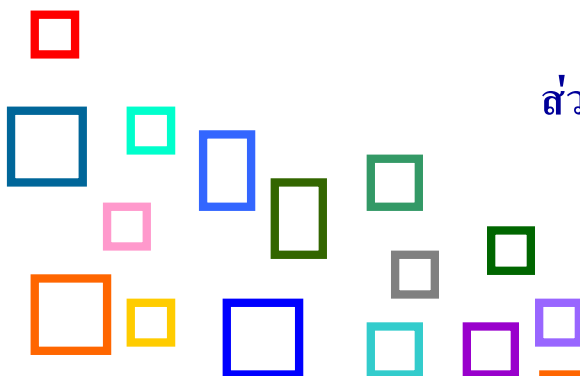


มาตรฐานวัสดุวิศวกรรม (คอนกรีตและดิน)

การทำงานคอนกรีต การทำงานดิน



ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรม

สำนักวิจัยและพัฒนา

กรมชลประทาน

มิถุนายน 2552

สารบัญ

ลำดับที่		หน้า
1	มาตรฐานวัสดุงานคอนกรีตและวัสดุ และงานดิน	1
2	การทำงานคอนกรีต	82
3	การทำงานดิน	121
4	ภาคผนวก	142

มาตรฐานวัสดุงานคอนกรีตและวัสดุ และงานดิน

มาตรฐานวัสดุ

งานคอนกรีตและวัสดุ

1. หินใหญ่
2. หินย่อย
3. กรวด
4. ทราย
5. ยางกันซึม
6. ขากรองสะพาน
7. พีวีซีกันซึม
8. แผ่นใยไผ่รอยต่อคอนกรีต
9. เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ชนิดเหล็กเส้นกลม
10. เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ชนิดเหล็กข้ออ้อย
11. เหล็กเส้นแบนและสี่เหลี่ยมจัตุรัส
12. เจ็มพืดเหล็ก
13. เหล็กกล้าไร้สนิม
14. ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง
15. ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง
16. ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ
17. ลวดเหล็กกล้าดัดขึ้นเสริมคอนกรีต
18. ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต
19. ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต
20. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง
21. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน
22. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น
23. เหล็กแผ่นสำหรับงานโครงสร้างทั่วไป
24. เหล็กเพลาชาว
25. เหล็กหล่อเทา
26. กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี GABIONS
27. กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี MATTRESS
28. กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. GABIONS
29. กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. MATTRESS

30. สารเคมีบ่มคอนกรีต
31. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
32. สารเคมีผสมเพิ่ม
33. คอนกรีตผสมเสร็จ
34. แผ่นใยสังเคราะห์
35. เชือกมัดเหล็กกล้า

งานดิน

36. ดินธรรมชาติ
37. ดินลูกรังธรรมชาติ
38. ดินถมคันทาง
39. ชั้นวัสดุคัดเลือก ข.
40. ชั้นวัสดุคัดเลือก ก.
41. ชั้นรองพื้นทางลูกรัง
42. พื้นทางหินคลุก
43. หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
44. หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเคพซีล (Cape Seal)
45. หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal)
46. มวลรวมสำหรับงานฉาบผิวทางแบบสลลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
หินใหญ่**

1. ลักษณะทั่วไป

หินใหญ่ต้องเป็นหินที่มีรูปร่างเหลี่ยมค่อนข้างกลม มีส่วนแบนเรียวน้อย ส่วนที่แคบที่สุดต้องไม่เล็กกว่า 1/3 ของส่วนที่ยาวที่สุด ไม่มีรอยแตกร้าวหรือลักษณะอื่นใดซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะไม่ทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำ และดินฟ้าอากาศ

2. คุณลักษณะเฉพาะ

หินใหญ่ที่นำมาใช้งานต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนดแบ่งตามสถานที่ก่อสร้าง (สชป.)	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 ความถ่วงจำเพาะที่จุด อิ่มตัวผิวหน้าแห้ง	ไม่น้อยกว่า 2.60	สวพ.ทล.202
2.2 ความต้านทานต่อการขัดสี โดยใช้เครื่องลอสมองเจลิส ส่วนสูญหาย – ร้อยละ โดย น้ำหนัก (ABRASION LOSS)	ไม่เกิน 50	สวพ.ทล.206
2.3 ความมันคง (SOUNDNESS) เมื่อทดสอบ โดยใช้สารละลายซัลเฟต จำนวน 5 รอบ – ร้อยละ โดย น้ำหนัก (SULPHATE LOSS)	ไม่เกิน 12	สวพ.ทล.207
2.4 ขนาดของหินใหญ่	ต้องมีขนาดตามที่กำหนดในแบบ	

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
หินย่อย**

1. ลักษณะทั่วไป

หินย่อยที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องเป็นหินที่ไม่ด้วยเครื่องจักร มีรูปร่างเหลี่ยมค่อนข้างกลม มีส่วนแบนเรียวน้อย ต้องเป็นหินที่แข็ง ทนทาน ไม่ผุกร่อน สะอาดปราศจากสารผุกร่อน และสารอินทรีย์อื่นเจือปน

2. คุณลักษณะเฉพาะ

หินย่อยที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 ความต้านทานต่อการขัดสี โดยใช้เครื่อง ลอสมองเจลิส ส่วนสูญหาย – ร้อยละ โดยน้ำหนัก (ABRASION LOSS)	ไม่เกิน 50	สวพ.ทล.206
2.2 ความมั่นคง (SOUNDNESS) เมื่อทดสอบโดย ใช้สารละลายซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ส่วนสูญหาย – ร้อยละ โดยน้ำหนัก (SULPHATE LOSS)	ไม่เกิน 12	สวพ.ทล.207
2.3 ขนาดผละของหินย่อย	ตามเกณฑ์ที่ระบุ	สวพ.ทล.201

เกณฑ์กำหนดขนาดผละของหินย่อย

ชื่อเรียก	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละ โดยน้ำหนัก						
	2 นิ้ว (50 มม.)	1-1/2 นิ้ว (38 มม.)	1 นิ้ว (25 มม.)	3/4 นิ้ว (19 มม.)	1/2 นิ้ว (12.5 มม.)	3/8 นิ้ว (9.5 มม.)	เบอร์ 4 (4.75 มม.)
หินย่อยเบอร์ 1			100	90 – 100	–	–	0 – 5
หินย่อยเบอร์ 2	100	90 – 100	–	–	–	0 – 5	

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

กรวด

1. ลักษณะทั่วไป

กรวดที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องเป็นกรวดที่มีรูปร่างค่อนข้างกลม มีส่วนแบนเรียวน้อย ต้องเป็นกรวดที่แข็ง ทนทาน ไม่ผุกร่อน สะอาดปราศจากสารผุกร่อน และสารอินทรีย์อื่นเจือปน

2. คุณสมบัติเฉพาะ

กรวดที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องมีคุณสมบัติเฉพาะตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

คุณสมบัติเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 ความต้านทานต่อการขัดสี โดยใช้เครื่อง ลอสมองเจลีส์ ส่วนสูญหาย – ร้อยละ โดยน้ำหนัก (ABRASION LOSS)	ไม่เกิน 50	สวพ.ทล.206
2.2 ความมั่นคง (SOUNDNESS) เมื่อทดสอบโดย ใช้สารละลายซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ส่วนสูญหาย – ร้อยละ โดยน้ำหนัก (SULPHATE LOSS)	ไม่เกิน 12	สวพ.ทล.207
2.3 ตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (ขนาด ช่องเปิด 75 ไมโครเมตร) – ร้อยละ โดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 1	สวพ.ทล.201
2.4 ขนาดคละของกรวด	ตามเกณฑ์ที่ระบุ	สวพ.ทล.201

เกณฑ์กำหนดขนาดคละของกรวด

ชื่อเรียก	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละ โดยน้ำหนัก						
	2 นิ้ว (50 มม.)	1-1/2 นิ้ว (38 มม.)	1 นิ้ว (25 มม.)	3/4 นิ้ว (19 มม.)	1/2 นิ้ว (12.5 มม.)	3/8 นิ้ว (9.5 มม.)	เบอร์ 4 (4.75 มม.)
กรวดเบอร์ 1			100	90 – 100	–	–	0 – 10
กรวดเบอร์ 2	100	90 – 100	–	–	–	–	0 – 5

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

ทราย

1. ลักษณะทั่วไป

ทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต เป็นทรายน้ำจืดหยาบ เป็นเม็ดแฉ่ง สะอาด และปราศจากสารอินทรีย์ และวัตถุอื่นเจือปน หรือใช้ทรายย่อย (Crushed Sand) ที่ได้จากการย่อยหรือบดมวลรวมหยาบทดแทนทรายธรรมชาติได้

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ทรายที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนดแบ่งตามสถานที่ก่อสร้าง (สชป.)	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 ตะกอนทรายผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (ขนาดช่องเปิด 75 ไมโครเมตร) – ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 3.0	สวพ.ทล.201
2.2 ค่าพิถีความละเอียด (Fineness Modulus)	1.5 ถึง 3.9	สวพ.ทล.201
2.3 ความไม่บริสุทธิ์เนื่องจากสารอินทรีย์ เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก (Organic Impurity)	ไม่เข้มกว่าสีมาตรฐานเบอร์ 3	สวพ.ทล.205
2.4 ขนาดคละของทราย	ตามเกณฑ์ที่กำหนด	สวพ.ทล.201

เกณฑ์กำหนดขนาดคละของทราย

ขนาดของตะแกรง	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก
3/8 นิ้ว (9.5 มิลลิเมตร)	100
เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร)	90 – 100
เบอร์ 8 (2.36 มิลลิเมตร)	–
เบอร์ 16 (1.18 มิลลิเมตร)	–
เบอร์ 30 (600 ไมโครเมตร)	–
เบอร์ 50 (300 ไมโครเมตร)	–
เบอร์ 100 (150 ไมโครเมตร)	0 – 10

รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ยางกันซึม

1. ลักษณะทั่วไป

ยางกันซึมต้องเป็นชนิด High Grade, Tread Type Compound Basic Polymer ทำจากยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ หรือยางที่มีส่วนผสมทั้งสองชนิด มีผิวเรียบสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีตำหนิจากสิ่งแปลกปลอม และปราศจากรูพรุน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1135 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ยางกันซึมต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชนิด

ยางกันซึมแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งานของกรมชลประทานออกเป็น 5 ชนิด

2.1.1 ยางกันซึม ชนิด A

2.1.2 ยางกันซึม ชนิด B

2.1.3 ยางกันซึม ชนิด C

2.1.4 ยางกันซึม ชนิด D

2.1.5 ยางกันซึม ชนิด J

2.2 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของยางกันซึมต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกรมชลประทาน

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของยางกันซึมต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 ความแข็ง IRHD	60 ถึง 70	ASTM D2240
2.2 ความต้านแรงดึง	ไม่น้อยกว่า 175	ASTM D412
2.2.1 แรงดึงสูงสุดเมื่อขาด – กก. / ตร.ซม.		
2.2.2 แรงดึงสูงสุดเมื่อขาด (ทดลองกร่อมรอยต่อ) – กก. / ตร.ซม.	ไม่น้อยกว่า 88	ASTM D412
2.3 ความยืด		
ความยืดสูงสุดเมื่อขาด – ร้อยละ	ไม่น้อยกว่า 450	ASTM D412
2.4 การยวบตัวเนื่องจากแรงอัด	ไม่เกิน 30	ASTM D395
การยวบตัวของยางเมื่อรับแรงอัด ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ส่วนยวบตัวของยางเมื่อทดลองแล้วเทียบกับส่วนยวบตัวเดิม – ร้อยละ		

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ยางรองสะพาน**

1. ลักษณะทั่วไป

ยางรองสะพาน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่นทำจากยาง โดยอาจมีวัสดุเสริมแรงด้วยก็ได้ ใช้ติดตั้งบนตอม่อสะพานเพื่อรองรับน้ำหนักโครงสร้างส่วนบน และน้ำหนักบรรทุก และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.951 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ยางรองสะพานต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ประเภท

ยางรองสะพาน แบ่งตามชนิดของยางที่ใช้ทำออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภท CR (ทำจากยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน) และประเภท NR (ทำจากยางธรรมชาติ)

2.2 ชนิด

ยางรองสะพานแต่ละประเภท แบ่งตามความแข็งแรงออกเป็น 3 ชนิด คือ ชนิด 50 ชนิด 60 และชนิด 70

2.3 สมบัติทางกล

2.3.1 สมบัติทางกลของแผ่นยางประเภท CR

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด			มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
	ชนิด 50	ชนิด 60	ชนิด 70	
2.3.1.1 ความแข็ง IRHD	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	ASTM D2240
2.3.1.2 ความต้านแรงดึง – เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	17.0	17.0	17.0	ASTM D412
2.3.1.3 ความยืดสูงสุดเมื่อขาด – ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	400	350	300	ASTM D412
2.3.1.4 การยวบยัวเนื่องจากแรงอัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ส่วนยวบยัวของยางเมื่อทดสอบแล้วเทียบกับส่วนยวบยัวเดิม – ร้อยละไม่เกิน	35	35	35	ASTM D395

2.3.2 สมบัติทางกลของแผ่นยางประเภท NR

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด			มาตรฐาน ที่ใช้ทดสอบ
	ชนิด 50	ชนิด 60	ชนิด 70	
2.3.2.1 ความแข็ง IRHD	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	ASTM D2240
2.3.2.2 ความต้านแรงดึง – เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	17.0	17.0	17.0	ASTM D412
2.3.2.3 ความยืดสูงสุดเมื่อขาด – ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	450	400	300	ASTM D412
2.3.2.4 การยวบตัวเนื่องจากแรงอัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ส่วนยวบตัวของยางเมื่อทดสอบแล้วเทียบกับส่วนยวบตัวเดิม – ร้อยละ ไม่เกิน	25	25	25	ASTM D395

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
พีวีซีกันซึม**

1. ลักษณะทั่วไป

พีวีซีกันซึม ที่ใช้งานทำจากโพลิไวนิลคลอไรด์ มีผิวเรียบสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีตำหนิจากสิ่งแปลกปลอม ปราศจากรูพรุน ต้องไม่มีรอยต่อตลอดความยาวของแผ่น และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1239 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

พีวีซีกันซึมต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของพีวีซีกันซึมต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกรมชลประทาน

