กตัวอย่างเพื่อการทดสอบ

6.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องตัดเหล็กเส้นทุกๆขนาด ขนาดหนึ่งไม่น้อยกว่า 5 ท่อน ยาวท่อนละไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร

6.7.2 การเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างจะต้องเก็บจากกองเหล็กที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้างและจะต้องเก็บเหล็กตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

6.7.3 การเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างให้เก็บจากเหล็กเส้นหนึ่งกองจำนวนเหล็กทุกๆ 100 เส้น หรือ ของ 100 เส้น

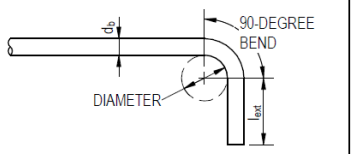
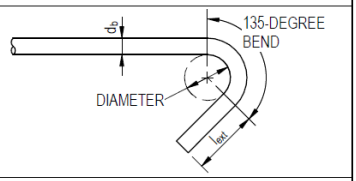
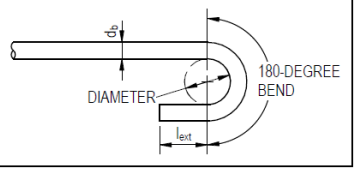
6.7.4 เมื่อเก็บเหล็กเส้นตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องนำมาส่งผู้ว่าจ้างเพื่อทำการทดสอบคุณภาพ ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้นำไปทดสอบคุณภาพที่หน่วยราชการอื่นที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือก็ได้

6.7.5 ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำไปทดสอบนั้น มีคุณภาพต่ำกว่าคุณภาพของเหล็กเส้นที่ได้ระบุในข้อ 1 แล้ว การที่จะนำเหล็กกองที่เก็บเหล็กตัวอย่างนั้นมาใช้งานได้หรือไม่ อย่างไร ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ว่าจ้างที่จะให้ผู้รับจ้างจัดหาเหล็กเส้นที่มีคุณภาพให้ได้คุณสมบัติตามข้อกำหนดมาเปลี่ยนให้ใหม่หรือเพิ่มจำนวนเหล็กเสริมให้มากขึ้น โดยที่ผู้รับจ้างจะคิดเงินเพิ่มไม่ได้

6.8 การดัดและการเรียงเหล็กเส้น

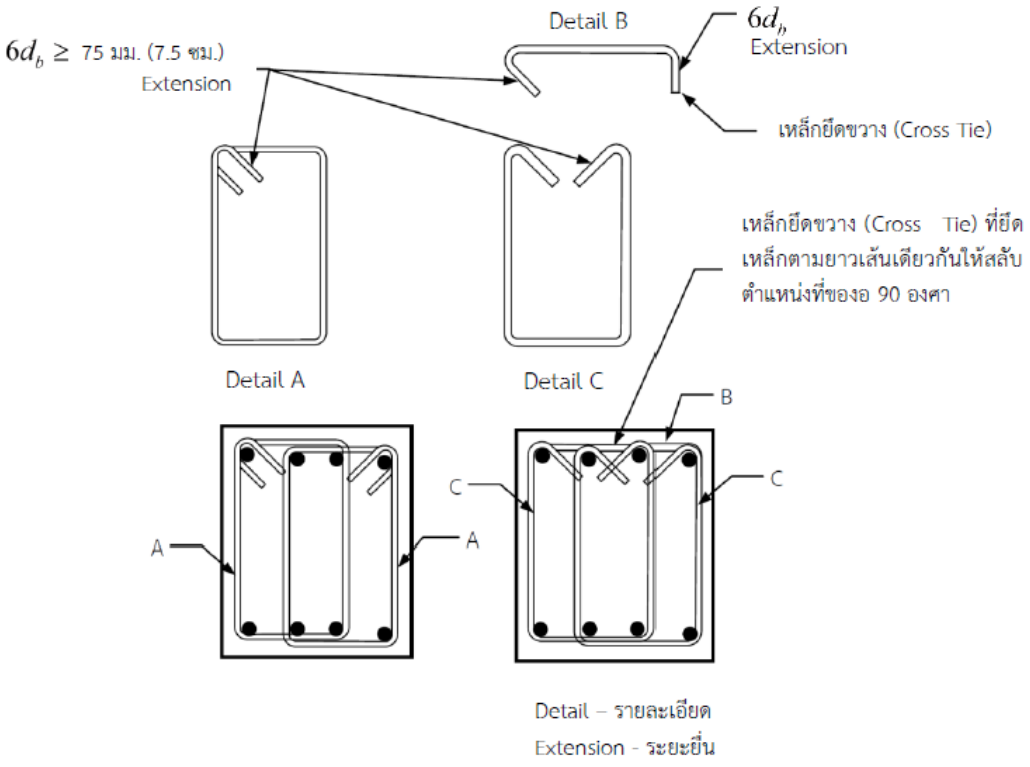
6.8.1 การงอขอปลายเหล็ก

6.8.1.1 การงอขอให้ใช้วิธีดัดเย็น

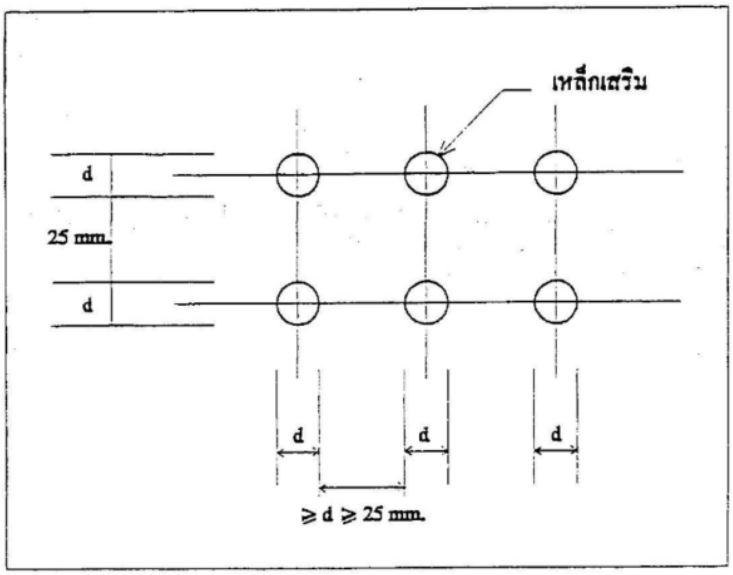
TYPE OF STANDARD HOOK	BAR SIZE	MINIMUM INSIDE BEND DIAMETER, mm	STRAIGHT EXTENSION l_{ext}, mm	TYPE OF STANDARD HOOK
90- DEGREE HOOK	STIRRUP OR TIE DB16 AND SMALLER DB20 AND DB25	$4d_b$ $6d_b$	GREATER OF $6d_b$ AND 75 mm $12d_b$	
	MAIN BAR DB25 AND SMALLER DB28 TO DB32	$6d_b$ $8d_b$	$12d_b$	
135- DEGREE HOOK	STIRRUP OR TIE DB16 AND SMALLER DB20 AND DB25	$4d_b$ $6d_b$	GREATER OF $6d_b$ AND 75 mm	
180- DEGREE HOOK	STIRRUP OR TIE DB16 AND SMALLER DB20 AND DB25	$4d_b$ $6d_b$	GREATER OF $4d_b$ AND 65 mm	
	MAIN BAR DB25 AND SMALLER DB28 TO DB32	$6d_b$ $8d_b$		

6.8.1.2 การงอขอเหล็กข้ออ้อยขนาดตั้งแต่ 16 มม. ขึ้นไป ให้งอ 90 องศา ดังในข้อ 8.1.1

6.8.1.3 การงอขอเหล็กปลอก คาน และเสา ถ้าใช้เหล็ก 6 มม. หรือ 9 มม. ให้ปฏิบัติดังนี้



6.8.2 การเรียงเหล็กเสริมที่วางขนานกัน ให้ปฏิบัติตามรายละเอียดดังนี้



7. งานโครงสร้างเหล็ก

7.1 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแบบรายละเอียดก่อสร้าง แรงงาน วัสดุ เครื่องมือ การทดสอบและสิ่งจำเป็นอื่นๆ เพื่อประกอบ ติดตั้งและทาสี งานโครงสร้างเหล็ก และงานป้ายตามที่แสดงในแบบแปลน

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมแบบขยายและแบบรายละเอียดการก่อสร้าง วิธีการก่อสร้าง ตลอดจนแผนการดำเนินงานก่อสร้างต่อวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อขอความเห็นชอบ อย่างน้อย 3 สัปดาห์ก่อนเริ่มงานโครงสร้างเหล็ก แบบรายละเอียดก่อสร้างโครงสร้างเหล็กจะต้องแสดงการโก่งและการเชื่อมและรอยต่อที่จำเป็นในการประกอบหรือติดตั้งโครงสร้างเหล็ก ผู้รับจ้างต้องส่งสำเนาใบรับรองจากโรงงานผลิตเหล็กจำนวน 3 ฉบับ แสดงผลการทดสอบเหล็กที่ทำการผลิตทุกรุ่นก่อนที่จะนำมาผลิตเป็นโครงสร้างในโครงการ จะต้องเสนอผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพที่ระบุในมาตรฐาน

การก่อสร้างสำหรับวัสดุ ผลการทดสอบใด ๆ ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์ที่จะสั่งให้ทำการทดสอบเพิ่มเติมที่โรงงานหรือในห้องทดลองที่ได้รับการรับรอง ซึ่งในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมตัวอย่างและทำการทดสอบตามมาตรฐาน AASHTO T 244 ผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบทั้งหมด

7.2 วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้างจะต้องไม่มีรอยสนิมขุม มีพื้นที่หน้าตัดขวางที่ลดลงไม่ มีตำหนิ ยกเว้นรอยโค้งและรอยตัด วัสดุที่ประกอบแล้วต้องไม่มีแนวหักเหที่ไม่ได้พึงประสงค์ ต้องมีมาตรฐาน ขนาด รูปร่างและน้ำหนักสอดคล้องกับแบบแปลนและเป็นไปตามมาตรฐานดังระบุหรือ เทียบเท่า ดังนี้

ชนิดของวัสดุ	**มาตรฐาน**
ก) เหล็กรูปพรรณ เหล็กแท่ง	มอก. 1227-2558 เหล็กโครงสร้างรูปพรรณชั้นคุณภาพ SS400
ข) เหล็กกลวง	มอก. 107-2566 เหล็กกลวงสำหรับการก่อสร้างชั้นคุณภาพ STK400
ค) ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี	มอก. 276-2562 ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสีชนิดต่อเกลียว
ง) ลวดเชื่อมเหล็ก	มอก. 49-2556 ลวดเชื่อมชนิดเหล็กกล้าเหนียว ซึ่งมีเปลือกหุ้มสำหรับเชื่อมด้วยกระแสไฟฟ้า
จ) สลักเกลียว	มอก. 291 สลักเกลียวหัวหกเหลี่ยม
ฉ) เหล็กกล้าทรงแบน	มอก.1479-255 เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อนสำหรับงานโครงสร้างทั่วไป ชั้นคุณภาพ SS400

การกองเก็บวัสดุที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบ จะต้องเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาให้ปราศจากฝุ่น ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ จะต้องระวังรักษาอย่าให้เป็นสนิม

7.3 ความคลาดเคลื่อนทางมิติ

ระยะความยาวของเหล็กโครงสร้าง ให้วัดโดยใช้เทปโลหะมาตรฐานที่ได้รับการรับรองระยะแล้ว ความไม่สม่ำเสมอของงานเหล็กชนิดแผ่นจะต้องไม่เกินค่ามาตรฐานที่ระบุใน American Institute of Steel Construction Manual of Steel Construction ความยาวของชิ้นส่วนที่ตัดมาจากโรงงานให้คลาดเคลื่อนได้ 1 มิลลิเมตรต่อชิ้นส่วน ความยาวที่ไม่ได้ตัดจากโรงงานซึ่งจะต้องประกอบเป็นโครงสร้างกับเหล็กส่วนอื่น จะต้องไม่ผิดไปจากแบบแปลนมากกว่า 1.8 มิลลิเมตรสำหรับชิ้นส่วนที่ยาวไม่เกิน 10 เมตร และไม่มากกว่า 3 มิลลิเมตรสำหรับชิ้นส่วนที่ยาวเกิน 10 เมตร

7.4 การตัดเหล็ก

การตัดเหล็กให้ตัดด้วยความประณีตได้ฉากกับแนวศูนย์กลางของท่อนเหล็ก ยกเว้นรอยเว้าที่ไม่เป็นเส้นตรง ต้องตัดให้มีรูปแบบแน่นอนสอดคล้องกัน เมื่อต้องตัดหรือตัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วยต้องลนโดยใช้ความร้อนพอเหมาะและทำให้เย็น โดยวิธีที่ไม่ทำให้เหล็กเสียคุณภาพ

เหล็กคาร์บอนต่ำให้ตัดด้วยเครื่องมือตัดเหล็ก หรือตัดเหล็กไฟแก๊สแทนการตัดด้วยเฉือนและการเลื่อยได้ การตัดเหล็กอย่างอื่นยกเว้นเหล็กคาร์บอนต่ำ อนุญาตให้ใช้เปลวไฟเผาร้อนได้แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้

ควบคุมงานก่อน และต้องระบุไว้ในแบบรายละเอียดการก่อสร้าง เหล็กที่ตัดด้วยเครื่องตัดไฟแก๊สไม่ต้องฝนให้เรียบ ยกเว้นการฝนผิวที่คมออก แต่ถ้าตัดด้วยไฟแก๊สโดยใช้มือแทนเครื่องต้องฝนเอาครีบและผิวขรุขระออกก่อนยกเว้นปลายข้างที่จะต้องมีการเชื่อมต่อกับวัสดุอื่นของโครงสร้าง

7.5 การต่อเหล็ก

การต่อเหล็กในสถานที่ก่อสร้างให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยประกายไฟฟ้าหรือต่อโดยใช้สลักเกลียวดังแสดงในแบบแปลนหรือแบบขยายรายละเอียด

การเชื่อมต่อทาบเหล็กที่ไม่เป็นไปตามแบบก่อสร้างหรือได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ห้ามนำมาใช้ในการก่อสร้าง สลักเกลียวต้องขันให้แน่น และที่ปลายของท่อกลวงต้องอุดด้วยเหล็กแผ่น

7.5.1 การเชื่อม

การเชื่อมเพื่อต่อชิ้นส่วนของโครงสร้าง ให้กระทำตามมาตรฐานวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้าและแก๊สที่กำหนดโดย American Welding Society (AWS D1.1) ผู้ทำการเชื่อมต้องเป็นช่างเชื่อมที่ผ่านการทดสอบหรือมีประกาศนียบัตรรับรองจากสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงมหาดไทย ผิวหน้าที่ทำการเชื่อมจะต้องสะอาด ปราศจากคราบสะเก็ดร่อน ตะกรันสนิม ไขมัน สีและวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้ การเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะทำการเชื่อมให้ติดกันแน่นเพื่อให้ผิวแนบสนิทกัน ซึ่งหากปฏิบัติได้ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ การเชื่อมแบบชน จะต้องเชื่อมในลักษณะที่จะทำให้ได้ penetration โดยสมบูรณ์ โดยมิให้มีกระเปาะตะกรันขังอยู่ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ backing plates ก็ได้ รอยแผลและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนของวัสดุที่อาบด้วยสังกะสี ต้องทำความสะอาดหรือขูดออกให้เรียบร้อยด้วยแปรงลวดก่อนทำการทาสี บริเวณที่ทำความสะอาดแล้วจะต้องทาวัสดุรองพื้นเป็นจำนวน 2 ชั้น ก่อนเริ่มทาสี