2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของพีวีซีกันซึมต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ไม่เกิน 1.4	ASTM D792
2.2 ความแข็ง IRHD	70 ถึง 80	ASTM D2240
2.3 ความต้านแรงดึงสูงสุด – เมกะพาสคัล	ไม่น้อยกว่า 12	ASTM D412
2.4 ความยืดเมื่อขาด – ร้อยละ	ไม่น้อยกว่า 300	ASTM D412

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
แผ่นใยไสร้อยต่อคอนกรีต**

1. ลักษณะทั่วไป

แผ่นใยไสร้อยต่อคอนกรีตต้องประกอบด้วยขานอ้อย หรือเส้นใยอื่นๆ ที่เหมาะสม อัดเป็นแผ่น และอาบด้วยแอสฟัลต์ชนิดเหลว และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1041 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

แผ่นใยไสร้อยต่อคอนกรีตต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดในตารางข้างล่างนี้

คุณลักษณะเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 การดูดซึมน้ำ – ร้อยละ โดยปริมาตร 2.1.1 แผ่นใยมีความหนาน้อยกว่า 12.5 มิลลิเมตร 2.1.2 แผ่นใยมีความหนาตั้งแต่ 12.5 มิลลิเมตร ขึ้นไป	ไม่เกิน 20 ไม่เกิน 15	ASTM D545
2.2 ความหนาแน่น (สภาพแห้ง) – กก. / ลบ.ม.	ไม่น้อยกว่า 305	ASTM D545
2.3 การรับแรงอัด – กก. / ตร.ซม. 2.3.1 แผ่นใยมีความหนาน้อยกว่า 12.5 มิลลิเมตร 2.3.2 แผ่นใยมีความหนาตั้งแต่ 12.5 มิลลิเมตร ขึ้นไป	7 ถึง 88 7 ถึง 53	ASTM D545
2.4 การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการอัด – ร้อยละ ของน้ำหนักเดิม	ไม่เกิน 3	ASTM D545
2.5 การคืนตัว – ร้อยละ ของความหนาเดิม	ไม่น้อยกว่า 70	ASTM D545
2.6 การปลิ้น – มิลลิเมตร	ไม่เกิน 6	ASTM D545

รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ชนิดเหล็กเส้นกลม

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กเส้นกลมต้องทำขึ้นจากเหล็กแท่งเล็ก (Billet) เหล็กแท่งใหญ่ (Bloom) หรือเหล็กแท่งหล่อ (Ingot) โดยตรงด้วยกรรมวิธีรีดร้อน โดยต้องไม่มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นมาก่อน และเหล็กแท่งดังกล่าวต้องทำมาจากกรรมวิธีแบบโอเพนฮาร์ท (Open Heart) เบสิกออกซิเจน (Basic Oxygen) หรืออิเล็กทริกอาร์คเฟอเรนซ์ (Electric Arc Furnace) เหล็กเส้นกลมต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง ไม่มีรอยปริแตก ร้าว ไม่มีสนิมขุม หรือตำหนิอื่น ซึ่งมีผลเสียต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.20 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กเส้นกลมต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กเส้นกลมมีชั้นคุณภาพเดียว ใช้สัญลักษณ์ SR 24

2.2 ชื่อขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ มวลระบุ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อเมตร

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (มิลลิเมตร)	มวลระบุ (กิโลกรัมต่อเมตร)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ของมวลต่อเมตร (ร้อยละ)
RB 6	6	0.222	± 10
RB 8	8	0.395	± 6
RB 9	9	0.499	
RB 10	10	0.616	
RB 12	12	0.888	
RB 15	15	1.387	
RB 19	19	2.226	
RB 22	22	2.984	
RB 25	25	3.853	
RB 28	28	4.834	
RB 34	34	7.127	

2.3 คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงดึง ที่จุดคราก ต่ำสุด (กก. / ตร.ซม.)	ความต้านแรงดึง สูงสุด ต่ำสุด (กก. / ตร.ซม.)	ความยืดเมื่อขาด ต่ำสุด (ร้อยละ)	การดัดโค้งเย็น
SR 24	2 400	3 900	21	ไม่มีรอยร้าว

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ชนิดเหล็กข้ออ้อย**

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กข้ออ้อยต้องทำขึ้นจากเหล็กแท่งเล็ก (Billet) เหล็กแท่งใหญ่ (Bloom) หรือเหล็กแท่งหล่อ (Ingot) โดยตรงด้วยกรรมวิธีรีดร้อน โดยต้องไม่มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นมาก่อน และเหล็กแท่งดังกล่าวต้องทำมาจากกรรมวิธีแบบโอเพนฮาร์ท (Open Heart) เบสิกออกซิเจน (Basic Oxygen) หรืออิเล็กทริกอาร์กเฟอว์เนซ (Electric Arc Furnace) เหล็กข้ออ้อยต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง ไม่มีรอยปริแตกร้าว และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กข้ออ้อยต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กข้ออ้อยแบ่งตามส่วนประกอบทางเคมีและสมบัติทางกลออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ใช้สัญลักษณ์ SD 30, SD 40 และ SD 50

2.2 ชื่อขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ มวลระบุ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อเมตร

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (มิลลิเมตร)	มวลระบุ (กิโลกรัมต่อเมตร)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ของมวลต่อเมตร (ร้อยละ)
DB 10	10	0.616	± 6
DB 12	12	0.888	
DB 16	16	1.578	
DB 20	20	2.466	± 5
DB 22	22	2.984	
DB 25	25	3.853	
DB 28	28	4.834	
DB 32	32	6.313	± 4
DB 36	36	7.990	
DB 40	40	9.865	

2.3 คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงดึง ที่จุดคราก ต่ำสุด (กก. / ตร.ซม.)	ความต้านแรงดึง สูงสุด ต่ำสุด (กก. / ตร.ซม.)	ความยืดเมื่อขาด ต่ำสุด (ร้อยละ)	การดัดโค้งเย็น
SD 30	3 000	4 900	17	ไม่มีรอยร้าว
SD 40	4 000	5 700	15	ไม่มีรอยร้าว
SD 50	5 000	6 300	13	ไม่มีรอยร้าว

รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กเส้นแบน และสียเหล็กมจัตุรัส

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กเส้นแบน และสียเหล็กมจัตุรัสต้องทำขึ้นจากเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) ซึ่งผลิตโดยการรีดร้อน ต้องมีผิวเรียบไม่มีตำหนิ กาบ หรือสิ่งบกพร่องอื่นใด และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.55 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กเส้นแบน และสียเหล็กมจัตุรัสต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กเส้นแบน และสียเหล็กมจัตุรัสมีชั้นคุณภาพเดียว ซึ่งระบุแรงดึงที่จุดยึดมีค่าไม่น้อยกว่า 235 เมกะพาสคัล

ขนาด และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง และความยาวของเหล็กเส้นแบน

ความกว้าง		ความยาว	
ขนาด (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อน ที่ยอมให้ (มิลลิเมตร)	ขนาด (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อน ที่ยอมให้ (มิลลิเมตร)
10	± 0.8	3.0	± 0.3
12	± 0.8	4.0	± 0.3
14	± 0.8	4.5	± 0.3
20	± 0.8	5.0	± 0.3
25	± 0.8	6.0	± 0.4
30	± 0.8	8.0	± 0.4
40	± 1.0	9.0	± 0.4
50	± 1.0	10.0	± 0.4
60	± 1.0	12.0	± 0.4
65	± 1.0	15.0	± 0.6
75	± 1.0	20.0	± 0.8
100	± 1.6	30.0	± 1.2

ขนาด และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง และความยาวของเหล็กเส้นที่เหล็ยมจัตุรัส

ความกว้าง	
ขนาด (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (มิลลิเมตร)
6	± 0.4
9	± 0.4
12	± 0.4
16	± 0.5
19	± 0.5
22	± 0.5
25	± 0.5
30	± 0.6
40	± 0.6

2.3 คุณสมบัติทางกล

ความต้านแรงดึง ที่จุดคราก ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความต้านแรงดึง สูงสุด ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความยืดเมื่อขาดเมื่อ ความยาวพิกัดเป็น $5.65 \sqrt{A}$ ต่ำสุด (ร้อยละ)	การดัดโค้งเย็น
235	382	21	ไม่มีรอยร้าว

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เข็มพืดเหล็ก**

1. ลักษณะทั่วไป

เข็มพืดเหล็กต้องทำขึ้นจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผลิตโดยการรีดร้อน ต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง ไม่มีรอยปรี แตก ร้าว และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1390 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เข็มพืดเหล็กต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เข็มพืดเหล็กแบ่งตามความต้านทานแรงดึงที่จุดคราก ออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ ได้แก่ ชั้นคุณภาพ SY 295 และชั้นคุณภาพ SY 390

2.2 คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงดึงสูงสุด ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความยืดเมื่อขาด ต่ำสุด (ร้อยละ)
SY 295	490	295	17
SY 390	540	390	15

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กกล้าไร้สนิม**

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดรีดร้อน ต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง ไม่มีรอยปริแตกร้าว ต้องมีคุณภาพตาม JIS G4304 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กกล้าไร้สนิมต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้งานมีหลายชั้นคุณภาพ ให้ใช้งานชั้นคุณภาพตามที่แบบกำหนด แต่ถ้าไม่กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้ชั้นคุณภาพ SUS 304

2.2 คุณสมบัติทางกล

ความต้านแรงดึงสูงสุด	ความเค้นพิสูจน์ ที่ความยืดร้อยละ 0.2	ความยืดเมื่อขาด ความยาวพิกัดเป็น 50 มิลลิเมตร	ความแข็งทดสอบ โดยวิธีบริเนล
ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ต่ำสุด (ร้อยละ)	ไม่เกิน
520	205	40	187

รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง

1. ลักษณะทั่วไป

ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรงคือลวดเหล็กที่ทำขึ้นโดยวิธีดึงเย็นเหล็กลวดคาร์บอนสูง ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรงต้องปราศจากรอยแตกร้าว และตำหนิอื่นอันอาจมีผลเสียต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.95 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรงต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชนิด

ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดไม่คลายความเค้น และชนิดคลายความเค้น

2.2 แบบ

ลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบเกลี้ยง แบบมีรอยย่น แบบมีบั้ง และแบบมีหยัก

2.3 ประเภท

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทความผ่อนคลายธรรมดา และประเภทความผ่อนคลายต่ำ

2.4 เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตร และคุณสมบัติทางกลของลวดเหล็กกล้าชนิดไม่คลายความเค้น

เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ระบุ (มิลลิเมตร)	ความทน แรงดึง ระบุ (นิวตันต่อ ตาราง มิลลิเมตร)	พื้นที่หน้า ตัดระบุ (ตาราง มิลลิเมตร)	มวลต่อเมตร		ความต้าน แรงดึง สูงสุด ต่ำสุด (กิโล นิวตัน)	แรงดึง พิสูจน์ที่ ความยืด ร้อยละ 0.1 (กิโล นิวตัน)	รัศมีการ ตัดโค้ง (มิลลิเมตร)
			ค่าระบุ (กรัม)	เกณฑ์ กำหนด (กรัม)			
2.5	1 960	4.91	38.5	±1.25	9.62	7.7	7.5
2.5	1 860	4.91	38.5	±1.25	9.13	7.3	7.5
3	1 860	7.07	55.5	±1.5	13.1	10.5	7.5
3	1 770	7.07	55.5	±1.5	12.5	10.0	7.5
4	1 770	12.6	98.9	±2.0	22.3	17.8	10
4	1 670	12.6	98.9	±2.0	21.0	16.8	10
5	1 770	19.6	154	±3.1	34.7	27.8	15
5	1 670	19.6	154	±3.1	32.7	26.2	15
6	1 770	28.3	222	±3.7	50.1	40.1	15
6	1 670	28.3	222	±3.7	47.3	37.8	15
7	1 670	38.5	302	±4.3	64.3	51.4	20
7	1 570	38.5	302	±4.3	60.4	48.3	20
8	1 570	50.3	395	±5.9	79.0	53.2	20
8	1 470	50.3	395	±5.9	73.9	59.1	20

2.5 เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตร และคุณสมบัติทางกลของลวดเหล็กกล้า
ชนิดคลายความเค้น

เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ระบุ (มิลลิเมตร)	ความทน แรงดึง ระบุ (นิวตันต่อ ตาราง มิลลิเมตร)	พื้นที่หน้า ตัดระบุ (ตาราง มิลลิเมตร)	มวลต่อเมตร		ความต้าน แรงดึง สูงสุด ต่ำสุด (กิโล นิวตัน)	แรงดึง พิสูจน์ที่ ความยืด ร้อยละ 0.1 (กิโล นิวตัน)	รัศมีการ ตัดโค้ง (มิลลิเมตร)
			ค่าระบุ (กรัม)	เกณฑ์ กำหนด (กรัม)			
4	1 770	12.6	98.9	+2.0	18.5	19.0	10
4	1 670	12.6	98.9	+2.0	17.5	17.9	10
5	1 770	19.6	154	+3.1	28.8	29.5	15
5	1 670	19.6	154	+3.1	27.2	27.8	15
6	1 770	28.3	222	+3.7	41.6	42.6	15
6	1 670	28.3	222	+3.7	39.3	40.2	15
7	1 670	38.5	302	+4.3	53.4	54.7	20
7	1 570	38.5	302	+4.3	50.1	51.3	20
8	1 670	50.3	395	+5.9	69.7	71.4	20
8	1 570	50.3	395	+5.9	65.6	67.1	20
9	1 470	63.6	499	+7.2	74.8	76.7	25
10	1 570	78.5	617	+8.6	98.6	101	25
10	1 470	78.5	617	+8.6	92.3	94.3	25
12.2	1 570	117	918	+10.5	147	151	30
12.2	1 470	117	918	+10.5	138	141	30

รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง

1. ลักษณะทั่วไป

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเหล็กลวดคาร์บอนสูง ขนาดเดียวกันมาตีเกลียวอย่างแน่นหนาและสม่ำเสมอ ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรงต้องปราศจากรอยปริ รอยแตกร้าว และตำหนิอื่นอันอาจมีผลเสียต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.420 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรงต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชนิด

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ชนิด 2 เส้น ชนิด 3 เส้น ชนิด 7 เส้น และชนิด 19 เส้น