7.5.2 การต่อด้วยสลักเกลียว

7.5.2.1 รูสำหรับสลักเกลียว รูที่เจาะไว้สำหรับสลักเกลียวไม่ได้ขัดผิวจะต้องไม่มีขนาดใหญ่กว่า 1.6 มม. ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลักเกลียว ยกเว้นระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบก่อสร้างหรือมาตรฐาน รูที่เจาะสำหรับสลักเกลียวชนิดธรรมดาทั่วไปต้องไม่ใหญ่เกิน 0.5 มม. ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสลักเกลียวเมื่อความหนาของเหล็กที่จะเจาะรูมีความหนามากกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางก้านสลักเกลียว การเจาะรูสำหรับสลักเกลียวไม่ได้ขัดผิว ให้ใช้วิธีเจาะนำก่อนตรงกลางรูที่จะต้องเจาะ แล้วจึงทำการเจาะคว้านรูสำหรับสลักเกลียวชนิดธรรมดาทั่วไป ก่อนเจาะต้องวางแผ่นที่จะประกบกันให้ได้รูปร่างแล้วเจาะพร้อมกันทั้งสองแผ่น รูที่เจาะแล้วไม่ตรงกันหรือไม่พอเหมาะพอดีไม่อนุญาตให้ใช้

7.5.2.2 สลักเกลียวและแป้นเกลียว สลักเกลียวที่ใช้สำหรับงานเหล็กโดยทั่วไปจะต้องเป็นสลักเกลียวหัวหกเหลี่ยมชนิดธรรมดา ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์

อุตสาหกรรม มอก. 291 สลักเกลียวที่ใช้เป็นเหล็กสมอ (Anchor Bolts) ฝังในคอนกรีตจะต้องทำจากเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) โดยชนิดของเกลียวที่จัดทำขึ้นจะต้องมีลักษณะสอดคล้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 291 การติดตั้งสลักเกลียวเหล็กสมอต้องให้ตรงตำแหน่งและยึดให้แน่นก่อนการเทคอนกรีตโดยใช้แผ่นซีเมนต์หรือแป้นไม้ หรือแผ่นโลหะ เป็นแป้นยึดให้ตรงตำแหน่ง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานสลักเกลียวเหล็กสมอ แต่ละตำแหน่งให้ใช้อย่างน้อย 3 ตัว

7.5.2.3 แหวนรองหรือแป้นเกลียว ให้ใช้แบบเรียบประเภทหกเหลี่ยมผิวกันหรือกลมผิวมัน แล้วแต่ขนาดของสลักเกลียว ตาม มาตรฐาน มอก. 258 และต้องชุบสังกะสีตาม มาตรฐาน AASHTO M 232 ในการติดตั้งสลักเกลียวและแป้นเกลียวทุกแห่งต้องรองเป็นแป้นเกลียวด้วย แหวนรอง ที่ใช้รองต้องอาบสังกะสีเหมือนกับสลักเกลียวและแป้นเกลียว

7.6 เหล็กแผ่นและเหล็กฉาก

เหล็กแผ่นและเหล็กฉากที่ใช้สำหรับการปิดมุมคอนกรีต ต้องทำการติดตั้งให้ได้แนวระดับตามความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ดังนี้ ที่ขอบของแนวตั้งหรือแนวนอนจะบิดเบี้ยวเกินกว่า 1 มม. ในระยะความยาว 1.0 ม. และในแต่ละชิ้นของวัสดุต้องไม่บิดเบี้ยวเกินกว่า 1 มม. หากชิ้นส่วนใดบิดเบี้ยวเกินกว่า 1.6 มม. ให้ใช้ เหล็กสมอยึดให้ถี่ขึ้นเพื่อปรับให้เข้าแนวหัวของสลักเกลียวที่ยึดจะต้องฝัง

7.7 แผ่นรองรับ

ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ่มเหล็ก หลังจากได้ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัว ที่ใต้แผ่นรองรับให้แน่นแล้วตัดขอบลิ่มให้เสมอกับขอบของแผ่นรอบรับโดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้ที่

7.8 การประกอบและติดตั้ง

ผู้รับเหมาจะต้องส่งแบบขยายที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการต่อประกอบ และการติดตั้ง สลักเกลียว รอยเชื่อม ในรูปสัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล รวมทั้งจะต้องมีเอกสารแสดงบัญชีวัสดุและวิธีการติดตั้งตลอดจนการยึดโยงชั่วคราว

การประกอบให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการประกอบจะต้องกระทำอด้วยความละเอียดประณีต รายละเอียดต่างๆให้เป็นไปตาม "มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ" ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย วสท. 011038-22 หรือมาตรฐานอื่นที่กฎหมายกำหนดทุกประการ

7.8.1 การประกอบโครงสร้างจากโรงงาน

โครงสร้างบางชนิดที่ทำสำเร็จรูปได้ให้กระทำที่โรงงานตามความต้องการดังระบุในแบบรายละเอียดการก่อสร้าง ในการประกอบต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างเหล่านี้อยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความ

คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด การประกอบและถอดต้องทำต่อหน้าผู้ควบคุมงาน ยกเว้นได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ควบคุมงานว่าไม่จำเป็น หากมีความเสียหายหรือความผิดพลาดเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องรีบทำการแก้ไขเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องเรียบร้อย ก่อนกระทำการถอดชิ้นส่วนเพื่อทำการเคลื่อนย้ายออกต้องทำเครื่องหมายและหมายเลขกำกับไว้ด้วย ให้ทำเครื่องหมายหลังจากที่ทำการทาสีรองพื้นกันสนิมเรียบร้อยแล้ว

7.8.2 การประกอบโครงสร้างที่สถานที่ก่อสร้าง

ทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างที่จะนำมาติดตั้งต้องทำให้สะอาด ปราศจากสนิม ฝุ่นผง หรือวัสดุสกปรกอย่างอื่น ในกรณีที่ส่งชุดประกอบสำเร็จมาจากโรงงานก่อนติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบจากผู้ควบคุมงาน โดยไม่ต้องถอดชิ้นส่วนออกทำความสะอาดหรือหยอดน้ำมันหล่อลื่นอีกครั้งหนึ่ง เว้นแต่ว่าจำเป็นต้องทำให้แน่นหนาและในการขันสลักเกลียวต้องกระทำด้วย ความระมัดระวัง ไม่ให้เกิดแรงดึงมากเกินไปจนทำให้เสื่อมคุณภาพ โครงสร้างแต่ละส่วนจะต้องตั้งให้ตรงให้ถูกต้อง โดยการใช้แผ่นเหล็กปรับหรือวิธีอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนตัวเมื่อมีการประกอบครั้งสุดท้าย ส่วนประกอบแต่ละส่วนจะต้องทำโดยให้อยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ระบุไว้ การประกอบจะต้องทำนั่งร้านค้ำ ยึดโยง ฯลฯ ให้เพียงพอเพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นหนาอยู่ในแนวและตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเรียบร้อยและแข็งแรง โดยผู้รับจ้างต้องสำรวจเส้นทางการขนส่งหรืออุปสรรคที่อาจส่งผลต่อการขนส่ง รวมถึงประสานงาน จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการขนส่งมายังพื้นที่ติดตั้ง

7.9 การทดสอบ

เมื่อเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับ ความแข็งแรงของชิ้นส่วนหรือรอยเชื่อมต่างๆของโครงสร้างเหล็ก ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive Testing: NDT) โดยพิเศษ ด้วยการใช้ เครื่อง X-ray, Gamma Ray หรือวิธีการอย่างอื่นที่เห็นสมควรในการใช้ตรวจสอบคุณสมบัติในส่วนประกอบของโลหะหรือในโครงสร้างทางโลหะวิทยา เมื่อตรวจพบและไม่เป็นไปตามมาตรฐานหรือแบบก่อสร้างและอาจเป็นสาเหตุที่ผู้รับจ้างไม่ยอมรับงานชิ้นนั้นได้ ชิ้นส่วนที่ไม่ยอมรับดังกล่าว จะต้องได้รับการเปลี่ยนแปลงและทำการทดสอบใหม่ โดยค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต้องเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

7.10การป้องกันการผุกร่อน

7.10.1 การทาสี

7.10.1.1 การทาสีโรงงาน

โครงสร้างเหล็กทั้งหมดจะต้องทาสีรองพื้นหลังจากมีการประกอบและทำความสะอาดก่อนการขนส่ง เหล็กทั้งหมดจะต้องทำความสะอาดให้ปราศจากคราบสนิมและวัสดุอื่นๆ โดยวิธีพ่นทรายหรือวิธีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นต้องทาสีก่อนการประกอบ ยกเว้น ขอบหรือบริเวณจะต้องเชื่อมในสถานที่ก่อสร้างไม่ต้องทาสี ณ โรงงาน แต่ต้องปกป้องบริเวณดังกล่าวอย่างเหมาะสม

7.10.1.2 การทาสีที่สถานที่ก่อสร้าง หลังจากประกอบเสร็จเรียบร้อยผู้รับจ้างต้องเตรียมทำความสะอาดผิวโครงสร้างเหล็กทั้งหมด ให้ปราศจากฝุ่น คราบน้ำมัน สนิมผิวพื้นทั้งหมดก่อนทาสีที่สถานที่ก่อสร้าง

7.10.1.3 การทาสี จะต้องกระทำตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด

7.10.1.4 การทำความสะอาด

1) ก่อนจะทาสีบนผิวต่างๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะ จะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือขัด เช่น จานคาร์บอรันดัม หรือเครื่องมือขัดชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทราย เพื่อขจัดโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมดแต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือขัดด้วยลวด เป็นระยะเวลานานเพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้และสูญเสียพื้นที่หน้าตัดได้
2) สำหรับ รอยเชื่อม และผิวเหล็กที่ได้รับผลกระทบจากการเชื่อมจะต้องเตรียมผิว สำหรับทาสีใหม่เช่นเดียวกับผิวทั่วไป (ตามวิธีในข้อ 4.1)
3) ทินเนอร์ ก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไปให้ทำความสะอาดผิวซึ่งทาสีไว้ก่อนหรือผิวที่ฉาบไว้จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมด และจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ส่วนที่ถูกน้ำมันและไขมันต่างๆ แล้ว ปล่อยให้แห้งก่อนจะทาสีทับ

7.10.2 สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น เหล็กรูปพรรณทั้งหมดให้ทาสีรองพื้นกันสนิมไม่น้อยกว่าหนึ่งชั้นแล้วทาทับด้วยสีกันสนิมอีกไม่น้อยกว่าสองชั้น ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณฝังในคอนกรีตไม่ต้องทาสีทั้งหมด แต่จะต้องขัดผิวให้สะอาด ปราศจากคราบน้ำมันก่อนเทคอนกรีต

7.11 การวัดปริมาณงาน

ยกเว้นระบุเป็นอย่างอื่น งานโครงสร้างเหล็กทั้งหมดให้ถือเป็นงานเบ็ดเตล็ดของงานอื่นๆและจะไม่วัดปริมาณงานแยกต่างหาก ให้พิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของงานอื่น ๆ

7.12 การจัดเก็บวัสดุ

ให้เก็บวัสดุก่อสร้างทั้งหมดไว้ในอาคารเดิมหรืออาคารชั่วคราวที่จัดทำขึ้นใหม่ซึ่งพื้นที่ยกสูง และมีหลังคาที่ป้องกันความชื้น และความสกปรกได้ และต้องส่งและสำรองวัสดุก่อสร้างในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานก่อสร้างต้องชะงัก หรือล่าช้า ไม่ว่ากรณีใดจะต้องแยกวัสดุที่มาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน

8. เหล็กรูปพรรณ

8.1 ขอบเขตของงาน

8.1.1 กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษที่เกี่ยวข้องและระบุไว้ในภาคอื่นให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

8.1.2 บทกำหนดส่วนนี้ครอบคลุมถึง เหล็กรูปพรรณ ทุกชนิด

8.1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับ เหล็กรูปพรรณ ซึ่งมีระบุไว้ใน แบบก่อสร้าง และ บทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสำหรับอาคารรูปพรรณของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยและมาตรฐานอื่นที่กฎหมายกำหนดไว้ ทุกประการ

8.1.4 ผู้รับจ้างต้องวางแผนและจัดหาวัสดุเหล็กรูปพรรณที่มีคุณสมบัติเป็นตามที่ระบุไว้แบบก่อสร้าง

8.2 วัสดุ

เหล็กรูปพรรณทั้งหมด จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ มอก. 1227-2558 หรือ JIS ชั้นคุณภาพ SS400

8.3 การกองเก็บวัสดุ

การเก็บ เหล็กรูปพรรณ ทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบ จะต้องเก็บไว้นอกพื้นหรือพ้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจากฝุ่น ไขมัน หรือ สิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ และต้องระวังรักษาไม่ให้เหล็กเป็นสนิม

8.4 การต่อ

รายละเอียดในการต่อให้เป็นไปตามที่ ระบุในแบบทุกประการ

8.5 รูและช่องเปิด

การเจาะหรือตัดหรือทะลุให้เป็น รู ต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็กและทำขอบรูด้วยความร้อนเป็นอันขาด ในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งต่อกับ ค.ส.ล. จะต้อง เจาะรู ไว้ เพื่อให้เหล็กเสริมในคอนกรีตสามารถลอดได้ รูจะต้องเรียบปราศจากรอยขาดหรือแหวงของรูรัศมีและอื่นเล็กน้อย อันเกิดจากการเจาะด้วยสว่าน ให้ขัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือโดยลบมุม 2 มิลลิเมตร ช่องเปิดอื่นๆเหนือจากรูปสลักเกลียวจะต้องเสริมแหวนเหล็กซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริมนั้น รูหรือช่องเปิดภายในของแหวนจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น

8.6 การประกอบและการยกติดตั้ง

8.6.1 แบบขยาย ก่อนจะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอแบบขยายดังกล่าวต่อผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง เพื่อรับความเห็นชอบ ดังมีรายละเอียดไม่น้อยกว่ารายการดังต่อไปนี้

8.6.1.1 จะต้องจัดทำแบบก่อสร้างที่สมบูรณ์ โดยแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับ การต่อประกอบ และการติดตั้ง สลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อที่จะกระทำในโรงงานหรือสถานที่ก่อสร้าง

8.6.1.2 สัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้จะต้องเป็นไปตา มาตรฐานสากล

8.6.1.3 จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงบัญชีวัสดุและวิธีการยกติดตั้ง ตลอดจนการป้ายบ่งชี้ชั่วคราว

8.6.2 การประกอบและยกติดตั้ง

8.6.2.1 ควรประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถกระทำได้

8.6.2.2 การตัด เจาะ หรือ เฉือน ให้เป็นรู ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีตและเป็นไปตามมาตรฐาน

8.6.2.3 องค์อาคารที่วางทาบกัน ชนกัน จะต้องวางให้แน่นสนิทเป็นเนื้อเดียวกัน

8.6.2.4 การติดตั้งค้ำยันและองค์อาคารยึดโยงให้กระทำอย่างประณีต สำหรับเสาค้ำยันต้องยึดติดให้แน่นหนาและต้องจัดให้มีเสาค้ำยันต่างๆอย่างเหมาะสม

8.6.2.5 รายละเอียดให้เป็นไปตาม มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ ของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย วสท. 011038-22 และตามที่กฎหมายที่เกี่ยวข้องกำหนดไว้ทุกประการ

8.6.2.6 ห้ามใช้วิธีเจาะด้วยไฟ จะต้องตอกแกนแนวต่างๆให้ตรงตามแบบ รู ที่เจาะไว้ไม่ถูกต้องบิดเบี้ยว จะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อมและเจาะรูใหม่ให้ถูกตำแหน่ง โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

8.6.2.7 ไฟ ที่ใช้ตัดควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ

8.7 งานเชื่อม

8.7.1 การเชื่อม ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS D1.1 สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร

8.7.2 ผิวหน้าที่ทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสะเก็ดร่อน ตะกรันสนิม ไขมัน สี และวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้