2.2 แบบ

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบธรรมดา (Ordinary) และแบบอัดแน่น (Compacted)

2.3 ประเภท

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทความอ่อน คลายธรรมดา และประเภทความอ่อนคลายต่ำ

2.4 ชนิด เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ และคุณสมบัติทางกลของลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง

ชนิด	เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (มิลลิเมตร)	ความทนแรงดึงระบุ (กิโลนิวตัน)	แรงดึงสูงสุด (กิโลนิวตัน)	แรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.1 (กิโลนิวตัน)	ความยืด (ร้อยละ)
2 เส้น 2x2.90	5.8	1 910	25.2	21.4	3.5
3 เส้น 3x2.40	5.2	1 770	24.0	20.4	
	5.2	1 960	26.7	22.7	
3x2.90	6.2	1 910	37.8	32.1	
3x3.50	7.5	1 770	51.2	43.5	
		1 860	54.0	45.9	
7 เส้น	9.3	1 720	88.8	72.8	
	9.5	1 860	102	83.6	
	10.8	1 720	120	98.4	
	11.1	1 860	138	113	
	12.4	1 720	160	131	
	12.7	1 860	184	151	
	15.2	1 720	239	196	
	15.2	1 860	259	212	
7 เส้น อัดแน่น	12.7	1 860	209	178	
	15.2	1 820	300	255	
	18.0	1 700	380	323	
19 เส้น	17.8	1 860	387	317	
	19.3	1 860	454	372	
	20.3	1 810	491	403	
	21.8	1 810	567	465	

หมายเหตุ ผลทดสอบแต่ละค่าต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าแรงดึงสูงสุดและแรงดึงพิสูจน์

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ**

1. ลักษณะทั่วไป

ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำคือลวดเหล็กที่สร้างขึ้นจากเหล็กลวดคาร์บอนต่ำที่นำมาลดขนาดโดยการดึงขณะเย็น ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำต้องปราศจากรอยแตกร้าวและสนิมขุม และตำหนิอื่นอันอาจมีผลเสียต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.194 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (มิลลิเมตร)
0.45 0.55	± 0.02
0.70 0.80	± 0.03
0.90 1.00 1.20 1.40 1.60	± 0.05
1.80 2.00	± 0.06
2.20 2.50 2.80 3.00	± 0.08
3.50 4.00 4.50 5.00	± 0.10
6.00	± 0.13
7.50 8.00	± 0.15

2.2 คุณสมบัติทางกล

เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความต้านแรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคัล)	การดัดโค้งเย็น
1.80 ถึง 2.20	590 ถึง 1180	ไม่มีรอยร้าว (ทดสอบเฉพาะลวดเหล็กที่มี ขนาดโตกว่า 5.00 มิลลิเมตร)
2.50 ถึง 3.00	540 ถึง 1080	
3.50 ถึง 4.50	440 ถึง 930	
5.00 ถึง 8.00	390 ถึง 830	

รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีต

1. ลักษณะทั่วไป

ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีตคือลวดเหล็กที่ทำขึ้นจากเหล็กการรีดเย็นเหล็กลวดซึ่งได้จากการรีดร้อนเหล็กแท่งที่ได้จากเตาหลอม ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีตต้องปราศจากสนิมขุม และตำหนิอื่นอันอาจมีผลเสียต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.747 หรือเทียบเท่า

2. คุณสมบัติเฉพาะ

ลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีตต้องมีคุณสมบัติเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 สัญลักษณ์ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลวดเหล็กกล้าดัดเย็นเสริมคอนกรีต

สัญลักษณ์	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (มิลลิเมตร)
CDR 2	2.0	± 0.1
CDR 2.3	2.3	
CDR 2.6	2.6	
CDR 3	3.0	
CDR 3.3	3.3	
CDR 3.6	3.6	
CDR 4	4.0	
CDR 4.3	4.3	
CDR 4.6	4.6	
CDR 5	5.0	
CDR 5.3	5.3	
CDR 5.6	5.6	
CDR 6	6.0	
CDR 6.5	6.5	
CDR 7	7.0	
CDR 7.5	7.5	
CDR 8	8.0	

2.2 คุณสมบัติทางกล

ความต้านแรงดึงสูงสุด ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความเค้นพิสูจน์ ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	การดัดโค้งเย็น
550	485	ไม่มีรอยร้าว

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

1. ลักษณะทั่วไป

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ทำขึ้นโดยนำลวดเหล็กกล้าดึงเย็นมาเชื่อมแบบความต้านทานไฟฟ้า ติดกันเป็นตะแกรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยตะแกรงต้องปราศจากสนิมขุม แต่อาจมีสนิมที่ผิวของลวดได้ สนิมที่ผิวนี้เมื่อแปรงด้วยแปรงลวดทองเหลืองแล้วจะหายไปโดยที่เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดไม่เปลี่ยนแปลง และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.737 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีตต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลวด

สัญลักษณ์ ของลวดยี่ห้อ และลวดขวาง	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ของเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
CDR 2	2.0	± 0.01
CDR 2.3	2.3	
CDR 2.6	2.6	
CDR 3	3.0	
CDR 3.3	3.3	
CDR 3.6	3.6	
CDR 4	4.0	
CDR 4.3	4.3	
CDR 4.6	4.6	
CDR 5	5.0	
CDR 5.3	5.3	
CDR 5.6	5.6	
CDR 6	6.0	
CDR 6.5	6.5	
CDR 7	7.0	
CDR 7.5	7.5	
CDR 8	8.0	

2.2 คุณสมบัติทางกล

สัญลักษณ์ ของลวดขึ้น และลวดขวาง	ความต้านแรงดึงสูงสุด ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความเค้นพิสูจน์ ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	การดัดโค้งเย็น (180 องศา)
ตั้งแต่ CDR 3 ลงมา	483	386	ไม่มีรอยร้าว
ตั้งแต่ CDR 3.3 ขึ้นไป	517	448	ไม่มีรอยร้าว

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

1. ลักษณะทั่วไป

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต ทำขึ้นโดยนำลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยดัดงอขึ้นมาเชื่อมแบบความต้านทานไฟฟ้า ดัดกันเป็นตะแกรงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยตะแกรงต้องปราศจากสนิมขุม แต่อาจมีสนิมที่ผิวของลวดได้ สนิมที่ผิวนี้เมื่อแปรงด้วยแปรงลวดทองเหลืองแล้วจะหายไปโดยที่เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดไม่เปลี่ยนแปลง และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.926 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีตต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของลวด

สัญลักษณ์ ของลวด	ขนาดระบุ		เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน มวลต่อเมตร (ร้อยละ)
	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	มวลต่อเมตร (กิโลกรัมต่อเมตร)	
CDD 3	3.0	0.055	± 6
CDD 3.5	3.5	0.076	
CDD 4	4.0	0.099	
CDD 4.5	4.5	0.125	
CDD 5	5.0	0.154	
CDD 5.5	5.5	0.186	
CDD 6	6.0	0.222	
CDD 6.5	6.5	0.260	
CDD 7	7.0	0.302	
CDD 7.5	7.5	0.347	
CDD 8	8.0	0.395	
CDD 8.5	8.5	0.446	
CDD 9	9.0	0.499	

2.2 คุณสมบัติทางกล

สัญลักษณ์ ของลวด	ความต้านแรงดึงสูงสุด ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความเค้นพิสูจน์ ที่ความยืดร้อยละ 0.5 ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	การดัดโค้งเย็น (90 องศา)
CDD 3 – CDD 9	550	485	ไม่มีรอยร้าว

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง**

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง ได้แก่เหล็กโครงสร้างกลวงชนิดมีตะเข็บเชื่อม ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่างๆ ทำจากเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) สามารถเชื่อมได้ เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง สม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.107 หรือเทียบเท่า

2. คุณสมบัติเฉพาะ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 แบบและชั้นคุณภาพ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบ่งตามรูปภาคตัดออกเป็น 3 แบบ คือ

แบบกลม แบ่งตามสมบัติทางกลออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ HS 41, HS 50 และ HS 51

แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส แบ่งตามสมบัติทางกลออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ HS 41 และ HS 50

แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบ่งตามสมบัติทางกลออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ HS 41 และ HS 50

2.2 คุณสมบัติทางกล

แบบ	ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ไม่น้อยกว่า (เมกะพาสคัล)	ความต้านแรงดึงสูงสุด ไม่น้อยกว่า (เมกะพาสคัล)	ความยืด ไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	การดัด โค้งเย็น	การกดแบน
กลม	HS 41	402	235	23	ไม่มีรอยร้าว	ไม่แตกร้าว
	HS 50	490	314	23	ไม่มีรอยร้าว	ไม่แตกร้าว
	HS 51	500	353	15	ไม่มีรอยร้าว	ไม่แตกร้าว
สี่เหลี่ยม จัตุรัส	HS 41	402	235	23	-	-
	HS 50	490	314	23	-	-
สี่เหลี่ยม ผืนผ้า	HS 41	402	235	23	-	-
	HS 50	490	314	23	-	-

หมายเหตุ 1. การดัด โค้งเย็น ทดสอบเฉพาะเหล็กกลวงแบบกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกไม่เกิน 50 มิลลิเมตร

2. การกดแบน ทดสอบเฉพาะเหล็กกลวงแบบกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเกิน 50 มิลลิเมตร

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน**

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน ได้แก่เหล็กโครงสร้างที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่างๆ ที่ทำจากเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) โดยการรีดร้อน เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อนต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง สม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1227 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณแบ่งตามส่วนประกอบทางเคมีและสมบัติทางกลออกเป็น 7 ชั้นคุณภาพ ใช้สัญลักษณ์ SM 400, SM 490, SM 520, SM 570, SS 400, SS 490 และ SS 540

2.2 คุณสมบัติทางกล

ชั้น คุณภาพ	ความต้านแรงดึง ที่จุดคราก ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)		ความต้าน แรงดึงสูงสุด (เมกะพาสคัล)	ความยืด ต่ำสุด (ร้อยละ)			การดัด โค้งเย็น
	ความหนา ไม่เกิน 16 มิลลิเมตร	ความหนา เกิน 16 มิลลิเมตร		ความหนา ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร	ความหนา 5 ถึง 16 มิลลิเมตร	ความหนา เกิน 16 มิลลิเมตร	
SM 400	245	235	400 – 510	23	18	22	—
SM 490	325	315	490 – 610	22	17	21	—
SM 520	365	355	520 – 640	19	15	19	—
SM 570	460	450	570 – 720	19	19	26	—
SS 400	245	235	400 – 510	21	17	21	ไม่มีรอยร้าว
SS 490	285	275	490 – 610	19	15	19	ไม่มีรอยร้าว
SS 540	400	390	540 ต่ำสุด	16	13	17	ไม่มีรอยร้าว

รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็น ได้แก่เหล็กโครงสร้างที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่างๆ ที่ทำจากเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) โดยการขึ้นรูปเย็น (Cold Forming) เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นต้องมีผิวเรียบเกลี้ยง สม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1228 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นมีชั้นคุณภาพเดียว ใช้สัญลักษณ์ SSC 400

2.2 คุณสมบัติทางกล

ชั้น คุณภาพ	ความต้านแรงดึง ที่จุดคราก ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)	ความต้านแรงดึง สูงสุด (เมกะพาสคัล)	ความยืด ต่ำสุด (ร้อยละ)	
			ความหนาไม่เกิน 5 มิลลิเมตร	ความหนาเกิน 5 มิลลิเมตร
SSC 400	245	400 ถึง 510	21	17

(SPECIFICATIONS)

เหล็กแผ่นสำหรับงานโครงสร้างทั่วไป

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กแผ่นสำหรับงานโครงสร้างทั่วไป ได้แก่เหล็กกล้าคาร์บอนที่รีดเป็นแผ่นขณะร้อน เหล็กแผ่นสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปต้องมีผิวเรียบสม่ำเสมอ ปราศจากตำหนิที่เป็นผลเสียต่อการใช้งาน ไม่มีสะเก็ดออกไซด์ที่ฝังตัวในเนื้อเหล็ก ต้องไม่มีการแยกชั้น และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1479 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กแผ่นสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กแผ่นสำหรับงานโครงสร้างทั่วไป แบ่งตามความต้านแรงดึงออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ ใช้สัญลักษณ์ SS 330, SS 400, SS 490 และ SS 540

2.2 คุณสมบัติทางกล

ชั้น คุณภาพ	ความต้านแรงดึงที่จุดครากต่ำสุด (เมกะพาสคัล)			ความต้านแรง ดึงสูงสุด (เมกะพาสคัล)	ความหนาของ เหล็กแผ่น (มิลลิเมตร)	ความยืด ต่ำสุด (ร้อยละ)	การดัด โค้งเย็น
	ความหนาของเหล็กแผ่น (มิลลิเมตร)						
	ไม่เกิน 16	มากกว่า 16 ถึง 40	มากกว่า 40				
SS 330	205	195	175	330 ถึง 430	ไม่เกิน 5 มากกว่า 5 ถึง 16 มากกว่า 16 ถึง 50 มากกว่า 40	26 21 26 28	ไม่มีรอยร้าว
SS 400	245	235	215	400 ถึง 510	ไม่เกิน 5 มากกว่า 5 ถึง 16 มากกว่า 16 ถึง 50 มากกว่า 40	21 17 21 23	ไม่มีรอยร้าว
SS 490	285	275	255	490 ถึง 610	ไม่เกิน 5 มากกว่า 5 ถึง 16 มากกว่า 16 ถึง 50 มากกว่า 40	19 15 19 21	ไม่มีรอยร้าว
SS 540	400	390	-	ต่ำสุด 540	ไม่เกิน 5 มากกว่า 5 ถึง 16 มากกว่า 16 ถึง 50	16 13 17	ไม่มีรอยร้าว

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กเพลาลาว**

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กเพลาลาวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเหล็กเพลาดำผ่านกระบวนการดึงเย็น (Cold Draw) ให้เป็นเส้น และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.864 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กเพลาลาวต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ประเภท

เหล็กเพลาลาว แบ่งออกเป็น 6 ประเภท แต่ละประเภทให้ใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