8.7.3 ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่น เพื่อให้ผิวแบบสนิทสามารถทาสีอุดได้โดยง่าย

8.7.4 หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ การเชื่อมในที่สูงต้องมีอุปกรณ์ความปลอดภัยตามที่กฎหมายกำหนด

8.7.5 ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวและหน่วยแรงตกค้าง ในระหว่างกระบวนการเชื่อม

8.7.6 ในการเชื่อมแบบชน จะเชื่อมในลักษณะที่จะให้ได้ penetration โดยสมบูรณ์ โดยมิให้มี กระเปาะกรันขังอยู่ ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามแบบหรือ backing plates ก็ได้

8.7.7 ชิ้นส่วนที่จะต่อเชื่อมแบบทาบ จะต้องวางให้ชิดกันที่สุดเท่าที่จะมากได้ และไม่ว่ากรณีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร

8.7.8 ช่างเชื่อม จะต้องเป็นช่างเชื่อมที่มีความชำนาญเท่านั้น และเพื่อเป็นการพิสูจน์ถึงความสามารถในทักษะงานเชื่อม ผู้ควบคุมงานสามารถทดสอบความชำนาญของช่างเชื่อมทุกคนได้

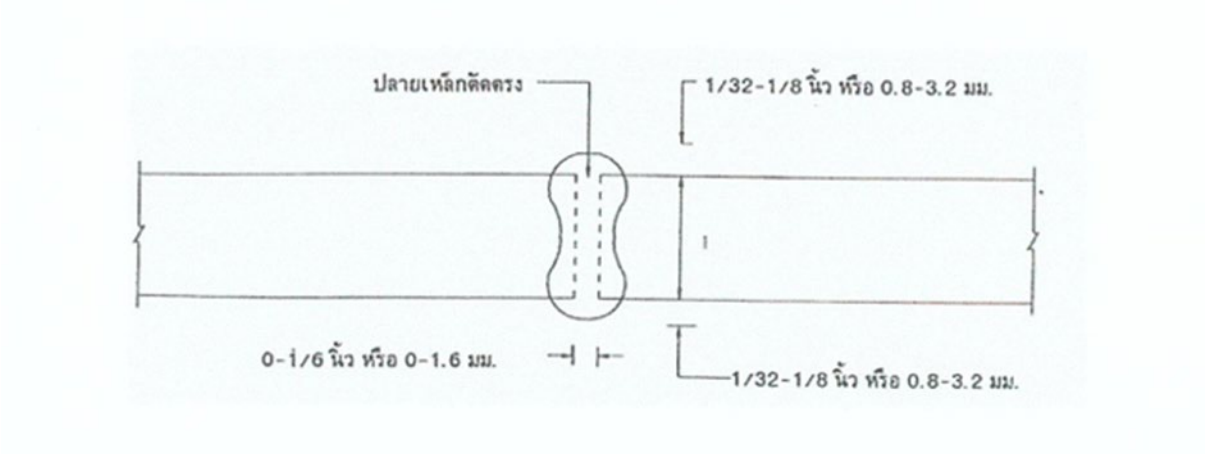
8.7.9 ลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้

1) ลวดเชื่อมที่นำมาใช้ลวดเชื่อมที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49
2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม จะต้องเป็นไปตามที่ บริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมนั้นๆ กำหนดไว้

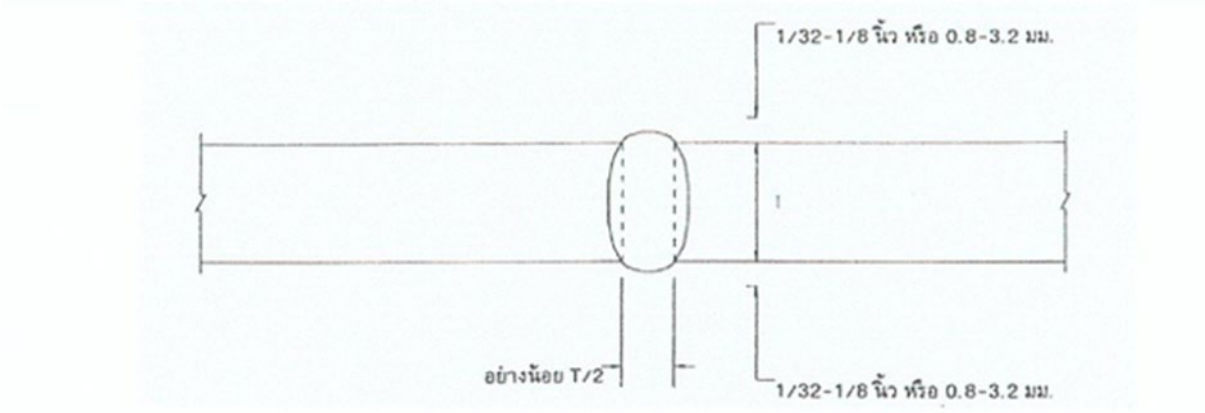
8.7.10 การวางเหล็กเพื่อเชื่อมสำหรับเหล็กแผ่นและเหล็กรูปต่าง ๆ

8.7.10.1 การต่อเหล็กแบบชน (Butt Weld) ให้ต่อด้วยวิธีดังนี้ คือ

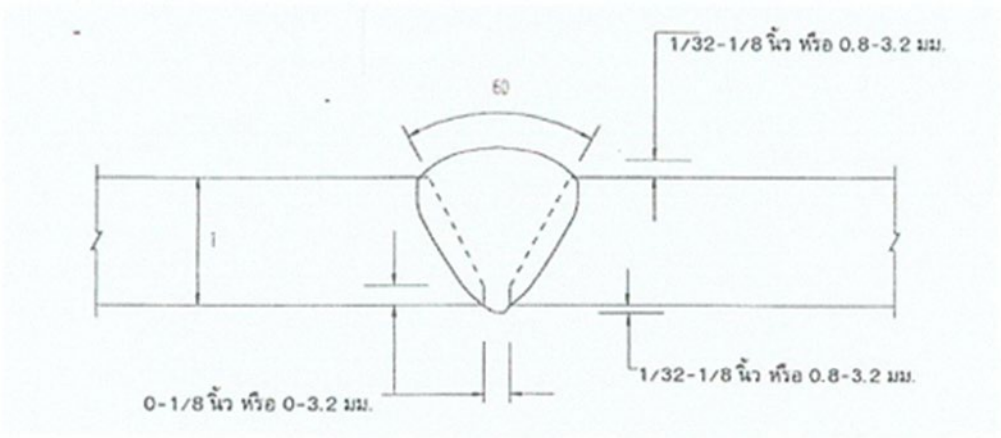
1) Square-butt Joint welded both sides ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (t) ไม่เกิน 1/4" (6.35 มม.)
2) Open Square - Butt Joint welded both sides ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (t) ระหว่าง 1/4" - 5/16” (6.35 - 8 มม.)



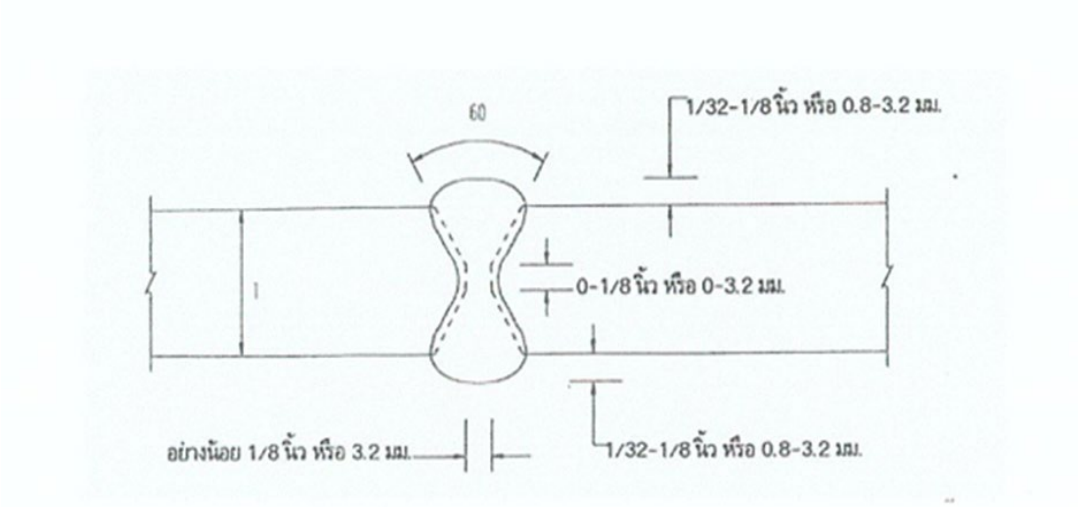
3) Single – V butt Joint welded both sides ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (t) เกินกว่า 5/16” (8 มม.)



4) Single – V butt Joint ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (t) เกินกว่า 5/16” (8 มม.)

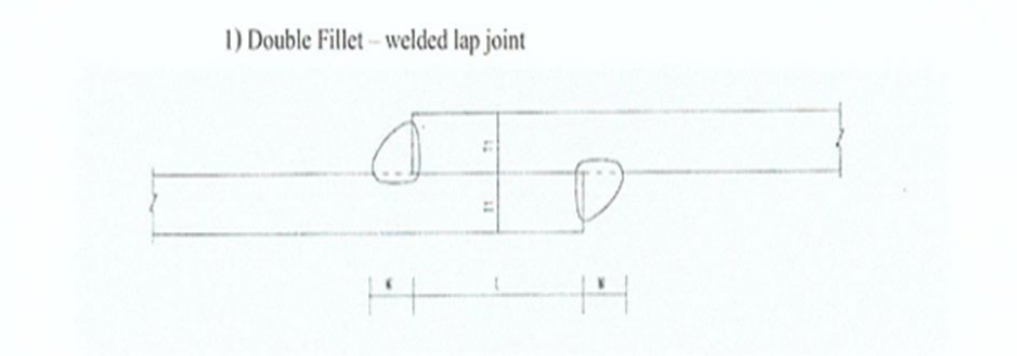


5) Double – V butt Joint ใช้สำหรับต่อเหล็กที่มีความหนา (t) เกินกว่า 5/16” (8 มม.)



8.7.10.2 การต่อเหล็กแบบชน (Butt Weld) ให้ต่อด้วยวิธีดังนี้ คือ

1) Double Fillet – welded lap joint



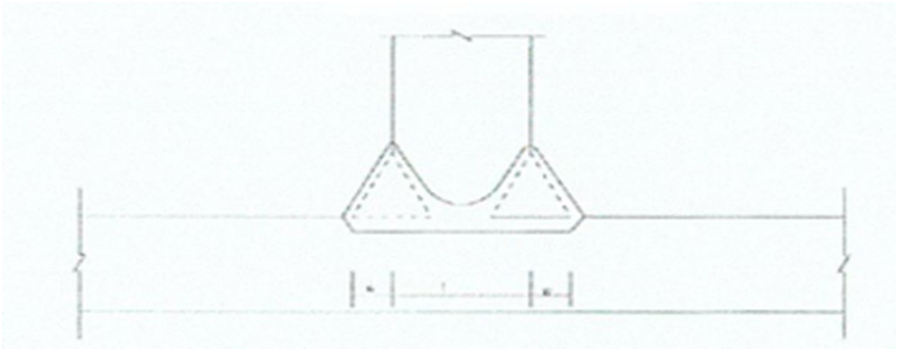
ความยาว L อย่างน้อย 5t, แต่ไม่อย่างกว่า 1 นิ้ว (2.54 ซ.ม)

ความยาว W ให้เป็นไปตามแบบรายละเอียด แต่ไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตาราง

2) Fillet – Reinforced butt – Welded T joint

ความยาว W ประมาณ t/4 แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 3/8 นิ้ว (9.35 มม.)

Maximum Effective filler = t – 1/16



3) ความหนาของรอบเชื่อม (Throat thickness = 0.707 W) จะต้องเป็นไปตามแบบหรือรายการที่ได้ระบุไว้
4) ในกรณีที่แบบรายละเอียดไม่ได้ระบุขนาดของรอบเชื่อม หรือได้ระบุมีขนาดน้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ในตาราง แล้วขนาดของรอยเชื่อมจะต้องเป็นไปตามตาราง

ขนาดรอยเชื่อม (Minimum weld sizes for thick plates)

ความหนาของแผ่นเหล็ก แผ่นที่หนากว่า (T)	ขนาดของรอยเชื่อม	หมายเหตุ
- 1/2"	3/16" (4.76 มม.)	ทั้งนี้ขนาดของรอยเชื่อม (W) ต้องไม่มากกว่าความหนาของแผ่นเหล็กแผ่นที่บางกว่า
เกินกว่า 1/2" - 3/4" (12.7- 19.05 มม)	1/4" (6.35 มม.)	
เกินกว่า 3/4" - 1 1/2" (12.7- 19.05 มม)	5/16" (7.94 มม.)	
เกินกว่า 1 1/2" - 2 1/4" (12.7- 19.05 มม)	3/8" (9.53 มม.)	
เกินกว่า 2 1/4" - 6" (12.7- 19.05 มม)	1/2" (12.7 มม.)	
เกินกว่า 6" (12.7- 19.05 มม)	5/8" (15.88 มม.)	

8.8 งานสลักเกลียว

8.8.1 การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยไม่ทำให้เกลียวเสียหายหรือสูญเสียกำลัง

8.8.2 ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบและผิวที่รอรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนจะทำการขันเกลียว

8.8.3 ขันรอยต่อด้วยสลักเกลียวทุกแห่งให้แน่น โดยใช้กุญแจปากตายที่ถูกขนาด

8.8.4 เมื่อขัดสลักเกลียวแน่นแล้วให้ทุบปลายเกลียว เพื่อมิให้เป็นสลักเกลียวคลายตัว

8.9 การต่อและประกอบในสนาม

8.9.1 ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยายและคำแนะนำและมาตรฐาน ในการยกติดตั้งโดยเคร่งครัด

8.9.2 ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล

8.9.3 จะต้องทำนั่งร้านค้ำยัน ยึดโยงฯลฯ ให้พอเพียง เพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นหนาอยู่ในแนวและตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว

8.9.4 หมุดย้ำให้ใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนต่างๆ เข้าหากันโดยไม่ให้เหล็ก(โลหะ)เกิดการบิดเบี้ยวชำรุดเท่านั้น

8.9.5 ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันขาด นอกจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

8.9.6 สลักเกลียวยึดและสมอ ให้ติดตั้งก่อนเทคอนกรีต

8.9.7 แผ่นรองรับ

8.9.7.1 ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย

8.9.7.2 ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ่มเหล็ก

8.9.7.3 หลังจากได้ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัวที่ใต้แผ่นรองรับให้แน่นแล้วติดขอบลิ่มให้เสมอกับขอบของแผ่นรองรับโดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้ในที่

8.10การป้องกันเหล็กมิให้ผุพัง

8.10.1 เกณฑ์ที่กำหนดทั่วไป

งานนี้หมายรวมถึงการทาสีและการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรงตามบทกำหนดและแบบก่อสร้าง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญาในทุกประการ

8.10.2 ผิวที่จะทาสี

8.10.2.1 การทำความสะอาด

1) ก่อนจะทาสีบนผิวใด ๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะ จะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้ เครื่องมือขัด เช่นจานคาร์บอรันดัม หรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทราย เพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมดแต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัด ด้วยลวดเป็นระยะเวลานาน เพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้และสูญเสียพื้นที่หน้าตัดได้
2) สำหรับการเชื่อมและผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อม จะต้องเตรียมผิวสำหรับการทาสีใหม่ เช่นเดียวกับผิวทั่วไปในข้อ 1.1)
3) ก่อนที่จะทาสีครั้งต่อไป ให้ทำความสะอาดผิวที่ทาสีไว้ก่อนหรือผิวที่ฉาบไว้ จะต้องขจัดสีที่ร่อนหลุดและสนิมออกให้หมด และจะต้องทำความสะอาดพื้นที่ ส่วนที่ถูกน้ำมันและไขมันต่างๆ แล้วปล่อยให้แห้งสนิทก่อนจะทาสีทับ

8.10.2.2 สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นงานเหล็กรูปพรรณทั้งหมด ให้ทาสีรองพื้นกันสนิมไม่น้อยกว่าหนึ่งชั้นแล้วทาสีกันสนิมทับอีกไม่น้อยกว่าสองชั้น ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณฝังในคอนกรีต ไม่ต้องทาสีผิวทั้งหมด แต่จะต้องขัดผิวให้สะอาด ปราศจากคราบน้ำมันก่อนเทคอนกรีต

9. งานโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงในที่ (Post Tensioned Concrete)

9.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ระบบอัดแรงที่ใช้ในการก่อสร้างเป็นระบบมีแรงยึดเหนี่ยว (BONDED SYSTEM) ดำเนินการโดยบริษัท ที่ผ่านการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 หรือบริษัทอื่นๆที่ผู้ออกแบบได้พิจารณาตรวจสอบและเห็นชอบด้วย โดยต้องจัดส่งรายการคำนวณประกอบการพิจารณาโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงในที่ และสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้บนแบบวิศวกรรมโครงสร้าง

9.2 คอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้จะต้องเป็นคอนกรีตผสมเสร็จ มีค่ากำลังอัดประลัยแท่งทรงกระบอก (ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH, fc') ไม่น้อยกว่า 320 กก./ตร.ซม. (CYLINDER) ที่อายุคอนกรีตครบ 28 วันและจะต้องมีกำลังอัด (COMPRESSIVE STRENGTH, fc') ไม่น้อยกว่า 240 กก./ตร.ซม. (CYLINDER) ณ ขณะที่ทำการอัดแรง

9.3 วัสดุ (Materials)

9.3.1 ลวดเหล็กแรงดึงสูง (PC.Strand) ตามมาตรฐาน มอก.420-2540 และ ASTM 416 ชนิด 7-Wire Strand (Low Relaxation)

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 มม.
- พื้นที่หน้าตัด 98.7 ตร.มม.
- Min.Breaking Strength 18.73 ตัน
- Relaxation 2 %

9.3.2 สมอยึดลวด (Anchorages) สมอยึดลวดอัดแรงทั้งหมดสามารถรับแรงดึงจากลวดอัดแรง และถ่ายแรงที่เกิดขึ้นเข้าสู่คอนกรีตได้ตามมาตรฐานของ ACI 318-14 และ Post-Tensioning Institute (PTI) สำหรับพื้น Post-Tension และคานที่มีความลึกไม่เกิน 1.0 เมตร ใช้ชนิด 3S13 และ 4ฆ13 ระบบ PCC Post Tensioning System หรือระบบที่ผู้ออกแบบยอมรับสำหรับด้าน Stressing End ส่วนด้าน Dead End ใช้ชนิด Onion End

9.3.3 ท่อโลหะหุ้มลวดอัดแรง (Galvanized Duct) Oval Galvanized Duct ขนาด (ภายใน) 20 x 70 มม. สำหรับ Tendon ที่มีลวดอัดแรง 3 เส้น และ 4 เส้น ตามลำดับ ความยาวท่อนละประมาณ 6 ม. ต่อเข้ากันโดยใช้ข้อต่อ (Coupler) ซึ่งเป็นแผ่นเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized Steel Strip) ไม่เป็นสนิม และไม่ทำปฏิกิริยากับคอนกรีตและลวดอัดแรง (Strand) นอกจากนี้ยังสามารถวางโค้งดัดงอได้ตามแบบ Shop Drawing

9.3.4 วัสดุอุดปิดเบ้า Recess บริเวณ Stressing Anchorage ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ ชนิดปอร์ตแลนด์ Type I
- ทราย
- น้ำสะอาด

9.3.5 น้ำปูน (Grout) ประกอบด้วย

- ปูนซีเมนต์ถุง (น้ำหนัก 50 กก.ต่อถุง) ชนิดปอร์ตแลนด์ Type I
- น้ำสะอาด
- สารเคมีผสมเพิ่ม Plastiment R2 และ Aluminum Powders เพื่อเพิ่มความสามารถในการไหล (Flowability) และเพื่อให้น้ำปูนขยายเต็มท่อ Sheath

<u>คุณภาพของน้ำปูน</u>

-	Fluidity	ไม่น้อยกว่า	11	นาที
-	Bleeding		2-4	%
-	Initial Setting Time	6	ชั่วโมง	
-	Final Setting Time	8	ชั่วโมง	
-	อุณหภูมิของน้ำปูนขณะผสมไม่เกิน	40	องศาเซลเซียส	

- กำลังอัดประลัยของก้อนปูนตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 5 ซม.
  1) ที่อายุ 7 วัน ไม่ต่ำกว่า 175 กก./ตร.ซม.
  2) ที่อายุ 28 วัน ไม่ต่ำกว่า 280 กก./ตร.ซม

9.3.6 Supporting Chair

ใช้สำหรับรองรับ TENDON (ท่อ Sheath และลวดอัดแรง (Strand)) ให้ได้ตำแหน่งตามแบบ Shop Drawing

1) พื้นและคานที่มีความลึกไม่เกิน 0.60 ม. ใช้ Supporting Chair ทำจาก PC. Wire ขนาด Ø 5-7 มม.
2) คานที่มีความลึกมากกว่า 0.60 เมตร ใช้เหล็ก Mild Steel เชื่อมติดกับเหล็กปลอกของคานหรือใช้ Supporting Chair ทำจาก PC. Wire ขนาด Ø 4-7 มม.

9.3.7 วัสดุอื่นๆ ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของ พื้น-คาน Post-Tensioned

1) คอนกรีต (Concrete) กำลังอัดของคอนกรีตเมื่อทดสอบด้วยแท่งตัวอย่างมาตรฐาน รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม.สูง 30 ซม. โดยวิธีการบ่มชื้น
   - กำลังอัดประลัยที่อายุ 28 วันไม่น้อยกว่า 320 กก./ตร.ซม. และไม่น้อยกว่า ค่ากำลังอัดที่วิศวกรผู้ออกแบบกำหนดไว้ในรายการประกอบแบบก่อสร้าง

- กำลังอัดประลัยขณะดึงลวดอัดแรงไม่น้อยกว่า 240 กก./ตร.ซม.

1) เหล็กเสริมธรรมดา (Mild Steel)
   - เหล็กเสริมกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 - 9 มม. เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 20-2559 ชั้นคุณภาพ SR-24
   - เหล็กเสริมข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12-28 มม. เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 24-2559 ชั้นคุณภาพ SD-40

9.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipments)

9.4.1 เครื่องดึงลวด (Stressing Jack) ต้องได้รับการออกแบบให้ใช้งานกับสมอยึดตามข้อ 1.2 โดยเฉพาะ นอกจากนี้ยังต้องได้รับการ Calibrate ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและแรงดันของน้ำมันจากสถาบันที่เชื่อถือได้อย่างน้อยทุก ๆ 6 เดือน

9.4.2 เครื่องผสมน้ำปูนและปั๊ม (Grouting Equipment) สำหรับงานอัดน้ำปูน (Grouting)

9.5 ข้อมูลสำหรับการคำนวณ FRICTION, ELONGATION และ ANCHORAGE SLIP มีดังนี้

การคำนวณค่า Friction Loss และ Elongation จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความละเอียดสูงซึ่งมีหลักการพื้นฐานดังต่อไปนี้

9.5.1 สมการและข้อมูลพื้นฐานที่ใช้คำนวณ

Elongation = $P2(e^{\mu\theta+KL}-1)L/(EsAps(\mu\theta+KL))$

P ณ ตำแหน่งใด ๆ หาได้จากสมการที่เสนอโดย T.Y.LIN คือ $P2= P1e^{-(\mu\theta-KL)}$

โดย μ	=	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (/radian)
θ	=	มุมที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างตำแหน่งที่ 1 และ 2 (radian)
K	=	Wobble Coefficient (/m)
L	=	ความยาวของ Tendon ระหว่างตำแหน่งที่ 1 และ 2
P	=	แรงดึงใน Tendon
Es	=	โมดูลัสความยืดหยุ่นของ Tendon
Aps	=	พื้นที่หน้าตัดของ Tendon

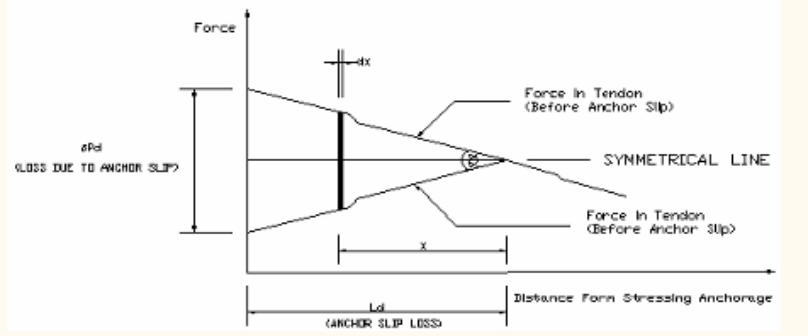
Description Items	Unit	Tendon 3Ø12.7	Tendon 4Ø12.7
Normal Cross-Sectional Area, A_{ps}	mm^2	296.1	394.8
Minimum Breaking Strength	ton	56.2	74.9
Minimum Yield Strength	ton	47.8	63.7
Jacking Force	ton	14.2/strand	14.2/strand
Modulus of Elasticity, E_s	ksc	1.98E+06	1.98E+06
Frictional Coefficient, μ	/rad	0.20	0.20
Wobble Coefficient, K	/m	0.003	0.003
Anchorage Type	type	3S13	4S13
Anchorage Slip	mm	6 (max)	6 (max)
Anchorage Friction Loss	%	0	0

9.5.2 คำนึงถึงผลของทิศทางที่ทำการดึงลวดอัดแรง (Jacking Direction)

- ดึงลวดอัดแรงทางเดียว (จากด้านใดด้านหนึ่งของสมอยึด)
- ดึงลวดอัดแรงทั้งสองทาง

9.5.3 Anchorage Slip Loss

การสูญเสียแรงดึงเนื่องจาก Anchorage Slip เกิดเมื่อแรงดึงจาก Tendon ถ่ายจากเครื่องดึง (Jack) ไปยัง Anchorage การคำนวณหาแรงที่สูญเสีย δPd และระยะที่การสูญเสียเนื่องจาก Anchorage Slip, Ld มีค่าเป็นศูนย์ มีดังนี้



Anchorage Slip (δ) = (1/EsAps)/0 (Force before Anchorage Slip – Force after Anchorage Slip) dx

= พื้นที่ระหว่างเส้นกราฟของแรงดึงใน Tendon ก่อน และหลัง Anchorage Slip

เมื่อทราบหรือกำหนดค่า Anchorage Slip แล้วจะได้ค่าของ Ld และ δPd ตามลำดับ

9.6 ขั้นตอนการก่อสร้างเบื้องต้น (Basic Construction Sequences)

ขั้นตอนที่ 1. ติดตั้งค้ำยัน และแบบหล่อโครงสร้าง Post-Tensioned

ขั้นตอนที่ 2. วางเหล็กเสริมล่าง

ขั้นตอนที่ 3. ติดตั้ง Recess Former, Anchorage

ขั้นตอนที่ 4. วางลวดอัดแรง และใส่ท่อ Grout Vent

ขั้นตอนที่ 5. วางเหล็กเสริมบน

ขั้นตอนที่ 6. เทคอนกรีต

ขั้นตอนที่ 7. บ่มคอนกรีต และ ถอดแบบข้าง

ขั้นตอนที่ 8. แกะ Recess Former

ขั้นตอนที่ 9. ดึงลวดอัดแรง เมื่อคอนกรีตมีกำลังอัดไม่ต่ำกว่า 240 ksc.(Cylinder)

ขั้นตอนที่ 10. ตัดปลายลวด(หลังจากได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน)

ขั้นตอนที่ 11. อุดปิดเบ้า Recess บริเวณ Anchorage ด้วยปูนทราย

ขั้นตอนที่ 12. ถอดแบบหล่อพื้น และค้ำยันกลับ (Shoring)

ขั้นตอนที่ 13. อัดน้ำปูน*

* งานอัดน้ำปูน จะดำเนินการเมื่อบริเวณที่ทำงานไม่มีนั่งร้าน ค้ำยัน หรือ วัสดุอื่น ๆ กีดขวาง

<u>หมายเหตุ</u>

1) ให้ผู้รับจ้างดำเนินการทำ Shop Drawing ในส่วนเหล็กเสริมอัดแรงของพื้น คาน Post Tension ให้สอดคล้องตามแบบแสดงขอบเขตพื้น-คาน ขนาดและตำแหน่งช่องเปิด
2) การหล่อเสาคอนกรีตเพื่อรับพื้น Post Tension ให้หยุดคอนกรีต ณ ระดับต่ำกว่าหรือเท่ากับท้องพื้น หรือ ท้องคาน Post Tension
3) ระยะคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมธรรมดา (Concrete Covering) โดยทั่วไปเท่ากับ 2 ซม. ยกเว้นที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างเป็นอย่างอื่น
4) ปริมาณและขนาดของนั่งร้าน/ค้ำยัน ให้คิดคำนวณจากน้ำหนักบรรทุกที่เกิดขึ้นจริง ณ บริเวณนั้นๆ

5) การถอดแบบหล่อพื้น และค้ำยัน ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการ
6) ตำแหน่ง Construction Joint ของพื้น-คาน Post-Tension โดยทั่วไปจะหยุดการเทคอนกรีตที่ระยะ L/4 – L/3 หรือระยะตามที่กฎหมายหรือมาตรฐานกำหนด ของช่วงเสา (span) แต่ทั้งนี้ต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการ

9.7 รายละเอียดการทำงาน (Working Procedures)

9.7.1 การยกย้าย และการกองเก็บ (Handling and Storage)

9.7.1.1 ลวดอัดแรง (Strand)

- ลวดอัดแรงจะได้รับการตัดตามความยาวที่ต้องการ พร้อมทำ Onion Head (ถ้ามี) แล้วม้วนเป็นขด (น้ำหนักประมาณ 50-100 กก.ต่อขด) จาก โรงงานผลิตของบริษัทฯ
- ขนส่งลวดจากโรงงานไปยังหน่วยงานก่อสร้างล่วงหน้าก่อนการใช้งานประมาณ 1 วัน

<u>ข้อควรระวัง</u>

* ในการขนขึ้น-ลงจากรถบรรทุก จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันไม่ให้ลวดแตกออกจากขดหรือเกิดการชำรุดที่ผิว

9.7.1.2 ท่อ Sheath

- ท่อแบน (Oval Galvanized Sheath) สำหรับงานพื้นและคาน Post Tension ทั่วไปที่มีความลึกไม่เกิน 1.0 เมตร โดยใช้ร่วมกับสมอยึด (Anchorage) แบบ 3S13 และ 4S13
- ความยาวท่อนละประมาณ 6 เมตร ผลิตจากวัสดุที่แข็งแรงและที่ไม่ทำปฏิกิริยากับคอนกรีต
- ขนส่งจากโรงงานผลิต Post-Tension ของบริษัทฯไปยังหน่วยงานก่อสร้างก่อนการใช้งานประมาณ 1 วัน

<u>ข้อควรระวัง</u>

* การขนลงจากรถบรรทุกไปกองเก็บบนชั้นวางที่ทำด้วยเหล็ก หรือไม้ โดยจะต้องระมัดระวังไม่ให้สกปรกด้วยดินโคลน หรือเกิดรูรั่ว ชำรุดหักงอ เป็นต้น

9.7.1.3 วัสดุอื่น ๆ และเครื่องมือ-อุปกรณ์ในการขนย้ายวัสดุ เครื่องมือ-อุปกรณ์ทุกชนิด จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง และนำไปกองเก็บในที่มิดชิด พนักงานบริษัทฯที่มีหน้าที่ดูแลงานก่อสร้างจะเป็นผู้บันทึกรายละเอียดวัสดุที่รับเข้าและที่นำไปใช้งานสำหรับวัสดุที่ชำรุดเสียหายหรือไม่ได้มาตรฐาน จะได้รับการบันทึกและกองเก็บแยกออกจากของที่มีคุณภาพดี

9.7.1.4 การป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อม วัสดุ และ เครื่องมือ-อุปกรณ์ จะต้องวางบนหมอนไม้ หรือเหล็ก <u>ห้ามวางสัมผัสกับพื้นดินโดยตรง</u>

- การกองเก็บในห้องเก็บของ ห้องที่ใช้เก็บต้องมิดชิดและมีการระบายอากาศได้ดี

- การกองเก็บในที่โล่ง ลวดอัดแรง และเครื่องมือ-อุปกรณ์ ที่กองเก็บในที่โล่งต้องมีวัสดุปกคลุม เช่น คลุมโดยใช้ผ้าใบ เป็นต้น

9.7.2 การประกอบติดตั้งวัสดุ (Installation of Post-Tension Hardwares)

9.7.2.1 การติดตั้งสมอยึด (Anchorage) และ Grout Vent ทำการติดตั้งสมอยึดด้านที่ใช้ดึงลวด (Stressing Anchorage) ติดกับแบบข้างตามตำแหน่งที่ระบุใน Shop Drawing และใส่ท่อ Grout Vents ตามรูปแบบดังรูป

หมายเหตุ

- ใส่ท่อ Grout Vents บริเวณ Dead End ชนิด Onion End และที่จุดสูงสุดของTendon (ทุกระยะประมาณ 30 เมตร) หลังจากวางท่อ Sheath เรียบร้อยแล้ว
- Grout Vent ที่ใช้เป็นท่อ LDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม.