2.1.1 ประเภท A สัญลักษณ์ SGD A-D

2.1.2 ประเภท B สัญลักษณ์ SGDB-D

2.1.3 ประเภท 1 สัญลักษณ์ SGD 1-D

2.1.4 ประเภท 2 สัญลักษณ์ SGD 2-D

2.1.5 ประเภท 3 สัญลักษณ์ SGD 3-D

2.1.6 ประเภท 4 สัญลักษณ์ SGD 4-D

2.2 ขนาดระบุ

แบบ	ขนาดระบุ
เส้นกลม	เส้นผ่านศูนย์กลาง
	5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 22 23 24 25 26 28
	30 32 35 36 38 40 42 45 48 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
เส้นหกเหลี่ยม	ระยะระหว่างคู่ขนาน
	5.5 6 7 8 9 10 11 13 14 17 19 21 22 24 26 27 30 32 36 41 46
	50 55 60 65 70 75

2.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของขนาด

เหล็กเพลาลาวแบบเส้นกลมให้เป็นไปตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน 8, 9 หรือ 10 ส่วนเหล็กเพลาลาวแบบเส้นหกเหลี่ยมให้เป็นไปตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน 11 หรือ 12 ดังแสดงในตาราง

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เหล็กหล่อเทา**

1. ลักษณะทั่วไป

เหล็กหล่อเทาเป็นโลหะที่ประกอบด้วยธาตุหลัก 2 ชนิด คือเหล็กและคาร์บอน มีคาร์บอนอยู่ในช่วงร้อยละ 2 ถึง 4 และธาตุอื่นๆ เช่น ซิลิกอน แมงกานีส ฟอสฟอรัส และกำมะถัน โดยมีคาร์บอนอิสระในรูปของเกล็ดแกรไฟต์ (Graphite Flake) ซึ่งมีสีเทาปนดำ ชิ้นหล่อต้องมีการตกแต่งอย่างเหมาะสมปราศจากข้อบกพร่องที่เป็นผลเสียหายต่อชิ้นหล่อ และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 536 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เหล็กหล่อเทาต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เหล็กหล่อเทาที่ใช้งานมี 7 ชั้นคุณภาพ แบ่งตามความต้านแรงดึง ใช้สัญลักษณ์ GCI 100, GCI 150, GCI 200, GCI 250, GCI 300, GCI 350 และ GCI 400

2.2 คุณสมบัติทางกล

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงดึงสูงสุด ไม่น้อยกว่า (เมกะพาสคัล)
GCI 100	100
GCI 150	150
GCI 200	200
GCI 250	250
GCI 300	300
GCI 350	350
GCI 400	400

รายการรายละเอียด (SPECIFICATIONS)

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี GABIONS

1. ลักษณะทั่วไป

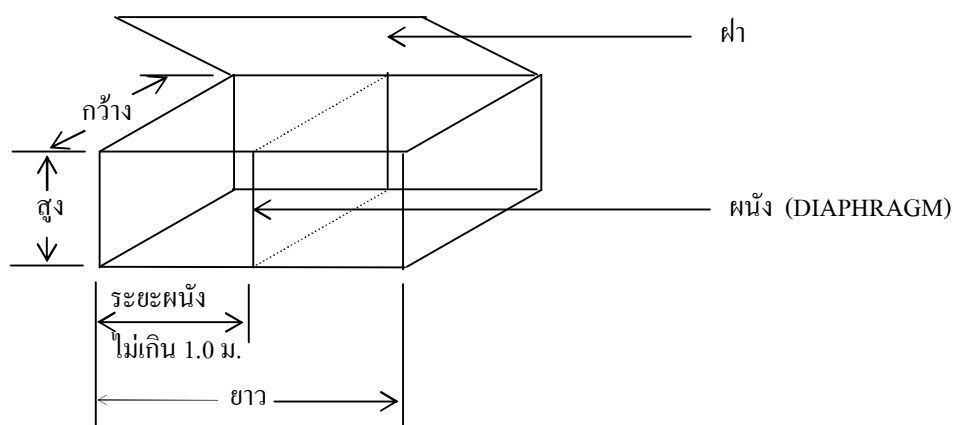
กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี GABIONS ประกอบขึ้นด้วยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีดัดเป็นรูปตาข่ายหกเหลี่ยม มีโครงลวดเหล็กยึดเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตรงกลางมีผนังลวดตาข่ายกั้นเป็นระยะตามความยาวและมีฝาปิดเปิดสำหรับบรรจุหินได้โดยสะดวก กล่องลวดตาข่ายต้องเป็นของใหม่ มีขนาดตามที่แบบกำหนด โดยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องปราศจากตำหนิ รอยแตกร้าว ข้อเสียบางอย่าง และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.71 โดยการขึ้นรูปลวดตาข่ายเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.208

2. คุณลักษณะเฉพาะ

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี GABIONS ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

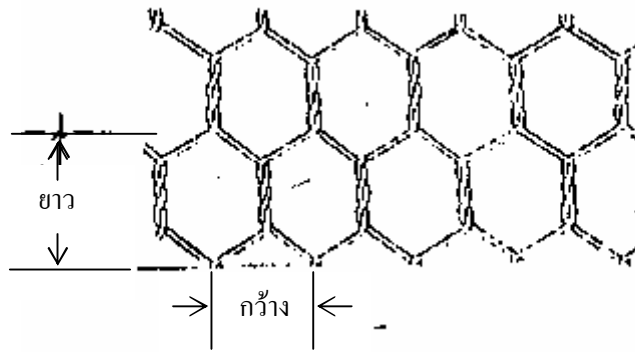
2.1 ขนาดกล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี GABIONS

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี GABIONS ต้องมีขนาดมาตรฐาน รูปร่าง ขนาดกล่องตามที่แบบกำหนด โดยขนาดความกว้าง และขนาดความยาวของกล่องมีมิติเป็นเมตร ขนาดของตาข่ายมีมิติเป็นเซนติเมตร มีความสูงของกล่องไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร และแต่ละกล่องต้องประกอบด้วยผนังลวดตาข่ายกั้นทุกระยะไม่เกิน 1 เมตร ตลอดความยาวของกล่อง ดังรูป



2.2 ขนาดของรูปตาข่าย

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องดัดให้เป็นรูปหกเหลี่ยมมีขนาดตาข่าย 8x10 เซนติเมตร หรือ 10x13 เซนติเมตร ตามที่กำหนดในแบบ ขึ้นอยู่กับขนาดของหินที่ใช้บรรจุ (ความคลาดเคลื่อน ± 1 เซนติเมตร) โดยบิดลวดเหล็กเคลือบสังกะสีให้เป็นเกลียว จำนวน 3 เกลียว ดังรูป



2.3 คุณสมบัติทางกล

ส่วนของเส้นลวด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ค่าความคลาดเคลื่อน ของขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ความต้านแรงดึง ของเส้นลวด (กิโลกรัมแรงต่อตารางมิลลิเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	3.50	± 0.10	30 – 55
ลวดถักตาข่าย	2.70	± 0.08	30 – 55
ลวดพันกล่อง	2.20	± 0.08	30 – 55

2.4 คุณสมบัติทางเคมี

ส่วนของเส้นลวด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบ ไม่น้อยกว่า (กรัมต่อตารางเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	3.50	275
ลวดถักตาข่าย	2.70	260
ลวดพันกล่อง	2.20	240

รายการรายละเอียด (SPECIFICATIONS)

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี MATTRESS

1. ลักษณะทั่วไป

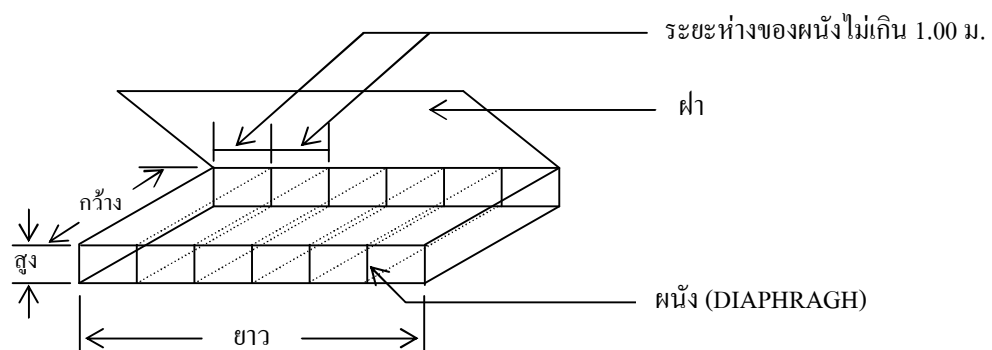
กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี MATTRESS ประกอบขึ้นด้วยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีดัดเป็นรูปตาข่ายหกเหลี่ยม มีโครงลวดเหล็กยึดเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตรงกลางมีผนังลวดตาข่ายกั้นเป็นระยะตามความยาวและมีฝาปิดเปิดสำหรับบรรจุหินได้โดยสะดวก กล่องลวดตาข่ายต้องเป็นของใหม่ มีขนาดตามที่แบบกำหนด โดยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องปราศจากตำหนิ รอยแตกร้าว ข้อเสียบ่อยอื่นๆ และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.71 โดยการขึ้นรูปลวดตาข่ายเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.208

2. คุณลักษณะเฉพาะ

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี MATTRESS ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

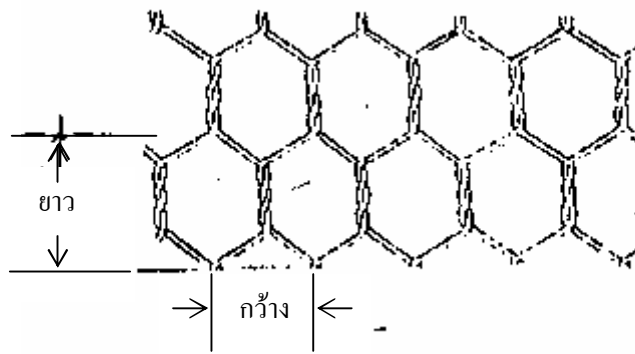
2.1 ขนาดกล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี MATTRESS

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี MATTRESS ต้องมีขนาดมาตรฐาน รูปร่าง ขนาดกล่องตามที่แบบกำหนด โดยขนาดความกว้าง และขนาดความยาวของกล่องมีมิติเป็นเมตร ขนาดของตาข่ายมีมิติเป็นเซนติเมตร มีความสูงของกล่องไม่เกิน 0.30 เมตร และแต่ละกล่องต้องประกอบด้วยผนังลวดตาข่าย (DIAPHRAGM) กั้นทุกระยะไม่เกิน 1 เมตร ตลอดความยาวของกล่อง ดังรูป



2.2 ขนาดของรูปตาข่าย

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องดัดให้เป็นรูปหกเหลี่ยมมีขนาดตาข่าย 6x8 เซนติเมตร (ความคลาดเคลื่อน ± 1 เซนติเมตร) โดยบิดลวดเหล็กเคลือบสังกะสีให้เป็นเกลียว จำนวน 3 เกลียว ดังรูป



2.3 คุณสมบัติทางกล

ส่วนของเส้นลวด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ค่าความคลาดเคลื่อน ของขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ความต้านแรงดึง ของเส้นลวด (กิโลกรัมแรงต่อตารางมิลลิเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	2.70	± 0.08	30 – 55
ลวดถักตาข่าย	2.20	± 0.08	30 – 55
ลวดพื้นกล่อง	2.20	± 0.08	30 – 55

2.4 คุณสมบัติทางเคมี

ส่วนของเส้นลวด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบ ไม่น้อยกว่า (กรัมต่อตารางเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	2.70	260
ลวดถักตาข่าย	2.20	240
ลวดพื้นกล่อง	2.20	240

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. GABIONS

1. ลักษณะทั่วไป

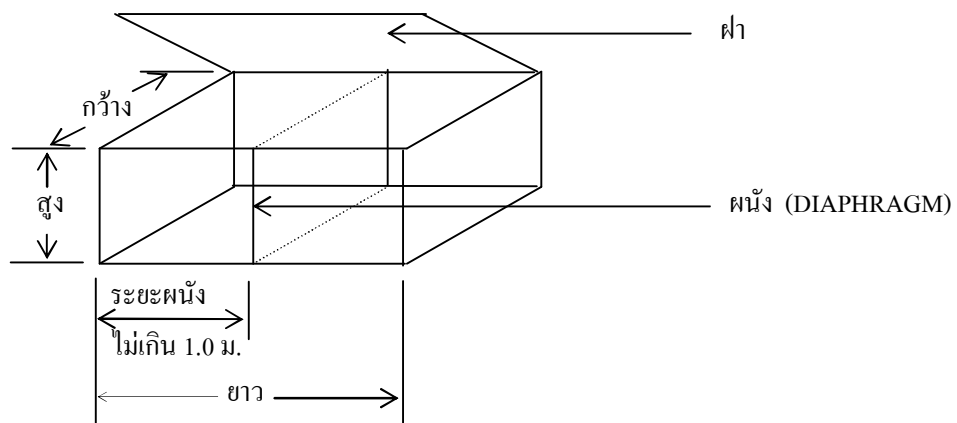
กล่องลวดตาข่ายกระชุนประกอบขึ้นด้วยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้มด้วย พี.วี.ซี. (POLY VINYL CHLORIDE) ประกอบขึ้นด้วยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีดัดเป็นรูปตาข่ายหกเหลี่ยม มีโครงลวดเหล็กยึดเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตรงกลางมีผนังลวดตาข่ายกั้นเป็นระยะตามความยาวและมีฝาปิดเปิดสำหรับบรรจุหินได้โดยสะดวก กล่องลวดตาข่ายต้องเป็นของใหม่มีขนาดตามที่แบบกำหนด โดยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องปราศจากตำหนิ รอยแตกร้าว ข้อเสียหายอื่นๆ และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.71 โดยการขึ้นรูปลวดตาข่ายเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.208

2. คุณสมบัติเฉพาะ

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. GABIONS ต้องมีคุณสมบัติเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

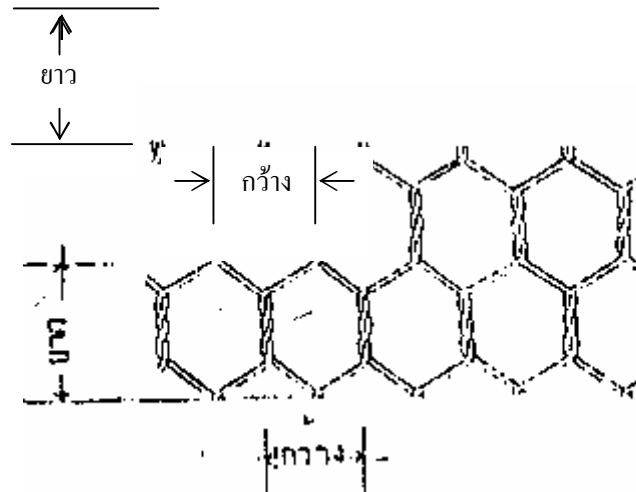
2.1 ขนาดกล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. GABIONS

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. GABIONS ต้องมีขนาดมาตรฐาน รูปร่าง ขนาดกล่องตามที่แบบกำหนด โดยขนาดความกว้าง และขนาดความยาวของกล่องมีมิติเป็นเมตร ขนาดของตาข่ายมีมิติเป็นเซนติเมตร มีความสูงของกล่องไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร และแต่ละกล่องต้องประกอบด้วยผนังลวดตาข่ายกั้นทุกระยะไม่เกิน 1 เมตร ตลอดความยาวของกล่อง ดังรูป



2.2 ขนาดของรูปตาข่าย

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องทำให้เป็นรูปหกเหลี่ยมมีขนาดตาข่าย 8x10 เซนติเมตร หรือ 10x12 เซนติเมตร ตามที่กำหนดในแบบ ขึ้นอยู่กับขนาดของหินที่ใช้บรรจุ (ความคลาดเคลื่อน ± 1 เซนติเมตร) โดยบิดลวดเหล็กเคลือบสังกะสีให้เป็นเกลียว จำนวน 3 เกลียว ดังรูป



2.3 คุณสมบัติทางกล

ส่วนของเส้นลวด	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ค่าความคลาดเคลื่อน ของเส้นผ่านศูนย์กลาง ของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ความต้านแรงดึง ของเส้นลวด (กิโลกรัมแรงต่อตารางมิลลิเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	3.00	± 0.08	30 – 55
ลวดถักตาข่าย	2.70	± 0.08	30 – 55
ลวดพื้นกล่อง	2.20	± 0.08	30 – 55

2.4 คุณสมบัติทางเคมี

ส่วนของเส้นลวด	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบ ไม่น้อยกว่า (กรัมต่อตารางเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	3.00	275
ลวดถักทำตาข่าย	2.70	260
ลวดพื้นกล่อง	2.20	240

2.5 ความหนาของ พี.วี.ซี ที่หุ้ม

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องนำมาหุ้มด้วย พี.วี.ซี. ตามกรรมวิธีของผู้ผลิต เมื่อหุ้มด้วย พี.วี.ซี. แล้วความหนาของ พี.วี.ซี. ต้องมีความหนาเฉลี่ยระหว่าง 0.45 – 0.55 มิลลิเมตร และแต่ละค่าต้องไม่น้อยกว่า 0.40 มิลลิเมตร

2.6 คุณสมบัติการหุ้มของ พี.วี.ซี.

คุณสมบัติการหุ้มของ พี.วี.ซี. ที่ใช้ทำกล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ต้องไม่มีรอยปริแตกร้าวและต้องมีความทนทานต่อการกัดกร่อนและทนทานต่ออุณหภูมิ ดังต่อไปนี้

2.6.1 การทดสอบรอยปริแตกร้าวของ พี.วี.ซี. โดยการแช่ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ส่วนที่เป็นเกลียว (ปลายที่ถูกตัดไม่ต้องหุ้ม) ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันในอุณหภูมิปกติจะต้องไม่เกิดก๊าซไฮโดรเจนบนผิวของลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี. เมื่อนำไปทดสอบตามข้อ 2.7.1

2.6.2 ความทนทานต่อการกัดกร่อนที่ปลายลวด โดยการจุ่มลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี. ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 100 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันที่อุณหภูมิปกติ การกัดกร่อนที่กัดลึกเข้าไปจากปลายลวด เหล็กหลังจากตัดปลายลวดเหล็ก ออกตรวจสอบจะต้องไม่เกิน 30 มิลลิเมตร เมื่อนำไปทดสอบตามข้อ 2.7.2 (สำหรับผลการทดสอบให้ใช้ค่าเฉลี่ย)

2.6.3 ความทนทานต่ออุณหภูมิ โดยการวางลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 ชั่วโมง ต่อเนื่องกัน คุณสมบัติของ พี.วี.ซี. จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อนำไปทดสอบตามข้อ 2.7.3

2.7 วิธีการทดสอบลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี.

2.7.1 การทดสอบรอยปริแตกร้าวของ พี.วี.ซี. มีวิธีดังนี้

2.7.1.1 นำลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่างส่วนที่เป็นเกลียว จำนวน 3 ชิ้น ทดสอบ

2.7.1.2 แช่ชิ้นทดสอบในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนักเป็น เวลา 48 ชั่วโมง โดยให้ปลายลวดโผล่พ้นสารละลาย

2.7.1.3 สังเกตดูว่าเกิดก๊าซไฮโดรเจนบนผิวของลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ที่ตัวอย่างหรือไม่

2.7.2 ความทนทานต่อการกัดกร่อนที่ปลายลวด มีวิธีดังนี้

2.7.2.1 นำลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่าง จำนวน 3 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น ยาวประมาณ 80 มิลลิเมตร

2.7.2.2 แช่ชิ้นทดสอบลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ลึกประมาณ 30 มิลลิเมตร (สารละลายปริมาตร 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ 1 000 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 100 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

2.7.2.3 เมื่อครบเวลาที่กำหนด ให้นำชิ้นทดสอบล้างด้วยน้ำ เช็ดให้แห้ง

2.7.2.4 วัดความยาวจากปลายลวดทั้งสองข้าง ที่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกซึมเข้าไป เป็นมิลลิเมตร แล้วนำมาเฉลี่ย (โดยวัดจากปลาย พี.วี.ซี. ถึงสังกะสีที่หุ้มลวด)

2.7.3 ความทนทานต่ออุณหภูมิ มีวิธีดังนี้

2.7.3.1 นำลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่าง จำนวน 3 ชิ้นทดสอบ

2.7.3.2 นำชิ้นทดสอบใส่ในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 ชั่วโมง

2.7.3.3 เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำลวดเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่าง มาทำให้เย็นที่ อุณหภูมิห้องและตรวจดูว่าผิว พี.วี.ซี. ที่หุ้มมีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง

รายการรายละเอียด

(SPECIFICATIONS)

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. MATTRESS

1. ลักษณะทั่วไป

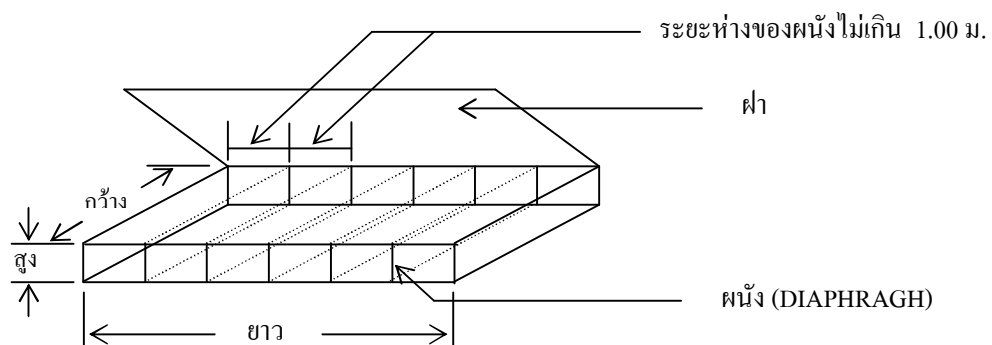
กล่องลวดตาข่ายกระชุนประกอบขึ้นด้วยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้มด้วย พี.วี.ซี. (POLY VINYL CHLORIDE) ประกอบขึ้นด้วยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีดัดเป็นรูปตาข่ายหกเหลี่ยม มีโครงลวดเหล็กยึดเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตรงกลางมีผนังลวดตาข่ายกั้นเป็นระยะตามความยาวและมีฝาปิดเปิดสำหรับบรรจุหินได้โดยสะดวก กล่องลวดตาข่ายต้องเป็นของใหม่มีขนาดตามที่แบบกำหนด โดยลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องปราศจากตำหนิ รอยแตกร้าว ข้อเสียหายอื่นๆ และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.71 โดยการขึ้นรูปลวดตาข่ายเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.208

2. คุณสมบัติเฉพาะ

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. MATTRESS ต้องมีคุณสมบัติเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

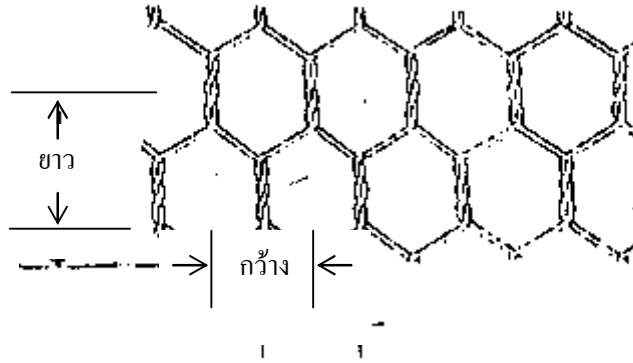
2.1 ขนาดกล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. MATTRESS

กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. MATTRESS ต้องมีขนาดมาตรฐาน รูปร่างขนาดกล่องตามที่แบบกำหนด โดยขนาดความกว้าง และขนาดความยาวของกล่องมีมิติเป็นเมตร ขนาดของตาข่ายมีมิติเป็นเซนติเมตร มีความสูงของกล่องไม่เกิน 0.30 เมตร และแต่ละกล่องต้องประกอบด้วยผนังลวดตาข่าย (DIAPHRAGM) กั้นทุกระยะไม่เกิน 1 เมตร ตลอดความยาวของกล่อง ดังรูป



2.2 ขนาดของรูปตาข่าย

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องทำให้เป็นรูปหกเหลี่ยมมีขนาดตาข่าย 6x8 เซนติเมตร (ความคลาดเคลื่อน ± 1 เซนติเมตร) โดยบิดลวดเหล็กเคลือบสังกะสีให้เป็นเกลียว จำนวน 3 เกลียว ดังรูป



2.3 คุณสมบัติทางกล

ส่วนของเส้นลวด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	ความต้านแรงดึงของเส้นลวด (กิโลกรัมแรงต่อตารางมิลลิเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	2.50	± 0.08	30 – 55
ลวดถักตาข่าย	2.00	± 0.08	30 – 55
ลวดพื้นกล่อง	2.00	± 0.08	30 – 55

2.4 คุณสมบัติทางเคมี

ส่วนของเส้นลวด	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางของเส้นลวด (มิลลิเมตร)	น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบไม่น้อยกว่า (กรัมต่อตารางเมตร)
ลวดโครงขอบกล่อง	2.50	260
ลวดถักตาข่าย	2.00	240
ลวดพื้นกล่อง	2.00	240

2.5 ความหนาของ พี.วี.ซี ที่หุ้ม

ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีต้องนำมาหุ้มด้วย พี.วี.ซี. ตามกรรมวิธีของผู้ผลิต เมื่อหุ้มด้วย พี.วี.ซี. แล้วความหนาของ พี.วี.ซี. ต้องมีความหนาเฉลี่ยระหว่าง 0.45 – 0.55 มิลลิเมตร และแต่ละค่าต้องไม่น้อยกว่า 0.40 มิลลิเมตร

2.6 คุณสมบัติการหุ้มของ พี.วี.ซี.

คุณสมบัติการหุ้มของ พี.วี.ซี. ที่ใช้ทำกล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ต้องไม่มีรอยปริแตกร้าวและต้องมีความทนทานต่อการกัดกร่อนและทนทานต่ออุณหภูมิ ดังต่อไปนี้

2.6.1 การทดสอบรอยปริแตกร้าว ของ พี.วี.ซี. โดยการแช่ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ส่วนที่เป็นเกลียว (ปลายที่ถูกตัดไม่ต้องหุ้ม) ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันในอุณหภูมิปกติจะต้องไม่เกิดก๊าซไฮโดรเจนบนผิวของลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี. เมื่อนำไปทดสอบตามข้อ 2.7.1

2.6.2 ความทนทานต่อการกัดกร่อนที่ปลายลวด โดยการจุ่มลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี. ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 100 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันที่อุณหภูมิปกติ การกัดกร่อนที่กัดลึกเข้าไปจากปลายลวด เหล็กหลังจากตัดปลายลวดเหล็ก ออกตรวจสอบจะต้องไม่เกิน 30 มิลลิเมตร เมื่อนำไปทดสอบตามข้อ 2.7.2 (สำหรับผลการทดสอบให้ใช้ค่าเฉลี่ย)

2.6.3 ความทนทานต่ออุณหภูมิ โดยการวางลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 ชั่วโมง ต่อเนื่องกัน คุณสมบัติของ พี.วี.ซี. จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อนำไปทดสอบตามข้อ 2.7.3

2.7 วิธีการทดสอบลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี.