9.7.2.2 การวางลวดอัดแรง (Tendon Placing) หลังจากที่ทำการติดตั้งแบบล่าง แบบข้างของพื้นคาน เหล็กเสริมล่าง และเหล็กปลอกเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มทำงานวางลวดอัดแรงตามขั้นตอนดังนี้

- กำหนดตำแหน่งของ Supporting Chair ที่รองรับ Tendon ตามแบบ Shop Drawing
- ตรวจสอบความเรียบร้อยของท่อ Sheath
- คลี่ลวดออกจากขด
- ร้อยลวดเข้าท่อ Sheath และสมอยึดด้านที่ใช้ดึง (Stressing Anchorage)
- ผูกยึดปลายลวดอัดแรงด้านที่เป็น Onion End ติดกับ Spacer Plate ด้วยลวดผูกเหล็ก
- พันเทปบริเวณรอยต่อ (Coupler) ของท่อกับท่อและ รอยต่อระหว่างท่อกับสมอยึดเพื่อป้องกันน้ำปูนรั่ว
- ผูกยึดท่อ Sheath ติดกับ Supporting Chair และผูกยึด Supporting Chair ติดกับเหล็กเสริมล่างหรือแบบพื้น ในกรณีที่ต้องวางหลบช่องเปิด Tendon จะได้รับการวางโค้งด้วยรัศมีไม่น้อยกว่า 12 เมตร
- ทำความสะอาดฝุ่นละอองบริเวณผิว และปลายท่อ ตรวจสอบผิว ตะเข็บ ลอน หากพบบริเวณที่ชำรุดเสียหายจะทำการซ่อมแซมโดยการพันด้วยเทปกาว ทั้งนี้จะหลีกเลี่ยงการต่อท่อบริเวณตำแหน่งที่วางท่อโค้ง (Curve Zone)
- ตรวจสอบความเรียบร้อยของ Tendon, Anchorage และ Grout Vent อีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

<u>หมายเหตุ</u>

* ค่าความคลาดเคลื่อนในการวาง Tendon

- แนวดิ่ง ไม่เกิน 4 มม. สำหรับพื้นที่มีความลึกไม่เกิน 0.20 เมตร
  ไม่เกิน 6 มม. สำหรับพื้นที่มีความลึกเกินกว่า 0.20 เมตร
- แนวราบ ในทิศทางที่ตั้งฉากกับแนว Tendon ไม่เกิน 20 มม.

9.7.2.3 การเตรียมงานดึงลวด

1) การใส่ Anchor Block ใส่ Anchor Block ณ เวลาที่ทำการดึงลวด ทั้งนี้ Anchor Block ที่ส่งไปยังหน้างาน จะได้รับการการเคลือบด้วยน้ำมันหรือวัสดุป้องกันการเกิดสนิม ซึ่งวัสดุเหล่านี้จะช่วยให้ลิ่มจับลวดได้ดีขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังต้องระมัดระวังไม่ให้เปื้อนสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น และ ดินโคลน เป็นต้น

<u>วิธีการใส่ Anchor Block</u>

- ตรวจสอบความยาวของปลายลวด ถ้ามีบางเส้นสั้นกว่าต้องดึงออกมาให้มีความยาวใกล้เคียงกัน (เฉพาะลวดที่มีการดึงสองด้าน)
- ทำความสะอาดปลายลวด ตลอดทั้งความยาวเพื่อไม่ให้เปื้อนสิ่งสกปรก เช่น เศษคอนกรีต นอกจากนี้ยังต้องทำความสะอาดบริเวณ Anchor Guide ไม่ให้มีน้ำปูนเกาะติดอยู่ที่ด้านในและด้านหน้าที่สัมผัสกับ Anchor Block
- สวม Anchor Block เข้าไป

2) การใส่ลิ่มเข้าไปใน Anchor Block จะทำก่อนการดึงลวด โดยมีวิธีการดังนี้

- ดัน Anchor Block ติดกับ Anchor Guide
- ใส่ลิ่มเข้าไปในรู Anchor Block
- เคาะลิ่มเบา ๆ โดยใช้ฆ้อน
- ตรวจสอบพื้นที่ด้านหลัง Anchorage ว่าเพียงพอที่จะให้เครื่องดึง ทำงานได้

9.7.3 การดึงลวด (Stressing)

เนื่องจากแรงดึงในลวด มีความสำคัญต่อความแข็งแรงของโครงสร้างเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งแรง ขณะทำการดึง สูงมาก ดังนั้นในระหว่างการทำงานจะต้องดูแลอย่างใกล้ชิด และเข้มงวดใน เรื่องความปลอดภัย (ลวดขาด หรือคอนกรีตแตกระเบิดขณะทำการดึงลวด เป็นอันตราย อย่างยิ่ง) การดึงลวดจะกระทำเมื่อกำลังอัดของคอนกรีตสูงขึ้นถึงค่าที่ต้องการ และได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

<u>การใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องมือดึงลวด</u>

9.7.3.1 เครื่องมือดึงลวดทุกเครื่องจะได้รับการ Calibrate จากสถาบันที่เชื่อถืออย่างน้อยทุกๆ 6 เดือนและทำการตรวจสอบบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

9.7.3.2 ข้อต่อสายน้ำมันไฮดรอลิค จะได้รับการทำความสะอาดก่อนที่จะสวมปลายเข้าหากัน (เนื่องจากอาจ จะมีฝุ่นละออง ทราย อยู่ที่บริเวณปลายและเกลียวของข้อต่อ)

9.7.3.3 เมื่อสวมปลายสายน้ำมันเข้ากับเครื่องดึง (Jack) และ Pump แล้วต้องขันเกลียวให้แน่น และระหว่างการใช้งาน (ซึ่งมีแรงดันอยู่ภายในสาย) ต้องปล่อยให้สายน้ำมันเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ ไม่หักงอ

9.7.3.4 ลิ่มจับลวดของเครื่องดึง จะได้รับการหล่อลื่นโดยใช้ผง Graphite ผสมน้ำมันหล่อลื่น เมื่อมีการดึงครบทุกๆ 100 ครั้ง

9.7.3.5 เก็บเครื่องมือไว้ในที่มิดชิด มีกุญแจล็อค

<u>ขั้นตอนหลักของการดึงลวดมีดังนี้</u>

1) สวมใส่ Jack เข้าที่ปลายลวดและดันลิ่ม (Temporary Wedge) ของ Jack จับลวดให้แน่น
2) เดิน Pump จนได้แรงดันของน้ำมันไฮดรอลิค ตามที่ต้องการ
3) เริ่มวัดค่าระยะยืดโดยใช้เทปวัดระยะ
4) เพิ่มแรงดันตามค่าที่กำหนดใน Stressing Report และบันทึกค่าระยะยืด
5) อัดลิ่มของ Anchor Block
6) หด Jack โดยการลดแรงดันของน้ำมัน
7) นำ Jack ออก และตรวจดูว่าขอบของลิ่มแต่ละซีกสม่ำเสมอหรือไม่
8) เปรียบเทียบค่าระยะยืดสุทธิ (Net Elongation) กับค่าที่ได้จากการคำนวณ ถ้าค่าระยะยืดเฉลี่ยของลวดในแต่ละ Cable เกินช่วง ± 5% จะวิเคราะห์หาสาเหตุความ แตกต่างเสนอให้วิศวกรควบคุมงานของโครงการพิจารณาต่อไป

<u>หมายเหตุ</u>

- วิธีการวัดค่าระยะยืด (Elongation) ระบุไว้ในภาคผนวก และตัวอย่าง Stressing Report
- ลำดับการดึงลวด (Stressing Sequence) และค่าระยะยืดที่ได้จากรายการคำนวณ วิศวกรของบริษัทที่รับผิดชอบโครงการฯจะต้องเป็นผู้จัดทำและส่งให้วิศวกรผู้ควบคุมงาน ล่วงหน้าก่อนการดึงลวดไม่น้อยกว่า 3 วัน
- ผลการดึงลวดลวดทุกเส้น จะได้รับการบันทึกตามแบบฟอร์มมาตรฐาน
- เมื่อทำการดึงเสร็จเรียบร้อย วิศวกรของบริษัทที่ดูแลโครงการฯ จะรวบรวมข้อมูลและจัดทำรายงานส่งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานของโครงการ พิจารณาอนุมัติผลการดึง ลวด และตัดปลายลวดต่อไป
- เมื่อผลการดึงลวดได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้ว จึงทำการตัดปลายลวดออกโดยใช้มอเตอร์และใบตัดไฟเบอร์

9.7.4 การอัดน้ำปูน (Grouting)

9.7.4.1 ความสำคัญของการอัดน้ำปูน การอัดน้ำปูน มีความสำคัญต่อความทนทานของโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงชนิด Bond System โดยทั่วไปการอัดน้ำปูนจะดำเนินการทันทีที่ไม่มีนั่งร้านค้ำยัน หรือกองวัสดุอยู่ในบริเวณที่จะทำงาน

<u>ประโยชน์ที่ได้จากการอัดน้ำปูน</u>

- ป้องกันการเกิดสนิมที่ลวดอัดแรง โดยทำการอัดน้ำปูนเข้าไปในท่อ Sheath ให้เต็มช่องว่างที่มีอยู่
- ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างลวดอัดแรงกับคอนกรีต

9.7.4.2 การเตรียมหน้างาน

1) ตัดปลายลวดภายหลังที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน
2) ทำการอุดปิดเบ้าที่ใช้ดึง ด้วยปูนทรายหลังจากทำการตัดปลายลวดอัดแรงแล้ว โดยใช้สัดส่วนผสมของทราย ต่อ ซีเมนต์ (Portland Cement Type I) เท่ากับ 2 ต่อ 1
3) ติดตั้งเครื่องอัดน้ำปูนให้ใกล้กับบริเวณที่จะทำงานอัดน้ำปูน ไม่เกิน 40-60 เมตร
4) เตรียมวัสดุส่วนผสมของน้ำปูนซึ่งประกอบด้วย ซีเมนต์ น้ำ สารเคมีผสมเพิ่มให้เพียงพอต่อการใช้ในขณะนั้น และป้องกันไม่ให้เปียกน้ำหรือฝน
5) ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องผสม ปั๊มอัดน้ำปูน ปั๊มลม Pressure Gauge และ Valve ต่าง ๆ จากคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษา
6) ทำการอัดลมเข้าในท่อ Sheath เพื่อไล่น้ำ วัสดุแปลกปลอมออกจากท่อ และเพื่อใช้ตรวจสอบการอุดตันของท่อด้วย

9.7.4.3 น้ำปูนและส่วนผสม

1) น้ำปูน ประกอบด้วยส่วนผสมของซีเมนต์ น้ำ และ สารเคมีผสมเพิ่ม
2) ซีเมนต์
   - ชนิด Portland Type I
   - มีส่วนผสมของคลอไรด์ไม่เกิน 0.1 %
   - อายุของซีเมนต์อยู่ระหว่าง 7-30 วัน ถ้าอายุน้อยกว่านี้ เนื้อซีเมนต์
   - จะยังร้อนอยู่ ถ้าอายุมากกว่านี้จะต้องการน้ำที่ใช้ผสมมากขึ้น
   - มีการสุ่มตรวจสอบน้ำหนักของซีเมนต์ถุง หากตรวจสอบว่ามี
   - ความคลาดเคลื่อนเกิน 2% จะปรับส่วนผสมใหม่เพื่อให้ปริมาณน้ำที่ใช้
   - สอดคล้องกับสัดส่วนที่กำหนด

3) Admixture

ใช้สารเคมีผสมเพิ่ม Aluminum Powder และ โดยมีสัดส่วนการผสมดังนี้

- Aluminum Powder ปริมาณ 7 กรัม Plastiment R2 ต่อปูนซีเมนต์ 100 กิโลกรัม
- Plastiment R2 ปริมาตร 200 ซีซี ต่อปูนซีเมนต์ 100 กิโลกรัม

4) น้ำ

- เป็นน้ำสะอาด สัดส่วนผสมโดยน้ำหนักไม่เกิน 45 % ของน้ำหนักซีเมนต์
- ปราศจากสิ่งเจือปนซึ่งอาจจะทำให้ลวดอัดแรงเสียคุณสมบัติ และความทนทาน
- มีส่วนผสมของคลอไรด์ไม่เกิน 500 mg ต่อลิตร และไม่มีส่วนผสมของ สารอินทรีย์

9.7.4.4 การทดสอบคุณสมบัติของน้ำปูนก่อนการทำงาน ก่อนการทำงานในแต่ละวัน จะทดสอบคุณสมบัติของน้ำปูนเพื่อยืนยันสัดส่วนผสม และคุณสมบัติที่ได้ว่าสอดคล้องกับที่ต้องการหรือไม่ การทดสอบจะกระทำภายใต้สภาพแวดล้อมเช่น เดียวกับที่หน้างาน นั้น ๆ เช่น ซีเมนต์ น้ำ สารเคมีผสมเพิ่มและอุณหภูมิการทดสอบมีดังนี้

- ทดสอบ Fluidity (Flowability)
- ทดสอบ Expansion และ Bleeding
- ทดสอบกำลังอัดของก้อนปูนตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 1 และ 2 สามารถทดสอบและปรับส่วนผสมให้ได้ตามค่าที่ต้องการก่อนทำ การอัดน้ำปูนเข้าในท่อ Sheath ส่วนกำลังอัดจะทำการทดสอบเมื่อก้อนปูนตัวอย่างมี อายุตามที่กำหนด

9.7.4.5 การตรวจสอบคุณภาพของน้ำปูนระหว่างการทำงาน ระหว่างการทำการอัดน้ำปูน จะต้องตรวจสอบคุณภาพของน้ำปูนโดยการเก็บตัวอย่างจากเครื่องผสม สำหรับความถี่ในการตรวจสอบเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบก่อสร้าง แต่อย่างน้อยที่สุดจะต้องดำเนินการตรวจสอบดังนี้