2.7.1 การทดสอบรอยปริแตกร้าวของ พี.วี.ซี. มีวิธีดังนี้

2.7.1.1 นำลวดเหล็กเคลือบสังกะสี หุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่างส่วนที่เป็นเกลียว จำนวน 3 ชิ้น ทดสอบ

2.7.1.2 แช่ชิ้นทดสอบในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนักเป็น เวลา 48 ชั่วโมง โดยให้ปลายลวดโผล่พ้นสารละลาย

2.7.1.3 สังเกตดูว่าเกิดก๊าซไฮโดรเจนบนผิวของลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ที่ตัวอย่างหรือไม่

2.7.2 ความทนทานต่อการกัดกร่อนที่ปลายลวด มีวิธีดังนี้

2.7.2.1 นำลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่าง จำนวน 3 ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น ยาวประมาณ 80 มิลลิเมตร

2.7.2.2 แช่ชิ้นทดสอบลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ลึกประมาณ 30 มิลลิเมตร (สารละลายปริมาตร 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ 1 000 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 100 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

2.7.2.3 เมื่อครบเวลาที่กำหนด ให้นำชิ้นทดสอบล้างด้วยน้ำ เช็ดให้แห้ง

2.7.2.4 วัดความยาวจากปลายลวดทั้งสองข้าง ที่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกซึมเข้าไป เป็นมิลลิเมตร แล้วนำมาเฉลี่ย (โดยวัดจากปลาย พี.วี.ซี. ถึงสังกะสีที่หุ้มลวด)

2.7.3 ความทนทานต่ออุณหภูมิ มีวิธีดังนี้

2.7.3.1 นำลวดเหล็กเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่าง จำนวน 3 ชิ้นทดสอบ

2.7.3.2 นำชิ้นทดสอบใส่ในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 ชั่วโมง

2.7.3.3 เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำลวดเคลือบสังกะสีหุ้ม พี.วี.ซี. ตัวอย่าง มาทำให้เย็นที่ อุณหภูมิห้องและตรวจดูว่าผิว พี.วี.ซี. ที่หุ้มมีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
สารเคมีบ่มคอนกรีต**

1. ลักษณะทั่วไป

สารเคมีบ่มคอนกรีตจะต้องเป็นประเภท White Pigment และประกอบด้วยสารที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย และไม่ไวไฟ สารเคมีบ่มคอนกรีตจะต้องมีความเหลวพอเหมาะที่จะสามารถพ่นได้สะดวก และสม่ำเสมอบนผิวคอนกรีต ที่อุณหภูมิเกิน 4 องศาเซลเซียส โดยใช้หัวฉีดชนิด Atomizing Nozzles และเมื่อพ่นกับผิวคอนกรีตชั้นที่ตักจากกับพื้นราบโดยใช้อัตราที่กำหนด สารเคมีบ่มคอนกรีตจะต้องไม่ไหลหรือย้อย และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.841 หรือเทียบเท่า

2. คุณสมบัติเฉพาะ

สารเคมีบ่มคอนกรีตต้องมีคุณสมบัติเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

คุณสมบัติเฉพาะ	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
2.1 จำนวนน้ำที่หายไปภายในเวลา 3 วัน ตามอัตราพ่นที่กำหนดให้ – กรัม / ตร.ชม.	ไม่เกิน 0.070	ASTM C156 (เมื่อไม่กำหนดเป็นอย่างอื่นอัตราพ่นที่กำหนดให้ 200 ลบ.ชม. / ตร.ม.)

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์**

1. ลักษณะทั่วไป

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่ใหม่ ไม่เสื่อมคุณภาพ ไม่เปียกชื้น และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 เกณฑ์คุณภาพของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีข้อกำหนดดังนี้

ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาสำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา

ประเภทที่ 2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตที่เกิดความร้อน และทนซัลเฟตได้ปานกลาง

ประเภทที่ 3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดแรงสูงเร็ว

ประเภทที่ 4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ

ประเภทที่ 5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภททนซัลเฟตได้สูง

2.2 เกณฑ์กำหนดคุณสมบัติทางกายภาพ

	ประเภท ที่ 1	ประเภท ที่ 2	ประเภท ที่ 3	ประเภท ที่ 4	ประเภท ที่ 5
2.2.1 ความละเอียด พื้นที่ผิวจำเพาะโดยวิธีของเบลน ไม่น้อยกว่า – ตร.ซม. / กรัม	2 800	2 800	-	2 800	2 800
2.2.2 ระยะเวลาการก่อตัว 2.2.2.1 ทดสอบแบบกิลโมร์ การก่อตัวระยะต้น ไม่น้อยกว่า – นาที	60	60	60	60	60
การก่อตัวระยะปลาย ไม่เกิน – ชั่วโมง	10	10	10	10	10

	ประเภท ที่ 1	ประเภท ที่ 2	ประเภท ที่ 3	ประเภท ที่ 4	ประเภท ที่ 5
2.2.2.2 ทดสอบแบบไวแคต การก่อตัวระยะต้น ไม่น้อยกว่า – นาที	45	45	45	45	45
2.2.3 กำลังรับแรงอัดของมอร์ต้าร์					
อายุ 1 วัน ไม่น้อยกว่า – กก. / ตร.ชม.	-	-	120	-	-
อายุ 3 วัน ไม่น้อยกว่า – กก. / ตร.ชม.	120	100	240	-	80
อายุ 7 วัน ไม่น้อยกว่า – กก. / ตร.ชม.	190	170	-	70	150
อายุ 28 วัน ไม่น้อยกว่า – กก. / ตร.ชม.	-	-	-	170	210

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต**

1. ลักษณะทั่วไป

สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต ได้แก่ สารเคมีที่ใช้เติมลงในส่วนผสมคอนกรีตก่อนผสมหรือขณะผสมเพื่อต้องการให้คอนกรีตมีคุณสมบัติตามที่กำหนด และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.733 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ประเภท และชนิด

2.1.1 สารเคมีผสมเพิ่มแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

ประเภท A สารลดน้ำ

ประเภท B สารหน่วงการก่อตัว

ประเภท C สารเร่งการก่อตัว

ประเภท D สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว

ประเภท E สารลดน้ำและเร่งการก่อตัว

ประเภท F สารลดน้ำพิเศษ

ประเภท G สารลดน้ำพิเศษและหน่วงการก่อตัว

2.1.2 สารเคมีผสมเพิ่มแต่ละประเภทแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.1.2.1 ชนิดเหลว

2.1.2.2 ชนิดผง

2.2 เกณฑ์กำหนดคุณลักษณะใช้งาน

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด						
	ประเภท A	ประเภท B	ประเภท C	ประเภท D	ประเภท E	ประเภท F	ประเภท G
2.2.1 น้ำ ร้อยละของปริมาณที่ ผสมคอนกรีตควบคุม – ไม่เกิน	95	-	-	95	95	88	88
2.2.2 ระยะเวลาการก่อตัว เทียบกับคอนกรีตควบคุม – ชั่วโมง : นาที การก่อตัวระยะต้น อย่างน้อย แต่ไม่เกิน การก่อตัวระยะปลาย อย่างน้อย แต่ไม่เกิน	- เร็วขึ้น 1:00 หรือ ช้าลง 1:30 - เร็วขึ้น 1:00 หรือ ช้าลง 1:30	ช้าลง 1:00 ช้าลง 3:30 - ช้าลง 3:30	เร็วขึ้น 1:00 เร็วขึ้น 3:30 เร็วขึ้น 1:00 -	ช้าลง 1:00 ช้าลง 3:30 - ช้าลง 3:30	เร็วขึ้น 1:00 เร็วขึ้น 3:30 เร็วขึ้น 1:00 เร็วขึ้น 1:00	- เร็วขึ้น 1:00 หรือ ช้าลง 1:30 - เร็วขึ้น 1:00 หรือ ช้าลง 1:30	ช้าลง 1:00 ช้าลง 3:30 - ช้าลง 3:30
2.2.3 กำลังรับแรงอัด ร้อยละของคอนกรีต ควบคุม – ไม่น้อยกว่า เมื่ออายุ 1 วัน 3 วัน 7 วัน 28 วัน	- 110 110 110	- 90 90 90	- 125 100 100	- 110 110 110	- 125 110 110	140 125 115 110	125 125 115 110

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
คอนกรีตผสมเสร็จ**

1. ลักษณะทั่วไป

คอนกรีตผสมเสร็จ ได้แก่ คอนกรีตที่ใช้เครื่องผสมคอนกรีตที่ติดตั้งอยู่ที่โรงงาน และขนส่งโดยรถโมผสมคอนกรีต (Mixer Truck) หรือรถกวน (Agitator Truck) ไปยังจุดที่จะทำการเทคอนกรีต หรือการผสมคอนกรีตโดยใช้รถโมผสมคอนกรีต (Mixer Truck) โดยซึ่งตัวถังวัดลูกบาศก์ลงในรถโมผสมคอนกรีตจากโรงงานโดยตรง และทำการผสมคอนกรีตในรถโมผสมคอนกรีตดังกล่าวจนได้เนื้อคอนกรีตที่สม่ำเสมอ และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.213 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เมื่อไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น กำหนดให้คอนกรีตผสมเสร็จต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 หน่วยที่ใช้ในการซื้อขายคอนกรีต คือ ปริมาตรเป็นลูกบาศก์เมตร ค่าการยุบตัวเป็นเซนติเมตร กำลังอัดเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ทดสอบด้วยตัวอย่างทรงกระบอกมาตรฐาน Ø 15x30 เซนติเมตร)

2.2 ให้ผู้ผลิตเป็นผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคอนกรีต เช่น ปูนซีเมนต์ หินทราย น้ำ และสารผสมเพิ่มอื่นๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน โดยผู้ควบคุมงานของกรมชลประทานสามารถร้องขอให้ผู้ผลิตจัดส่งวัตถุดิบในการผลิตคอนกรีตเพื่อทำการตรวจสอบได้หากเกิดข้อสงสัยขึ้น

2.3 การกำหนดส่วนผสม ให้กรมชลประทานสามารถกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตให้ผู้ผลิตดำเนินการผลิตตามที่กำหนด หรือผู้ผลิตรับผิดชอบในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้คุณลักษณะของคอนกรีตตามที่กรมชลประทานต้องการ

2.4 ผู้ผลิตต้องควบคุมค่าการยุบตัว (Slump) ของคอนกรีตให้อยู่ในช่วงที่กรมชลประทานระบุโดยเคร่งครัด ห้ามเติมน้ำเพียงอย่างเดียวลงในส่วนผสมคอนกรีตที่หน้างานเพื่อเพิ่มค่าการยุบตัวโดยเด็ดขาด ซึ่งการทดสอบค่าการยุบตัวควรทำเมื่อมีการเก็บแท่งตัวอย่าง และทำการสุ่มทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าคอนกรีตมีคุณสมบัติสม่ำเสมอ ทั้งนี้ขึ้นกับการพิจารณาของผู้ควบคุมงานของกรมชลประทาน

2.5 การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ให้เก็บแท่งตัวอย่างทรงลูกบาศก์มาตรฐาน ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร อย่างน้อย 1 ชุด (6 แท่ง) ทุกๆ ครั้งของการเทคอนกรีต และถ้ามีการเทคอนกรีตปริมาณ

มากกว่า 50 ลูกบาศก์เมตร ควรเก็บแท่งตัวอย่าง 1 ชุด ทุกๆ การเทคอนกรีต 50 ลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ควบคุมงานของกรมชลประทาน โดยค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบกำลังอัดที่อายุ 28 วัน (3 แท่ง) ต้องไม่ต่ำกว่ากำลังอัดตามที่แบบกำหนด โดยยอมให้ค่ากำลังอัดที่ทดสอบได้ของคอนกรีต จำนวน 1 แท่ง ต่ำกว่าข้อกำหนดได้แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของค่ากำลังอัดที่แบบกำหนด ในกรณีที่ ผลการทดสอบกำลังอัดไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างสามารถร้องขอต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างให้ ทำการทดสอบกำลังของคอนกรีตที่โครงสร้าง เช่น คอนกรีตเจาะ (Core Test) ตาม ASTM C42 หรือโดย การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกทุก ตาม ACI 318 (Strength Evaluation of Existing Structure) โดยผู้รับ จ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด ซึ่งการทดสอบทุกวิธีให้ทดสอบโดยหน่วยงานของ กรมชลประทาน

2.6 การจัดส่งคอนกรีตต้องมีข้อมูลรายละเอียดในเอกสารจัดส่งคอนกรีตไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้

- (1) ชื่อโรงงานที่ผลิต หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว
- (2) ลำดับที่ของใบส่งของ
- (3) เลขที่รถ
- (4) ชื่อผู้ซื้อ
- (5) ชื่อและสถานที่งาน
- (6) ประเภท และชั้นคุณภาพของคอนกรีต
- (7) ปริมาณคอนกรีต
- (8) เวลาที่เริ่มผสมและระยะเวลาที่ถ่ายคอนกรีตหมด
- (9) ค่าการยุบตัว
- (10) ขนาดโตสุดของมวลรวม
- (11) ชนิดและปริมาณสารผสมเพิ่ม

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
แผ่นใยสังเคราะห์**

1. ลักษณะทั่วไป

แผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE) ทำขึ้นจากเส้นใยที่ทำจากสาร โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) โพลีเอทิลีน (Polyethylene) และ โพลีเอสเตอร์ (Polyester) อย่างใดอย่างหนึ่ง ผ่านกระบวนการทำให้เป็น ผืน อาจมีการเสริมเส้นใยด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติในการเสริมกำลังให้แก่แผ่นใยสังเคราะห์ได้ ซึ่งการเลือกใช้งานให้เป็นไปตามที่แบบกำหนด

2. คุณลักษณะเฉพาะ

แผ่นใยสังเคราะห์ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ประเภท และชนิด

2.1.1 แผ่นใยสังเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

ประเภทไม่ทอ (Nonwoven Geotextile)

ประเภทถักทอ (Woven Geotextile)

2.1.2 แผ่นใยสังเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

ชนิดรีดด้วยความร้อน (Thermally Bonded)

ชนิดใช้เข็มถัก (Needle Punched)

2.2 คุณสมบัติทางกล

การทดสอบคุณสมบัติทางกลของแผ่นใยสังเคราะห์ให้ทดสอบตามรายการ และมาตรฐานที่ใช้ทดสอบ ดังแสดงไว้ในตารางข้างล่าง โดยมีจำนวนรายการทดสอบ และเกณฑ์กำหนดตามที่แบบกำหนด

รายการ	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	มาตรฐานที่ใช้ทดสอบ
MASS PER UNIT AREA	g/sq.m	ตามที่แบบกำหนด	ASTM D5261
GRAB TENSILE (200 mm)	N	ตามที่แบบกำหนด	ASTM D4632
CBR PUNCTURE RESISTANCE	N	ตามที่แบบกำหนด	BS 6906/4
TRAPEZOIDAL TEAR STRENGTH	N	ตามที่แบบกำหนด	ASTM D4533
WIDE WIDTH TENSILE STRENGTH	kN/m	ตามที่แบบกำหนด	ASTM D4595
RATE OF FLOW (100 mm Head)	l/sq.m/sec	ตามที่แบบกำหนด	ASTM D4491

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
เชือกลวดเหล็กกล้า**

1. ลักษณะทั่วไป

เชือกลวดเหล็กกล้า ได้จากการนำลวดเหล็กกล้าเส้นเดียวที่มีภาคตัดขวางเป็นรูปกลมสม่ำเสมอตลอดความยาวของเส้นลวด อาจเคลือบสังกะสีหรือไม่ก็ได้ นำมาตีเกลียว ลวดเหล็กกล้าทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีดัดเย็น มีผิวเรียบเกลี้ยง ปราศจากตำหนิ รอยปริ แตกร้าว และข้อเสียหายอื่น และต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.514 หรือเทียบเท่า

2. คุณลักษณะเฉพาะ

เชือกลวดเหล็กกล้าต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ชั้นคุณภาพ

เชือกลวดเหล็กกล้าแบ่งตามความต้านแรงดึงของลวดเหล็กกล้าออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ ชั้นคุณภาพ 1 420 ชั้นคุณภาพ 1 570 และชั้นคุณภาพ 1 770

2.2 ชนิดและแบบ

เชือกลวดเหล็กกล้าแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

เชือกลวดชนิด 6 เกลียว แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ดังตารางที่ 1

เชือกลวดชนิด 8 เกลียว แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ดังตารางที่ 2

เชือกลวดหลายชั้น แบ่งออกเป็นแบบต่างๆ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 แบบของเชือกถาดชนิด 6 เกียว

แบบ	สัญลักษณ์	แกน	ช่วงขนาดของ เชือกถาด มิลลิเมตร
6(6+1)	6x7	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	2 ถึง 36
6(18+เส้นใย)	6x18	เส้นใย	8 ถึง 32
6(18+6+1)	6x19	เส้นใย	3 ถึง 44
		เหล็กกล้า	8 ถึง 48
6(15+9+เส้นใย)	6x24	เส้นใย	8 ถึง 40
6(18+12+6+1)	6x37	เส้นใย	6 ถึง 56
6(9+9+1)	6x19S	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	8 ถึง 36
6(12+6F+6+1)	6x19F หรือ 6x25	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	8 ถึง 36
6(10+5/5+5+1)	6x20WS	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	9 ถึง 40
6(12+6/6+6+1)	6x31WS	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	11 ถึง 40
6(14+7/7+7+1)	6x36WS	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	13 ถึง 56
6(16+8/8+8+1)	6x41WS	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	16 ถึง 60

ตารางที่ 2 แบบของเชือกถาดชนิด 8 เกียว

แบบ	สัญลักษณ์	แกน	ช่วงขนาดของ เชือกถาด มิลลิเมตร
8(9+9+1)	8x19S	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	6 ถึง 36
8(18+6F+6+1)	8x19F หรือ 6x25	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	6 ถึง 36

ตารางที่ 3 เชือกถาดหลายชั้น

แบบ	สัญลักษณ์	แกน	ช่วงขนาดของ เชือกถาด มิลลิเมตร
11(6+1) + 6(6+1)	17x7	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	6 ถึง 25
12(6+1) + 6(6+1)	18x7	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	6 ถึง 28
17(6+1) + 11(6+1) + 6(6+1)	34x17	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	12 ถึง 40
18(6+1) + 12(6+1) + 6(6+1)	36x7	เส้นใย หรือเหล็กกล้า	12 ถึง 40

2.3 คุณสมบัติทางกล

ขนาด ชนิด และชั้นคุณภาพของเชือกลวดเหล็กกล้าให้เป็นตามที่แบบกำหนด โดยการทดสอบขนาด และแรงดึงขาดต่ำสุดของเชือกลวดเหล็กกล้าให้เป็นไปตามตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.514 หรือเทียบเท่า

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ดินธรรมดา**

1. ลักษณะทั่วไป

ดินธรรมดาต้องเป็นดินประเภท Organic ที่ปราศจากสิ่งอื่นปะปน เช่น ซากพืช ซากสัตว์

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ดินธรรมดาต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 จะต้องมีการ Liquid Limit (L.L.) ไม่เกินร้อยละ 50 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล. 304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน”

2.2 จะต้องมีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (0.075 มิลลิเมตร) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดผลของดินด้วยตะแกรง”

2.3 จะต้องมีความแน่นแห้งไม่น้อยกว่า 1,440 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่ได้จากการทดลองที่ สวพ.ทล.305 “การบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compaction)” ในห้องปฏิบัติการ

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ดินลูกรังธรรมชาติ**

1. ลักษณะทั่วไป

ดินลูกรังธรรมชาติจะต้องเป็นดินที่ปราศจากสิ่งอื่นปะปน เช่น ชากพืช ชากสัตว์ หรือก้อนดินเหนียว

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ดินลูกรังธรรมชาติต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตามที่กำหนดดังนี้

2.1 จะต้องมีความละเอียด (Gradation) ที่ผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ดังตารางข้างล่างนี้ที่ได้จากการทดลองตาม วิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดละเอียดของดินด้วยตะแกรง”

ขนาดตะแกรง (มม.)	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก
50 (2 ")	100
25 (1 ")	95 – 100
4.75 (เบอร์ 4)	35 – 90
2.00 (เบอร์ 10)	25 – 70
0.420 (เบอร์ 40)	15 – 45
0.075 (เบอร์ 200)	5 - 20

2.2 จะต้องมีความ Liquid Limit (L.L.) ไม่เกินร้อยละ 35 และ Plasticity Index (P.I.) อยู่ระหว่างร้อยละ 3 ถึง 10 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน”

2.3 จะต้องมีส่วนที่เป็นเม็ดหยาบ จะต้องมีความแข็งแรง ความสึกหรอที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.206 “การหาความต้านทานต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องลอสมองเจลิส” จะต้องไม่เกินร้อยละ 50

2.4 จะต้องมีส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (0.075 มม.) จะต้องไม่มากกว่า 2/3 ของส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 40 (0.420 มม.) ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดละเอียดของดินด้วยตะแกรง”

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ดินถมคันทาง**

1. ลักษณะทั่วไป

ดินถมคันทางต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากหน้าดินและวัชพืชจากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว มีความแน่นแห้งไม่น้อยกว่า 1 440 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น ส่วนที่จับตัวกันเป็นก้อนหรือยึดเกาะกันมีขนาดโตกว่า 50 มิลลิเมตร จะต้องกำจัดออกไป หรือทำให้แตกและผสมเข้าด้วยกันให้มีลักษณะสม่ำเสมอ โดยก่อสร้างเป็นชั้นเดียว หรือหลายชั้น ไปบนดินเดิมหรือคันทางเดิมที่ได้เตรียมไว้แล้ว โดยการเกลี่ยแต่งและบดทับให้ถูกต้องตามแนวระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2. คุณสมบัติเฉพาะ

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของดินถมคันทางไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำชั้นดินถมคันทางจะต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 มีค่า CBR. เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.305 “การบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

2.2 มีค่าการขยายตัว เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่เกินกว่าร้อยละ 4 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลอง ตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.305 “การบดอัดแบบมาตรฐาน (Standard Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ชั้นวัสดุคัดเลือก ข.**

1. ลักษณะทั่วไป

วัสดุคัดเลือก ข. ได้แก่วัสดุรวมรวม (Soil Aggregate) หรือทราย หรือวัสดุอื่นใดที่นายช่างผู้ควบคุมงานยอมให้ใช้ได้ ต้องเป็นวัสดุที่มีความคงทน ปราศจากก้อนดินเหนียว และวัชพืชอื่นๆ จากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว ส่วนที่จับตัวกันเป็นก้อนแข็งหรือยึดเกาะกันมีขนาดโตกว่า 50 มิลลิเมตร จะต้องกำจัดออกไปหรือทำให้แตกและผสมเข้าด้วยกันให้มีลักษณะสม่ำเสมอ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียว หรือหลายชั้น ไปบนชั้นดินคันทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้ และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ถูกต้องตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2. คุณสมบัติเฉพาะ

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของวัสดุคัดเลือก ข. ไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำชั้นวัสดุคัดเลือก ข. จะต้องมีความสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดผละของดินด้วยตะแกรง” มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 35

2.2 มีค่า CBR. เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.306 “การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

2.3 มีการขยายตัว เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองสวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้ง สูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.306 “การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ชั้นวัสดุคัดเลือก ก.**

1. ลักษณะทั่วไป

วัสดุคัดเลือก ข. ได้แก่ วัสดุรวมรวม (Soil Aggregate) ต้องเป็นวัสดุที่มีความคงทน มีส่วนหยาบผสมกับส่วนละเอียดที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุเชื้อประสานที่ดี ปราศจากก้อนดินเหนียว และวัชพืชอื่นๆ จากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว มีขนาดคล้อยกันจากใหญ่ไปหาเล็ก ส่วนที่จับตัวกันเป็นก้อนแข็งหรือยึดเกาะกันมีขนาดโตกว่า 50 มิลลิเมตร จะต้องกำจัดออกไปหรือทำให้แตกและผสมเข้าด้วยกันให้มีลักษณะสม่ำเสมอ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียว หรือหลายชั้นไปบนชั้นวัสดุคัดเลือก ข. หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้ และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ถูกต้องตาม แนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2. คุณสมบัติเฉพาะ

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของวัสดุคัดเลือก ก. ไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุรวมรวมที่ใช้ทำชั้นวัสดุคัดเลือก ก. จะต้องมีความสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดคล้อยของดินด้วยตะแกรง” มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่น้อยร้อยละ 30 โดยห้ามใช้ทรายที่มีคุณสมบัติข้อหนึ่งข้อใดดังต่อไปนี้ทำวัสดุคัดเลือก ก.

(1) เป็นทรายแม่น้ำ

(2) เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดคล้อยของดินด้วยตะแกรง” มีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.425 มิลลิเมตร (เบอร์ 40) เกินกว่าร้อยละ 80

(3) เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดคล้อยของดินด้วยตะแกรง” มีส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) น้อยกว่าร้อยละ 8 หรือเกินกว่าร้อยละ 30

2.2 มีค่า Liquid Limit เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40

2.3 มีค่า Plasticity Index เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20

2.4 การทดสอบ CBR. เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้ง

สูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.306 “การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

2.5 มีการขยายตัว เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.306 “การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

2.6 กรณีวัสดุจำพวก Non Plastic ที่เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดคละของดินด้วยตะแกรง” มีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 2.00 มิลลิเมตร (เบอร์ 10) เกินกว่าร้อยละ 90 และได้คุณภาพตามข้อ 2.1 ถึง 2.5 แล้ว หากนำมาใช้วัสดุคัดเลือก ก. จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 100 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.306 “การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
ชั้นรองพื้นทางลูกรัง**

1. ลักษณะทั่วไป

ลูกรัง ต้องเป็นวัสดุที่มีเม็ดแข็งทนทาน มีขนาดคละกันจากใหญ่ไปหาเล็ก มีส่วนหยาบผสมกับส่วนละเอียดที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุเชื่อมประสานที่ดี ปราศจากก้อนดินเหนียว และวัชพืชอื่นๆ จากแหล่งที่ได้รับการรับรองแล้ว ลูกรังที่นำมาใช้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนหากมีส่วนที่จับตัวกันเป็นก้อนแข็ง หรือยึดเกาะกันมีขนาดโตกว่า 50 มิลลิเมตร จะต้องกำจัดออกไปหรือทำให้แตกและผสมเข้าด้วยกันให้มีลักษณะสม่ำเสมอ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียว หรือหลายชั้น ไปบนชั้นวัสดุคัดเลือก ข. หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้ และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ถูกต้องตาม แนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2. คุณลักษณะเฉพาะ

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของรองพื้นทางลูกรังไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำชั้นรองทางลูกรังจะต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 มีค่าความสึกหรอเมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.206 “การหาความต้านทานต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้ เครื่องลอสเองเจลิส” ไม่เกินร้อยละ 60

2.2 มีขนาดคละที่ดี และเมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดคละของดินด้วยตะแกรง” ต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่ง ตามตารางข้างล่างนี้

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก			
	A	B	C	D
50 (2")	100	100	-	-
25 (1")	-	-	100	100
9.5 (3/8")	30 – 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
2.00 (เบอร์ 10)	15 – 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
0.425 (เบอร์ 40)	8 – 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
0.075 (เบอร์ 200)	2 – 8	5 - 20	5 - 15	5 - 20

2.3 มีค่า Liquid Limit เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 35

2.4 มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 11

2.5 มีค่า CBR. เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.306 “การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

2.6 กรณีใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิดผสมกันเพื่อให้ได้คุณภาพถูกต้อง วัสดุแต่ละชนิดจะต้องมีขนาดกะสม่ำเสมอ และเมื่อผสมกันแล้วจะต้องมีลักษณะสม่ำเสมอและได้คุณภาพตามข้อกำหนด ทั้งนี้จะต้องขอรับอนุญาตให้ใช้จากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)
พื้นทางหินคลุก**

1. ลักษณะทั่วไป

หินคลุก ได้แก่ วัสดุหินโม่มวลรวม (CRUSHED ROCK SOIL AGGREGATE TYPE) ต้องเป็นวัสดุที่มีเนื้อแข็ง เหนียว สะอาด ไม่ฝุ่น และปราศจากวัสดุอื่นเจือปน มีขนาดคละกัณอย่างสม่ำเสมอจากใหญ่ไปหาเล็ก จากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมชลประทาน วัสดุจำพวก SHALE ห้ามนำมาใช้ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียว หรือหลายชั้น ไปบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้ และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการเกลี่ยแต่งและบดทับให้ถูกต้อง ตามแนวระดับ ความลาดขนาดตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2. คุณสมบัติเฉพาะ

ในกรณีที่ไม้ได้ระบุคุณสมบัติของวัสดุพื้นทางหินคลุกไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำพื้นทางหินคลุกต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 มีค่าความสึกหรอเมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.206 “การหาความต้านทานต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องลอเองเจลิส” ไม่เกินร้อยละ 40

2.2 มีขนาดคละที่ดี และเมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดคละของดินด้วยตะแกรง” ต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่ง ตามตารางข้างล่างนี้

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก		
	A	B	C
50 (2")	100	100	-
25 (1")	-	75 - 95	100
9.5 (3/8")	30 – 65	40 - 75	50 - 85
4.75 (เบอร์ 4)	25 – 55	30 - 60	35 - 65
2.00 (เบอร์ 10)	15 – 40	20 - 45	25 - 50
0.425 (เบอร์ 40)	8 – 20	15 - 30	15 - 30
0.075 (เบอร์ 200)	2 – 8	5 - 20	5 - 15