- ตรวจสอบ Fluidity อย่างน้อยทุกๆ 3 ชม. ถ้ามีความแตกต่างไปจากค่าที่ กำหนด ต้องปรับเปลี่ยนส่วนผสมใหม่
- ตรวจสอบ Expansion และ Bleeding อย่างน้อย 2 ตัวอย่างในแต่ละวัน
- ทดสอบกำลังอัดของก้อนปูน เก็บตัวอย่าง Cube 5 x 5 x 5 ซม.จากน้ำปูนที่ ผสมครั้งเดียวกับที่ทำการตรวจสอบ Expansion และ Bleeding อย่างน้อย 6 ตัวอย่าง (เพื่อนำไปทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7 วัน 3 ตัวอย่าง และที่อายุ 28 วัน 3 ตัวอย่าง)

9.7.4.6 การอัดน้ำปูน ภายหลังจากที่ทดสอบส่วนผสมจนได้ค่าต่าง ๆ ที่กำหนดแล้ว จึงทำการอัดน้ำปูนเข้าในท่อ Sheath ทั้งนี้อุณหภูมิของโครงสร้างขณะที่อัดน้ำปูนเข้าไปไม่ควรเกิน 30° C

1) วิธีการอัดน้ำปูน

หลังจากที่ทำการผสมและตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ พร้อมทั้งเก็บตัวอย่าง ก้อนปูนไว้ทดสอบกำลังอัดเรียบร้อยแล้ว จึงทำการอัดน้ำปูนเข้าในท่อ Sheath ตามขั้นตอนดังนี้

- ใช้หัวฉีดอัดน้ำปูนเข้าไปในท่อ Grout Vent ให้แน่น
- เดิน Pump พร้อมทั้งควบคุมแรงดันที่ Pressure Gauge
- เมื่อน้ำปูนไหลออกปลายอีกด้านหนึ่ง ให้ปล่อยน้ำปูนซึ่งมีน้ำและฟองอากาศปะปนอยู่ทิ้งไปจนหมด
- หัก(ปิด)ปลายท่อด้านที่น้ำปูนไหลออก แล้วมัดด้วยลวดผูกเหล็ก และคงความดันไว้ไม่น้อยกว่า 7 bar สำหรับคานและ 3 bar สำหรับ พื้น Post Tension จนกระทั่งแรงดันคงที่
- หัก(ปิด)ปลายท่อด้านที่อัดน้ำปูนเข้า แล้วมัดด้วยลวดผูกเหล็ก
- ย้ายไปอัดน้ำปูน Cable อื่น ๆ ต่อไป(ตามขั้นตอนข้างต้น)

2) การบันทึกรายงาน Grouting Report

รายงานการอัดน้ำปูนจะต้องบันทึกทุกวันที่มีการทำงาน โดยมีรายละเอียดที่ สำคัญไม่น้อยกว่ารายการดังต่อไปนี้

- หมายเลข Cable
- ช่วงเวลาที่ทำงาน
- ผลการทดสอบคุณสมบัติของน้ำปูน
- เหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ

9.7.4.7 อุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการอัดน้ำปูน

* การอัดน้ำปูนจะต้องกรทำอย่างต่อเนื่อง ถ้าหากหยุดเกินกว่า 30 นาที จะต้องล้าง Mixer, Pump, สายยาง และ Valve ต่างๆด้วยน้ำสะอาด นอกจากนี้ถ้ามี Cable ที่อัดน้ำปูนไม่แล้วเสร็จภายในเวลา 30 นาทีจะต้องล้างน้ำปูนในท่อSheath ออกจนหมดโดยใช้น้ำแล้วเป่าลมไล่น้ำออกจากท่อ

* หยุดล้างทำความสะอาดเครื่องมืออัดน้ำปูน เมื่อมีการใช้งานอย่างต่อเนื่องทุกๆ 4-5 ชั่วโมง และทำความสะอาดเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานในแต่ละวัน

9.7.5 เอกสารระหว่างการทำงาน (Documentations) ไม่น้อยตามรายการดังต่อไปนี้

9.7.5.1 ปรับปรุงบันทึกประจำวันที่หน่วยงานก่อสร้าง

9.7.5.2 เอกสารขอความเห็นชอบและอนุมัติการทำงาน

9.7.5.3 Inspection Form

9.7.5.4 Stressing Report

9.7.5.5 Grouting Report

9.7.5.6 Test Result of Cement Grouting

10. งานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

10.1 ขอบข่าย

10.1.1 รายการประกอบแบบนี้ใช้กับงานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ สำหรับการก่อสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง ซึ่งใช้งานเป็นสำนักงาน และอาคารห้องประชุมขนาดใหญ่ นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่นให้ถือในส่วนที่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงานนั้นเป็นหลัก ส่วนข้อความอื่นใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือปฏิบัติตามนี้หรือตามมาตรฐานงานเสาเข็ม มยผ. 1106-64 เสาเข็มต้องสามารถต้านทานแรงกระทำด้านข้างได้ตามที่กฎหมายกำหนด

10.1.2 ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก และใช้ค่าการแปลงหน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรงเท่ากับ 10 นิวตัน

10.2 นิยาม

“การสูญเสียของการอัดแรง (Losses)” หมายถึง การที่ลวดเหล็กหรือเหล็กเสริมที่ใช้อัดแรงชนิดอื่นๆ สูญเสีย หน่วยแรงดึงตามขั้นตอนต่าง ๆ อันเนื่องมาจาก การหดตัวอีลาสติก การคืบและหดตัวของคอนกรีต และการ คลายแรงดึงของเหล็กเสริมอัดแรง

“ฐานราก” หมายถึง ส่วนของอาคารที่ใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนลงสู่ดินฐานราก

“เสาเข็ม” หมายถึง เสาที่ฝังอยู่ในดินฐานรากเพื่อใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากอาคารสู่ดินฐานราก

“เสาเข็มเจาะ (Bored Pile)” หมายถึง เสาเข็มที่ก่อสร้างโดยการขุดหรือเจาะลงไปในชั้นดินโดยอาจใช้ปลอก เหล็กกันดินพังหรือไม่ก็ตาม แล้วหล่อคอนกรีตในหลุมที่เจาะแล้วเสร็จ

“เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ” หมายถึง เสาเข็มคอนกรีตที่หล่อหรือผลิตในโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ก่อนที่จะนำมาติดตั้งโดยการตอกหรือฝัง

“แรงแบกทานที่ยอมให้ของเสาเข็ม” หมายถึง แรงต้านทานการรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัยของเสาเข็ม

“หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต” หมายถึง หน่วยแรงอัดสูงสุดตามแกนยาวที่แท่งคอนกรีตทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร สามารถรับได้ หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นหน่วยแรงอัดดังกล่าวในมาตรฐานนี้ ให้ใช้หน่วยแรงอัดประลัยที่อายุคอนกรีต 28 วัน เป็นเกณฑ์

10.3มาตรฐานอ้างถึง

10.3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

10.3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

10.3.1.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1102: มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

10.3.1.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

10.3.1.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุก ตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์

10.3.1.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1252: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์

10.3.1.6 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1551: มาตรฐานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มด้วยวิธี Seismic Integrity Test

10.3.1.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 395: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

10.3.1.8 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 396: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

10.3.1.9 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 397: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแรงเหวี่ยง

10.3.1.10 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 398: เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงแบบแรงเหวี่ยง

10.3.1.11 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 399: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จขนาดสั้น

10.3.1.12 มาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1019: ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

10.3.2 หากข้อกำหนดในรายการประกอบแบบนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในรายการประกอบแบบนี้เป็นสำคัญ

10.4ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้าง

เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

10.4.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

10.4.1.1 วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็ม และส่วนผสมของคอนกรีต ตลอดจนการปฏิบัติต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

1) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตและ การปฏิบัติในการก่อสร้าง ให้เป็นไปตาม มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

2) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตอัดแรงและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1102: มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง
3) คุณลักษณะของเหล็กเสริมและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

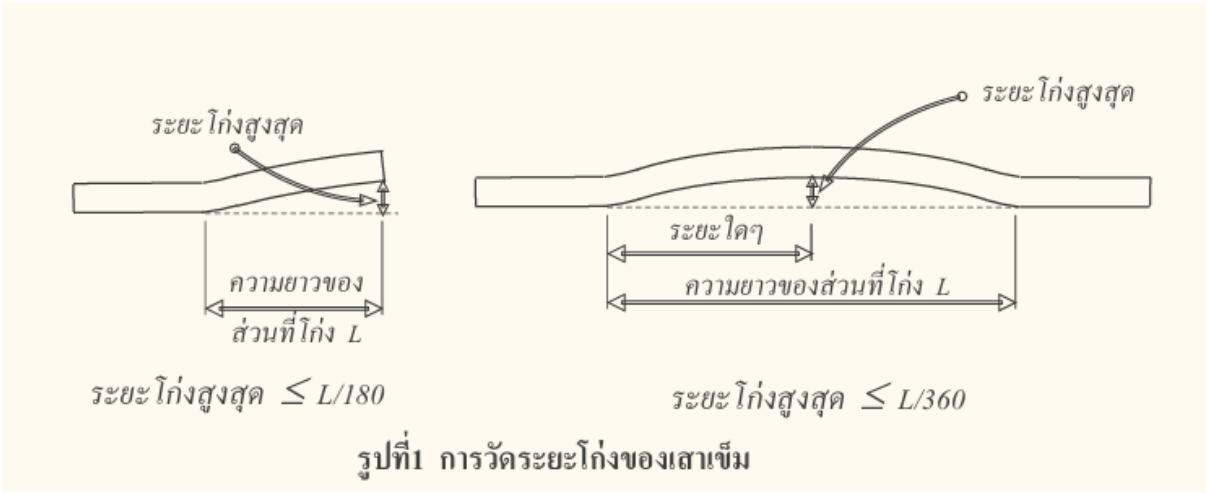
ค่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบ แบบ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่าด้วย เสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้น ๆ ตามข้อ 10.3.1.7 ถึง 10.3.1.11

10.4.1.2 เสาเข็มที่นำมาใช้ต้องมีความยาว พื้นที่หน้าตัดที่กดบนดิน (Projected Area) และความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างหรือในรายการประกอบแบบ

10.4.1.3 รูปลักษณ์ภายนอกของเสาเข็มต้องเหมือนกันตลอดความยาวของเสาเข็ม ยกเว้นส่วนหัวเสาเข็มที่รับตุ้มตอกเสาเข็ม สำหรับส่วนปลายเสาเข็มในระยะซึ่งยาวไม่เกิน 1.5 เท่าของความกว้างของเสาเข็มยอมให้สอบปลายได้

10.4.1.4 เสาเข็มที่จะนำมาตอกใช้งานจะต้องมีหน่วยแรงอัดประลัยตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน หากต้องการนำเสาเข็มมาใช้ก่อนกำหนดให้ทดสอบกำลังของคอนกรีต ซึ่งกำลังของคอนกรีตที่เวลานำมาใช้นั้นจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต

10.4.1.5 เสาเข็มต้องมีลำต้นตรง ระยะโก่งที่ส่วนใดๆ ของเสาเข็ม ถ้าวัดระหว่างเส้นตรงที่ต่อปลายทั้งสองของส่วนโก่งกับผิวด้านใดๆ ก็ตาม ต้องไม่เกินความยาวส่วนที่โก่งหารด้วยค่าที่กำหนดในรูปที่ 1



รูปที่1 การวัดระยะโก่งของเสาเข็ม

10.4.1.6 หากเป็นเสาเข็มกลวงหรือเว้าข้าง รูกลวงหรือส่วนเว้าข้าง ต้องไม่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัดเบี่ยงเบนไปจากศูนย์กลางของหน้าตัดเสาเข็ม

10.4.1.7 เสาเข็มต้องแข็งแรงทนทานต่อการตอกของตุ้มตอกเสาเข็ม และการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่งได้ และต้องมีรูปร่างหน้าตัดภายนอกเป็นสี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม หรือมากกว่า หรือกลม หรือ I หรือที่คล้ายตัว I ซึ่งมีความหนาของส่วนที่บางที่สุดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร หรือ 2 เท่าของระยะหุ้มเหล็กเสริมบวกด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความ หนาของเหล็กเสริมโดยใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์ ยกเว้นเสาเข็มขนาดเล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรลงมา

10.4.1.8 เสาเข็มจะต้องแสดงตำแหน่งจุดยกที่ชัดเจน หากไม่มีการกำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบให้กำหนดจุดยก โดยอาจทำเป็นเครื่องหมายหรือฝังหูร้อยหรือที่จับยึดสำหรับการยก และตำแหน่งของจุดยกให้เป็นไปตามรูปที่ 2 แต่ทั้งนี้หน่วยแรงที่เกิดขึ้นระหว่างการ ยกเสาเข็มจะต้องเป็นไปตามข้อ 10.4.1.2 หรือ 10.4.1.3

10.4.1.9 เสาเข็มยอมให้มีรอยร้าวต่อเนื่องกันได้ไม่เกินครึ่งหนึ่งของเส้นรอบรูป และต้องทำมุมระหว่าง 80 ถึง 90 องศากับแนวสะเทิน รอยร้าวที่เกิดขึ้นแต่ละรอยต้องห่างกันเกินกว่า 1 เมตร และความกว้างของรอยร้าวต้องไม่มากกว่า 0.2 มิลลิเมตร แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน สำหรับโครงการก่อสร้างที่อยู่ ในพื้นที่หรือเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาความคงทนไม่ยินยอมให้ใช้เสาเข็มที่มีรอยร้าว

10.4.2 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

10.4.2.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จต้องเป็นไปตามข้อ 4.1.1

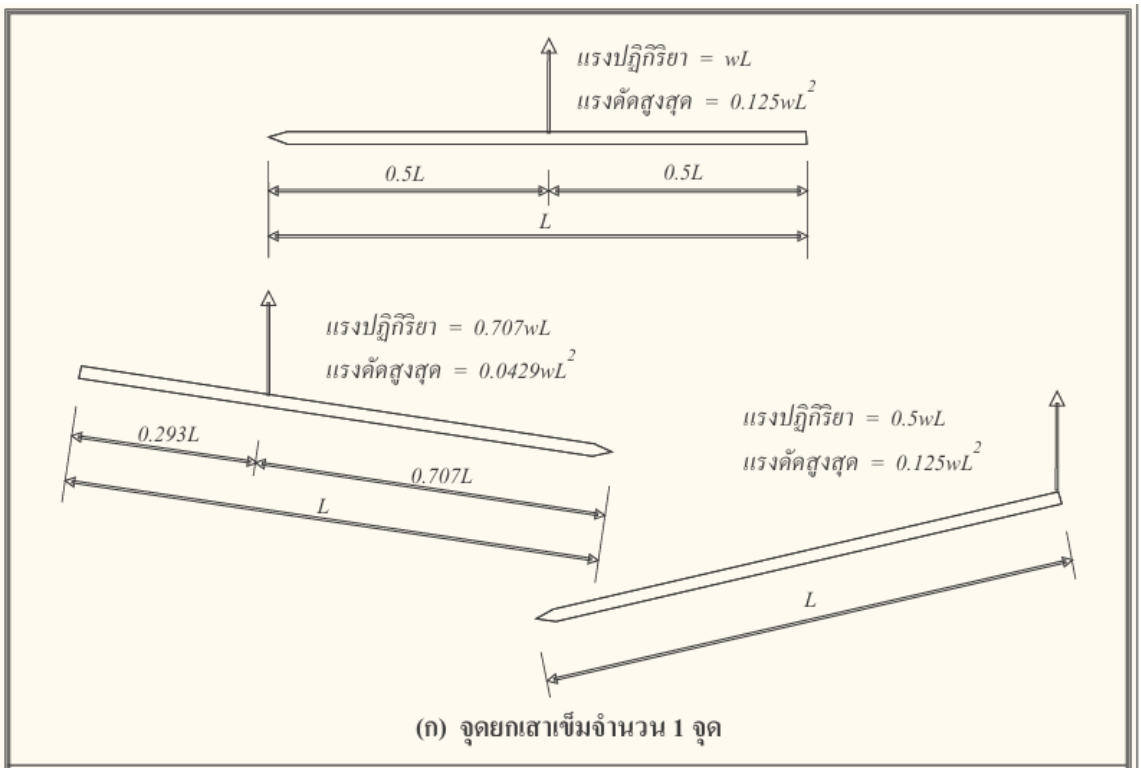
10.4.2.2 แรงดัดที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดหน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมเกินกว่าเมกาปาสกาล (1,200 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ หรือเกินกว่า 150 เมกาปาสกาล (1,500 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีกำลังครากน้อยกว่า 400 เมกาปาสกาล (4,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) หรือเกินกว่า 170 เมกาปาสกาล (1,700 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีกำลังครากตั้งแต่ 400 เมกาปาสกาล (4,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ขึ้นไป และหน่วยแรงอัดในคอนกรีตที่ขณะใช้งานจะต้องไม่เกินร้อยละ 37.5 ของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต

10.4.2.3 เหล็กปลอกจะต้องยึดติดกับเหล็กเสริมตามยาวให้มั่นคง และต้องมีปริมาณเป็นร้อยละของปริมาตรคอนกรีตของเสาเข็มในช่วงนั้นๆ ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ 3

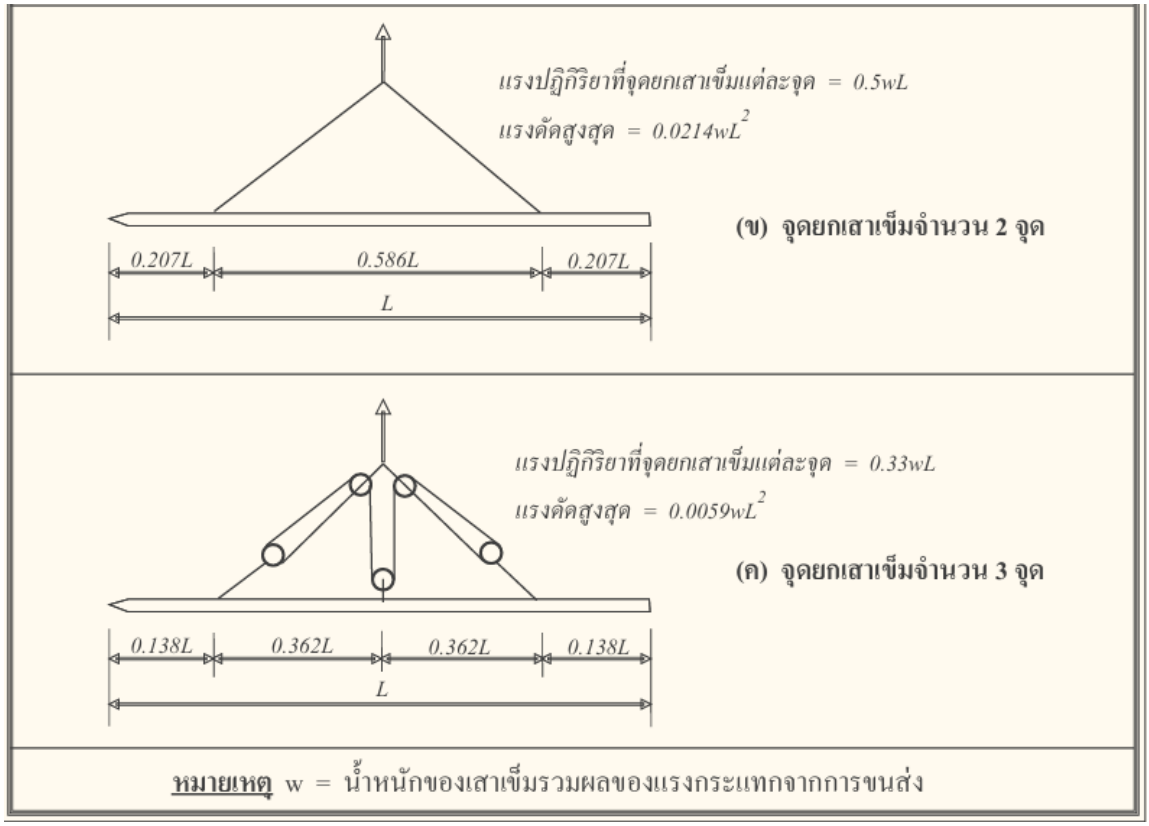
10.4.3 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

10.4.3.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จต้องเป็นไปตามข้อ 10.4.1 ส่วนคุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงประเภทต่างๆ ที่ไม่ได้ระบุใน มาตรฐานนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่าด้วย เสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้นๆ ตามข้อ 10.3.1.7 ถึง 10.3.1.11 แล้วแต่กรณี

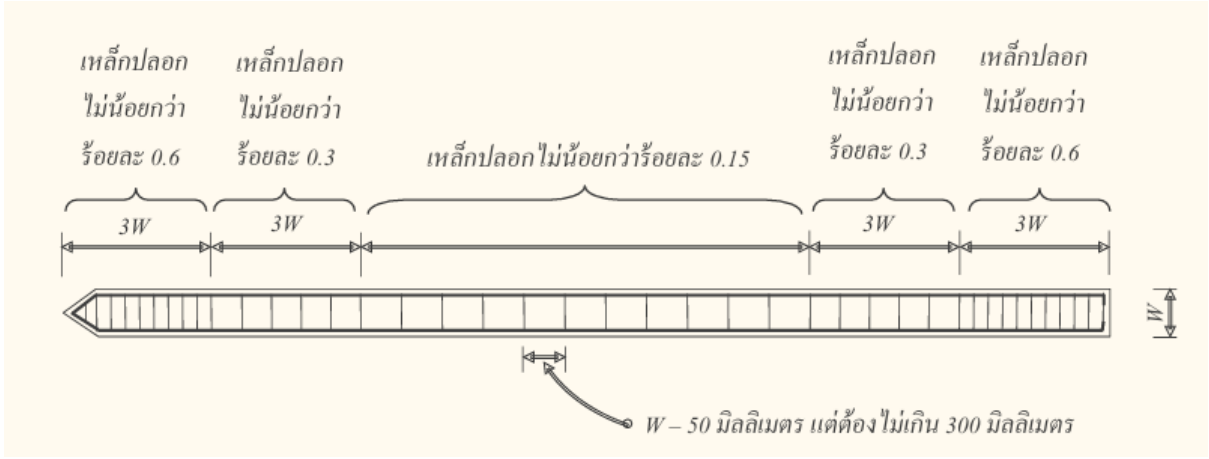
10.4.3.2 แรงดัดที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดหน่วยแรงดึงในคอนกรีตเกินกว่า 0.5 คูณด้วยรากที่สองของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เมื่อหน่วยแรงมีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (หรือไม่เกินกว่า 1.59 คูณด้วยรากที่สองของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เมื่อหน่วยแรงมีหน่วยเป็นกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในกรณีที่หน่วยแรงดึงมีค่าสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะต้องขยายพื้นที่หน้าตัดหรือเสริม เหล็กยึดหน่วงหรือยึดเหนี่ยวเพิ่มเติมในส่วนของคอนกรีตที่เกิดหน่วยแรงดึง (Tensile Zone) เพื่อสามารถรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในคอนกรีตดังกล่าวได้ทั้งหมด (อาจจะเป็นเหล็กเสริม ปกติหรือเหล็กเสริมอัดแรง) โดยที่แรงดึงให้คำนวณจากสมมุติฐานของหน้าตัดไม่แตกร้าว



(ก) จุดยกเสาเข็มจำนวน 1 จุด



รูปที่ 2 ตำแหน่งจุดยกเสาเข็ม



หมายเหตุ W = ส่วนที่แคบที่สุดของรูปตัดขวางทั้งหมดของเสาเข็ม W

รูปที่ 3 ปริมาณเหล็กปลอกต่ำสุดของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

10.4.3.3 หน่วยแรงอัดที่ยอมให้จากน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มจะต้องไม่เกินกว่าผลต่างระหว่างร้อยละ 33 ของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตและร้อยละ 27 ของหน่วยแรงอัดประสิทธิผลที่กระทำกับคอนกรีตเนื่องจากการอัดแรง หรือ

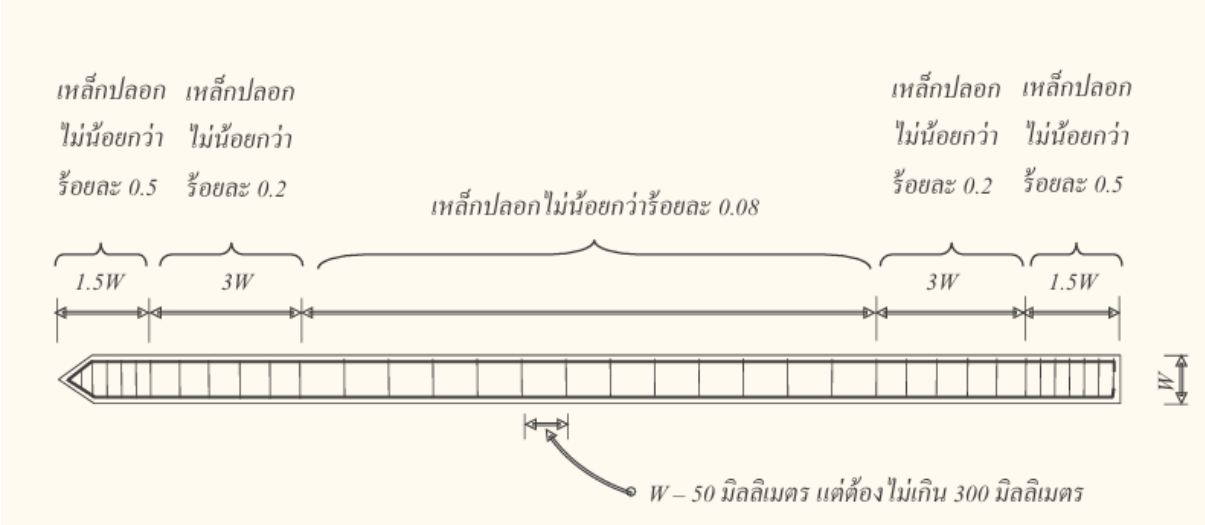
$$\sigma_a \le 0.33 f_c' - 0.27 f_{pc} \quad (1)$$

เมื่อ σ_a เป็น หน่วยแรงอัดที่ยอมให้จากน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็ม มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

f_c' เป็นหน่วยแรงอัดประลัยคอนกรีต มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตาราง เซนติเมตร)

f_{pc} เป็นหน่วยแรงอัดประสิทธิผลที่กระทำกับคอนกรีตเนื่องจากการอัดแรง มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

10.4.3.4 เหล็กปลอกจะต้องยึดติดกับเหล็กเสริมตามยาวให้มั่นคง และต้องมีปริมาณเป็นร้อยละของปริมาตรคอนกรีตของเสาเข็มในช่วงนั้นๆ ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ 4



หมายเหตุ W = ส่วนที่แคบที่สุดของรูปตัดขวางทั้งหมดของเสาเข็ม

รูปที่ 4 ปริมาณเหล็กปลอกต่ำสุดของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

10.5 ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

10.5.1 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

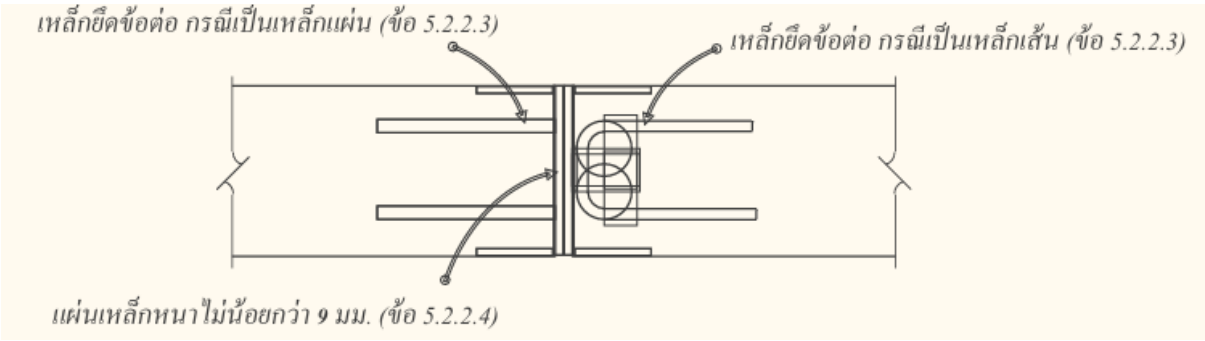
10.5.1.1 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จดังต่อไปนี้ไม่อนุญาตให้ใช้เสาเข็มต่อได้

1) เสาเข็มที่ระบุให้ต้องรับแรงด้านข้าง

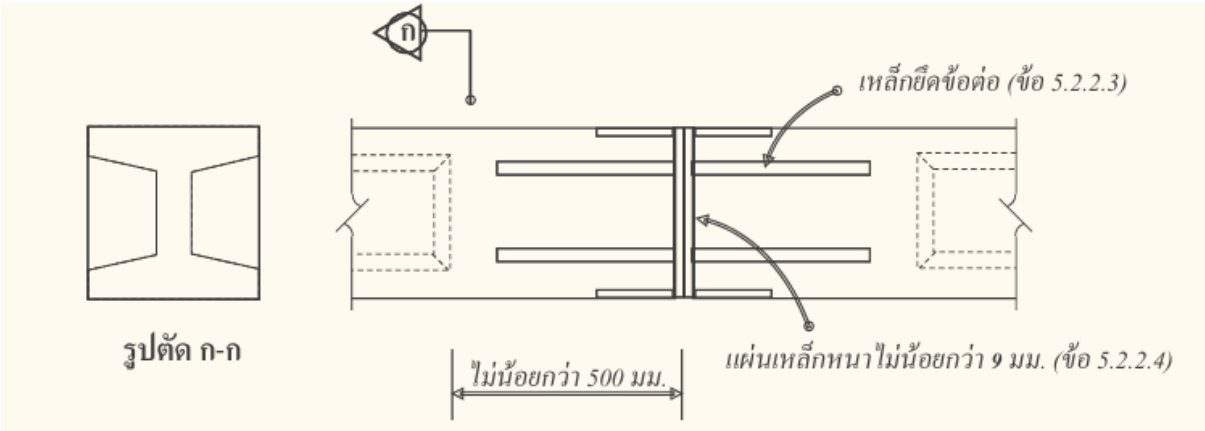
2) เสาเข็มที่อยู่ ในดินฐานรากที่มีความเสี่ยงต่อการเลื่อนไถลของดิน (Soil Sliding)

3) เสาเข็มที่ปลายวางอยู่บนหินที่มีความลาดเอียงที่มีความเสี่ยงต่อการไถลของเข็มได้

10.5.1.2 เสาเข็มที่นอกเหนือจากข้อ 10.5.2.1 อนุญาตให้ต่อได้ แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน 2 ท่อน โดยวิธีเชื่อมด้วย ไฟฟ้า และทั้งสองท่อนเมื่อต่อกันแล้วต้องเป็นเส้นตรงเดียวกัน โดยที่ข้อต่อของเสาเข็มทั้งสองท่อน ต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ (รูปที่ 5)



(ก) ข้อต่อของเสาเข็มหน้าตัดสี่เหลี่ยมตัน



(ข) ข้อต่อของเสาเข็มรูปตัว I หรือคล้ายตัว I

รูปที่ 5 รายละเอียดข้อต่อของเสาเข็ม

1) ข้อต่อต้องเป็นเหล็กเหนียวและหล่อเป็นส่วนเดียวกันกับเสาเข็มแต่ละท่อน

2) ข้อต่อต้องมีลักษณะเป็นหมวกครอบปลายหัวเสาเข็มในส่วนที่จะต่อกันนั้นหรือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และสามารถกันมิให้คอนกรีตเนื้อเสาเข็มที่รองรับข้อต่อนั้นแตกในขณะรับแรงกระแทกจากการตอกเสาเข็ม รวมทั้งต้องมีขนาดและความหนาเพียงพอที่สามารถส่งถ่ายแรงดัดระหว่างเสาเข็มที่ต่อได้ไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม ข้อต่อนี้ให้หล่อยึดติดกับตัวเสาเข็มและต้องมีเนื้อที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าเนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็มที่จุดนั้นแต่จะโตเกินขนาดภายนอกของเสาเข็มมิได้

3) ต้องมีเหล็กยึดข้อต่อดังกล่าวให้ติดแน่นกับท่อนคอนกรีตเสาเข็ม จนสามารถรับแรงดัดได้ดีไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม
4) ความหนาของแผ่นเหล็กข้อต่อของแต่ละแผ่น เฉพาะส่วนที่วางประกบกันต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร
5) พื้นที่ผิวของข้อต่อส่วนที่ประกบกันต้องไส กลึง หรือ ฝาน ให้เรียบทั้งสองขึ้นเพื่อให้ ประกอบกันแนบสนิท
6) เสาเข็มในส่วนที่ชิดกับข้อต่อต้องได้รับการป้องกันการแตกด้วยการเสริมเหล็กปลอกเป็นพิเศษ

10.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตและวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีต

10.5.2.1 ปั้นจั่นที่นำมาใช้ในการตอกเสาเข็มต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและมีความกว้างของฐานปั้นจั่น พอที่จะมีการทรงตัวได้ดีเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้งชิ้นส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นตัวปั้นจั่นต้องไม่คดงอ หรือแตกร้าว ตะเกียบคู่หน้าของปั้นจั่นต้องเป็นเส้นตรงและไม่หลวมคลอน

10.5.2.2 เครื่องยนต์ที่ใช้กับปั้นจั่นต้องมีสภาพสมบูรณ์ สามารถให้กำลังได้อย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ที่ห้าม ล้อครัทช์และที่ห้ามการคลายตัวของเชือกลวดต้องอยู่ ในสภาพที่ใช้การได้โดยปลอดภัย เชือกลวด ต้องมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของน้ำหนักเสาเข็มและตุ้มที่ยกและไม่สึกหรอจนส่อให้เห็นว่าจะเกิด อันตรายได้โดยง่าย

10.5.2.3 พื้นที่ที่รองรับปั้นจั่นต้องเสริมให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักปั้นจั่นและอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยขณะที่ตอกเสาเข็มปั้นจั่นต้องไม่โยกคลอนหรือทรุดตัวลงจนทำให้เสียแนวดิ่งของตะเกียบบังคับเสาเข็มหรือเกิดแรงเบียดเสาเข็ม

10.5.2.4 ถ้าใช้หมวกเหล็กครอบหัวเสาเข็มในการตอกเสาเข็มหมวกดังกล่าวต้องมีขนาดพอเหมาะกับหัว เสาเข็ม คือไม่โตกว่าหัวเสาเข็มเกิน 10 มิลลิเมตร และภายในหมวกให้ใช้ไม้เนื้ออ่อนรองหัวเสาเข็ม ได้หนาไม่เกิน 30 มิลลิเมตร และเมื่อไม้รองในหมวกแตกยุ่ยจนทำให้ประสิทธิภาพของการตอกลดลงต้องเปลี่ยนไม้รองใหม่ หมวกเหล็กจะต้องมีที่บังคับกับตะเกียบด้วย

10.5.2.5 ตุ้มที่ใช้ตอกเสาเข็มต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของน้ำหนักเสาเข็ม แต่ต้องหนักไม่น้อยกว่า 3 เมตริกตัน

10.5.2.6 ก่อนตอกเสาเข็มต้องปักหมุดแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอกแต่ละต้นให้ชัดเจนและต้องมี เครื่องบังคับเสาเข็มที่แข็งแรงพอ เพื่อว่าเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้งในที่บังคับเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องอยู่ตรงศูนย์เสาเข็มที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยเครื่องบังคับเสาเข็มต้องไม่เคลื่อนที่หรือหักพังไปจนกว่าปลายเสาเข็มจะจมลงไปในดินแล้วไม่น้อยกว่า 6 เมตร

10.5.2.7 การตอกเสาเข็มต้องพยายามจัดให้แรงกระทบของตุ้มที่มีต่อหัวเสาเข็ม ถ่ายกำลังไปตามแนวแกน ของเสาเข็ม หากอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มหลวมคลอนก่อให้เกิดแรงกระทบเสาเข็มเบนออกนอก แนวแกนจนเสาเข็มสะบัดคลอนไปในทางราบแล้วต้องหนุนการตอกเสาเข็มทันที จนกว่าจะมีการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เสาเข็มสะบัดเสียก่อน หากแก้ไขไม่ได้ต้องเปลี่ยนปั้นจั่นทั้งชุด

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

10.5.2.9 การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งต้องจัดทำหาวิธีป้องกันมิให้เกิดอันตรายใด ๆ ต่อบุคคลอื่นหรือทรัพย์สินของอาคารข้างเคียงอันเป็นผลกระทบจากการตอกเสาเข็ม เช่น ความ สั่นสะเทือน การพังทลายและการเคลื่อนตัวของดิน เป็นต้น

10.5.2.10 ในการตอกเสาเข็มถ้าขณะหนึ่งขณะใดปรากฏว่า จำนวนเสาเข็มที่ตอกมีการแตกหักเสียหายถึง จำนวนร้อยละ 10 ของจำนวนเสาเข็มที่ตอกไปได้ในขณะนั้นแล้วให้ตอกเข็มต่อไปอีก 10 ต้น หาก ปรากฏว่าใน 10 ต้นนั้นมีเข็มหักเพิ่มขึ้นอีกให้ถือว่าเข็มนั้นขาดสมบัติตามมาตรฐานนี้และให้ดำเนินการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของเสาเข็ม โดยการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมหรือการทดสอบแล้วแต่กรณี ทั้งนี้ให้ยกเว้นกรณีที่มีเสาเข็มเหลือจะต้องตอกอีกไม่เกิน 10 ต้น ในงานนั้นให้คงใช้เสาเข็มนั้นต่อไป

10.5.2.11 ขณะตอกเสาเข็มถ้าปรากฏว่าเสาเข็มเกิดรอยแตกร้าวด้วยเหตุประการใดๆ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ ให้ สกัดส่วนที่แตกร้าวออกแล้วหล่อคอนกรีตใหม่ เมื่อคอนกรีตได้กำลังตามที่รายการกำหนดแล้วจึงจะทำการตอกต่อไปได้หรืออนุญาตให้ถอนเสาเข็มต้นที่ชำรุดขึ้นแล้วใช้เสาเข็มต้นใหม่ที่ดีตอกลง แทนที่ได้ หรือทำการตอกแซมโดยให้จุดศูนย์กลางของฐานรากไม่เปลี่ยน สำหรับกรณีซ่อมแซมเสาเข็มที่ปรากฏรอยแตกร้าวดังกล่าวข้างต้น เมื่อซ่อมเสร็จและตอกเสร็จแล้วต้องทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม (Pile Integrity Test)

10.5.2.12 ในขณะตอกเสาเข็มให้ทำรายงานผลการตอกเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการตอก เพื่อพิจารณาว่าเสาเข็มต้นนั้นๆจะสามารถรับน้ำหนัก

บรรทุกได้ตามที่กำหนดหรือไม่ โดยการบันทึกรายงานผลมีรายละเอียดไม่น้อยกว่ารายการดังต่อไปนี้

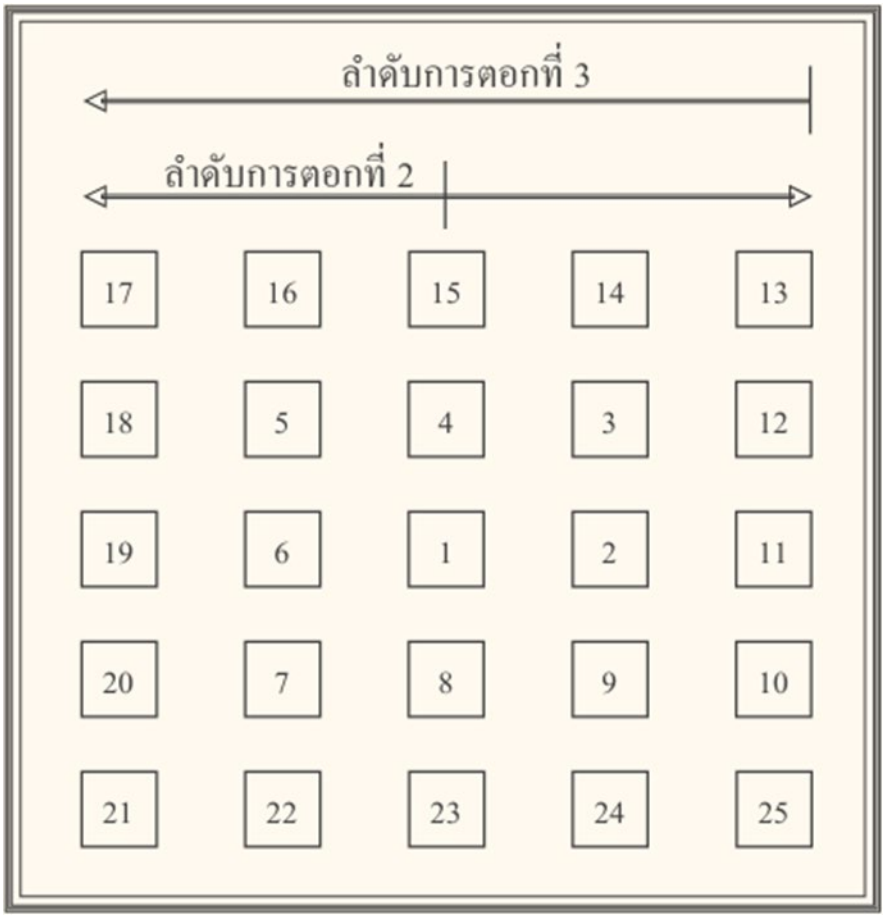
1) สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับได้โดยไม่ต้องใช้เสาส่ง ให้ปฏิบัติดังนี้
   i. ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ในช่วงจากโคนเสาเข็มเป็นระยะไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเสาเข็ม แต่ทั้งนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตร
   ii. เมื่อยกเสาเข็มตั้งเข้าที่เรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินด้วยน้ำหนักของตัวเอง
   iii. ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินเมื่อวางตุ้มน้ำหนักลงบนเสาเข็ม
   iv. เมื่อตอกเสาเข็มจมถึงระดับที่ทำเครื่องหมายไว้ ให้เริ่มบันทึกจำนวนครั้งที่ตอกต่อการ จมตัวของเสาเข็มทุกระยะ 300 มิลลิเมตร โดยให้ระยะยกตุ้มน้ำหนักเป็นไปตามที่ วิศวกรควบคุมงานกำหนด
2) สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับโดยต้องใช้เสาส่งให้ปฏิบัติดังนี้
   i. ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ในช่วง 1.5 เมตรสุดท้ายของโคนเสาเข็มหรือสุดแท้แต่ระยะที่ต้องใช้เสาส่ง
   ii. ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ที่เสาส่งเป็นระยะเท่ากับระยะที่ต้องส่งเสาเข็มลงไปในชั้นดินจนถึงระดับที่กำหนด
   iii. ให้บันทึกการจมตัวของเสาเข็มเช่นเดียวกับที่ปฏิบัติในข้อ 1) (ii) iii) และ (iv)
3) การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ให้ใช้แบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1106-1

10.5.2.13 ในกรณีเมื่อตอกเสาเข็มไปจนสุดความยาวของเสาเข็มตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียดแล้วแต่เสาเข็มนั้นคาดว่าไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยตามที่ได้กำหนดต้องดำเนินการแก้ไข เพื่อให้ฐานรากมีความมั่นคงแข็งแรงตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน

10.5.2.14 ถ้าปรากฏว่าเสาเข็มตอกจมลงไม่ถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน จะ เนื่องจากชั้นดินแข็งหรือเหตุอื่นใด ๆ ก็ตามให้รีบแจ้งวิศวกรผู้ควบคุมงานเพื่อดำเนินการตามหลักการทางวิศวกรรมที่เหมาะสมต่อไป

10.5.2.15 ลำดับการตอกกลุ่มเสาเข็มประเภทมีการแทนที่ดิน (Displacement Piles) ควรเริ่มจากศูนย์กลางกลุ่ม ไปด้านนอก หรือเริ่มจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง สำหรับกลุ่มเสาเข็มที่อยู่ใกล้พื้นที่ที่มีช่องหรือทาง เปิด เช่น คลอง หรือลำน้ำ ควรตอกเสาเข็มในพื้นที่ดังกล่าวเป็นลำดับสุดท้าย สำหรับกลุ่มเสาเข็มที่แสดงในรูปที่ 6 สามารถใช้ลำดับการตอกได้ดังต่อไปนี้

1) ตอกตามหมายเลขที่ระบุในรูป (ลำดับการตอกที่ 1) หรือ
2) ตอกเป็นแถวโดยเริ่มจากศูนย์กลางกลุ่มไปด้านนอก (ลำดับการตอกที่ 2) หรือ
3) ตอกเป็นแถวโดยเริ่มจากด้านหนึ่งของกลุ่มไปอีกด้านหนึ่ง (ลำดับการตอกที่ 3)



รูปที่ 6 ตัวอย่างลำดับการตอก กลุ่มเสาเข็ม

10.5.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

10.5.3.1 หากไม่ได้มีการระบุในแบบรายละเอียด ตำแหน่งเสาเข็มแต่ละต้นที่ระดับตัดหัวเสาเข็มจะยอมให้มีค่าเบี่ยงเบนสูงสุดจากศูนย์กลางที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดได้ไม่เกินกว่า 50 มิลลิเมตรสำหรับฐานรากที่ใช้เข็มหนึ่งต้นและสองต้น และไม่เกินกว่า 75 มิลลิเมตรสำหรับฐานรากที่ใช้เข็มตั้งแต่สามต้นขึ้นไป แต่ทั้งนี้ค่าเบี่ยงเบนของกลุ่มเสาเข็มในฐานรากจะต้องไม่เกินกว่า 50 มิลลิเมตร หากค่าเบี่ยงเบนมีค่าสูงกว่าค่าดังกล่าวจะต้องมีวิศวกรตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของฐานรากและเสาเข็มที่เป็นผลจากการเบี่ยงเบนดังกล่าว และถ้า

เสาเข็มมีขนาดเกินกว่า 600 มิลลิเมตร ค่าเบี่ยงเบนสูงสุดให้เป็นดุลยพินิจของวิศวกรผู้คำนวณออกแบบ

10.5.3.2 ความผิดพลาดในแนวดิ่งต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของความยาวเสาเข็ม หากค่าความผิดพลาดมีค่าสูงกว่า ค่าดังกล่าวจะต้องมีวิศวกรตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของฐานรากและเสาเข็มที่เป็นผลจากความ ผิดพลาดดังกล่าว

10.6การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกและความสมบูรณ์ของเสาเข็ม

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

10.6.2 หากแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้ระบุรายละเอียดวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุก ไว้ให้ดำเนินการทดสอบด้วยวิธีพลศาสตร์ตามข้อ 6.1