2.3 ส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ต้องไม่มากกว่าสองในสาม (2/3) ของส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.425 มิลลิเมตร (เบอร์ 40) เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.301 “การหาขนาดคละของดินด้วยตะแกรง”

2.4 มีค่า Liquid Limit เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 25

2.5 มีค่า Plasticity Index เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.304 “การหาขีดจำกัดเหลว (Liquid Limit) และขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 6

2.6 มีค่า CBR. เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.307 “การหาค่า California Bearing Ratio (CBR)” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 สำหรับผิวทางแบบแอสฟัลท์คอนกรีต และ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 สำหรับผิวทางแบบ เซอร์เฟสทรีตเมนต์ ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้ง สูงสุดที่ได้จากการทดสอบตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.306 “การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) ในห้องปฏิบัติการ”

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

หินย้อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

1. ลักษณะทั่วไป

หินย้อยหรือกรวดย่อยต้องสะอาด แข็ง มีความคงทนปราศจากฝุ่น ดิน หรือวัสดุไม่พึงประสงค์
อย่างอื่น ไม่มีขนาดยาว หรือ แบนเกินไป

2. คุณสมบัติเฉพาะ

หินย้อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)
ต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 มีความสึกหรอไม่เกินร้อยละ 35 ที่ได้จากการทดลองตามวิธี สวพ.ทล.206 “การหาความต้านทาน
ต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องลอสมองเจลิส”

2.2 มีค่าความคงทน (Soundness) โดยใช้ Sodium Sulphate จำนวน 5 รอบ ส่วนที่ไม่คงทน (Loss)
ต้องไม่เกินร้อยละ 5 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.207 “การหาค่าความคงตัวของ
มวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต”

2.3 กรณีกรวดย่อย ส่วนที่ค้ำตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ของกรวดย่อยแต่ละขนาดต้องมีหน้า
แตกเพราะการย่อยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยน้ำหนัก ที่ได้จากการทดลองร้อยละที่แตกของกรวดโม

2.4 ขนาดของหินย้อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface
Treatment) ให้เป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

ขนาดที่ใช้ เรียก มม.	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก						
	25 มม. (1")	19 มม. (3/4")	12.5 มม. (1/2")	9.5 มม. (3/8")	4.75 มม. (เบอร์ 4)	2.36 มม. (เบอร์ 8)	1.18 มม. (เบอร์ 16)
19 (3/4")	100	90 – 100	0 – 30	0 – 8	-	0 – 2	0 – 0.5
12.5 (1/2")	-	100	90 – 100	0 – 30	0 – 4	0 – 2	0 – 0.5
9.5 (3/8")	-	-	100	90 - 100	0 - 30	0 - 8	0 - 2

2.5 การเลือกใช้ขนาดของหินย้อยหรือกรวดย่อยให้ปฏิบัติดังนี้

2.5.1 ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) ให้ใช้ขนาด 12.5 มม.
(1/2 นิ้ว) และผิวไหล่ทางให้ใช้ขนาด 19 มม. (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มม. (1/2 นิ้ว)

2.5.2 ผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment) ชั้นที่ 1 ให้ใช้ขนาด 19 มม. (3/4 นิ้ว) ชั้นที่ 2 ให้ใช้ขนาด 9.5 มม. (3/8 นิ้ว)

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเคพซีล (Cape Seal)

1. ลักษณะทั่วไป

หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเคพซีล (Cape Seal) ต้องสะอาด แข็ง มีความคงทนปราศจากฝุ่น ดิน หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อย่างอื่น ไม่มีขนาดยาวหรือแบนเกินไป

2. คุณสมบัติเฉพาะ

หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานก่อสร้างผิวทางแบบเคพซีล (Cape Seal) ต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 ผิวทางชั้นแรก โดยการทำผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) หรือ ชิพซีล (Chip Seal)

2.1.1 มีความสึกหรอไม่เกินร้อยละ 35 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.206 “การหาความต้านทานต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องลอสมองเจลิส”

2.1.2 มีค่าความคงทน (Soundness) โดยใช้ Sodium Sulphate จำนวน 5 รอบส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ต้องไม่เกินร้อยละ 5 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.207 “การหาค่าความคงตัวของมวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต”

2.1.3 กรณิกรวดย่อย ส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ของกรวดย่อยแต่ละขนาด ต้องมีหน้าแตกเพราะการย่อยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยน้ำหนัก ที่ได้จากการทดลองร้อยละที่แตกของกรวดไม่

2.1.4 ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับผิวทางชั้นแรก (Single Surface Treatment) ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับผิวทางชั้นแรก (Single Surface Treatment)

ขนาดที่ใช้เรียก มม.	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก						
	25 มม. (1")	19 มม. (3/4")	12.5 มม. (1/2")	9.5 มม. (3/8")	4.75 มม. (เบอร์ 4)	2.36 มม. (เบอร์ 8)	1.18 มม. (เบอร์ 16)
19 (3/4")	100	90 – 100	0 – 30	0 - 8	-	0 - 2	0 – 0.5
12.5 (1/2")	-	100	90 – 100	0 - 30	0 - 4	0 - 2	0 – 0.5

2.1.5 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย

สำหรับผิวทางชั้นแรก (Single Surface Treatment) ให้ใช้ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มม. (1/2 นิ้ว)

2.2 ผิวทางชั้นที่สอง โดยการทำสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal) คือการฉาบผิวทาง

2.2.1 คุณสมบัติของมวลรวม (Aggregate) โดยทั่วไปต้องเป็นหินโม่ ถ้าจำเป็นอาจใช้หินโม่ผสมทราย แต่จะใช้ทรายได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด และทรายนั้นจะต้องมีค่าดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 1.25 สำหรับผิวทางที่มีปริมาณการจราจรเฉลี่ย (ADT.) เกินกว่า 500 คันต่อวัน ให้ใช้มวลรวมเป็นหินโม่เท่านั้น

2.2.2 หินโม่หรือทราย จะต้องมียุทธวิธีเทียบเท่าทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ตามวิธีการทดลองหาค่าเทียบเท่าทราย

2.2.3 หินโม่มียุทธวิธีความสึกหรอไม่เกินร้อยละ 35 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สว.พ.ท.206 “การหาความต้านทานต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องลอสมองเจลิส” (ให้ทดลองเกรด D)

2.2.4 ขนาดของมวลรวม สำหรับการฉาบผิวทางแบบสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal) ให้เป็นไปตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ขนาดของมวลรวมสำหรับการฉาบผิวทางแบบสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal)

ชนิดของสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal)	2	3
ขนาดของตะแกรง	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก	
9.5 (3/8 ")	100	100
4.75 (เบอร์ 4)	90 – 100	70 – 90
2.36 (เบอร์ 8)	65 – 90	45 – 70
1.18 (เบอร์ 16)	45 – 70	28 – 50
0.60 (เบอร์ 30)	30 – 50	19 – 34
0.30 (เบอร์ 50)	18 – 30	12 – 25
0.15 (เบอร์ 100)	10 – 21	7 – 18
0.075 (เบอร์ 200)	5 – 15	5 – 15

2.2.5 ชนิดของสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal)

2.2.5.1 สลอร์รี่ซีล (Slurry Seal) ชนิดที่ 2 ใช้ฉาบบนผิวชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มม. (1/2 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยการฉาบเพียงครั้งเดียว

2.2.5.2 สลอร์รี่ซีล (Slurry Seal) ชนิดที่ 3 ใช้ฉาบผิวชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 19 มม. (3/4 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานฉาบผิวทางแบบชิพซีล Chip Seal)

1. ลักษณะทั่วไป

หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal) ต้องสะอาด แข็ง มีความทนทาน ปราศจากฝุ่น ดิน หรือวัสดุไม่พึงประสงค์ไม่มีขนาดยาวหรือแบนเกินไป

2. คุณสมบัติเฉพาะ

หินย่อยหรือกรวดย่อยสำหรับงานฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal) ต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 มีค่าความสึกหรอไม่เกินร้อยละ 35 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.206 “การหาความต้านทานต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องลอสมองเจลิส”

2.2 มีค่าความคงทน (Soundness) โดยใช้ Sodium Sulphate จำนวน 5 รอบ ส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ต้องไม่เกินร้อยละ 5 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.207 “การหาค่าความคงตัวของมวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต”

2.3 กรณีกรวดย่อย ส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ของกรวดย่อยแต่ละขนาด ต้องมีหน้าแตกเพราะการย่อยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 โดยน้ำหนัก ที่ได้จากการทดลองร้อยละที่แตกของกรวดไม่

2.4 ขนาดของหินย่อยหรือกรวดย่อย สำหรับงานฉาบผิวทางแบบชิพซีล (Chip Seal) ให้เป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

ขนาดที่ใช้เรียก มม.	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก					
	19 มม. (3/4")	12.5 มม. (1/2")	9.5 มม. (3/8 ")	4.75 มม. (เบอร์ 4)	2.36 มม. (เบอร์ 8)	1.18 มม. (เบอร์ 16)
12.5 (1/2")	100	90 - 100	0 – 30	0 - 4	0 - 2	0 – 0.5

**รายการรายละเอียด
(SPECIFICATIONS)**

มวลรวมสำหรับงานฉาบผิวทางแบบสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal)

1. ลักษณะทั่วไป

มวลรวม (Aggregate) สำหรับงานฉาบผิวทางแบบสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal) ต้องเป็นหิน โม่ ถ้าจำเป็นอาจใช้หินโม่ผสมทราย แต่จะใช้ทรายได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด และทรายนั้นจะต้องมีค่าดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 1.25 สำหรับผิวทางที่มีปริมาณการจราจรเฉลี่ย (ADT.) เกินกว่า 500 คันต่อวัน ให้ใช้มวลรวมเป็นหินโม่เท่านั้น มวลรวมนี้ต้องแข็ง คงทน สะอาด ปราศจากดิน หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อย่างอื่น

2. คุณสมบัติเฉพาะ

มวลรวมสำหรับงานฉาบผิวทางแบบสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal) ต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังนี้

2.1 หินโม่หรือทราย จะต้องมีความเทียบเท่าทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ตามวิธีการทดลองหาค่าเทียบเท่าทราย

2.2 หินโม่ มีค่าความสึกหรอไม่เกินร้อยละ 35 ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ สวพ.ทล.206 “การหาความต้านทานต่อการขัดสีของมวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องลอสมองเจลิส” (ให้ทดลองเกรด D)

2.3 ขนาดกะละของมวลรวม สำหรับงานฉาบผิวทางแบบสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal) ให้เป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

ชนิดของสลอร์รี่ซีล (Slurry Seal)	1	2	3	4
ขนาดตะแกรง (มม.)	ปริมาณผ่านตะแกรง – ร้อยละโดยน้ำหนัก			
12.5 (1/2")	-	-	-	100
9.5 (3/8")	-	100	100	85 - 100
4.75 (เบอร์ 4)	100	90 - 100	70 - 90	60 - 87
2.36 (เบอร์ 8)	90 - 100	65 - 90	45 - 70	40 - 60
1.18 (เบอร์ 16)	65 - 90	45 - 70	28 - 50	28 - 45
0.60 (เบอร์ 30)	40 - 60	30 - 50	19 - 34	19 - 34
0.30 (เบอร์ 50)	25 - 42	18 - 30	12 - 25	14 - 25
0.15 (เบอร์ 100)	15 - 30	10 - 21	7 - 18	8 - 17
0.075 (เบอร์ 200)	10 - 20	5 - 15	5 - 15	4 - 8

2.4 ชนิดของสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

สเลอรี่ซีล (Slurry Seal) ทั้ง 4 ชนิด จะแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ขนาดของมวลรวมและอัตราการใช้วัสดุ การจะกำหนดให้ฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) ชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม สิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งจะระบุเพิ่มเติมในข้อกำหนดของงานก่อสร้างแต่ละโครงการ

การทำงานคอนกรีต

การทำงานคอนกรีต (CONCRETE WORKS)

1. หลักเกณฑ์ทั่วไป

งานคอนกรีตทั้งหมดจะต้องดำเนินการก่อสร้างให้ได้ลักษณะ แนว ระดับ ขนาด รายละเอียดอื่นๆ และคุณภาพของคอนกรีตในแต่ละส่วนจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างของอาคารแต่ละแห่ง การก่อสร้างงานคอนกรีตต้องมีวิศวกรที่มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับการก่อสร้างงานคอนกรีตประจำอยู่ที่สถานที่ก่อสร้าง รวมทั้งจะต้องมีการวางแผนงานก่อสร้าง และมีเอกสารแสดงขั้นตอนการก่อสร้างที่ชัดเจนก่อนที่จะเริ่มงานก่อสร้าง

2. ส่วนประกอบของคอนกรีต

คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มวลรวมละเอียด มวลรวมหยาบ น้ำ หรืออาจมีแร่ผสมเพิ่ม (Mineral Admixture) และสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต (Chemical Admixture) รวมอยู่ด้วย ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดนี้จะต้องผสมคลุกเคล้ากันอย่างดี และมีความชื้นเหลวที่เหมาะสมกับประเภทของงาน และเมื่อทำการบ่มอย่างพอเพียงและถูกต้อง คอนกรีตจะต้องมีความคงทน ความทึบน้ำ และความแข็งแรงตามที่กำหนดสำหรับคุณภาพของงานอาคารต่างๆ

2.1 ปูนซีเมนต์

- ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการผสมคอนกรีตจะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 การใช้ปูนซีเมนต์ที่นอกเหนือไปจากที่ระบุไว้ใน มอก.15 ต้องได้รับอนุญาตจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

- ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่ใหม่ ไม่เสื่อมคุณภาพ และไม่เปียกชื้นหรือจับตัวเป็นก้อน
- ผู้รับจ้างจะต้องสร้างห้องเก็บปูนซีเมนต์ ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้างให้สามารถกันน้ำ กันฝน และกันความชื้นแก่ปูนซีเมนต์ได้เป็นอย่างดี พื้นห้องต้องยกสูงพื้นระดับดินอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร การกองปูนซีเมนต์ชนิดถุงจะต้องกองซ้อนกันไม่สูงเกิน 14 ถุง สำหรับระยะเวลาการกองไม่เกิน 1 เดือน และไม่เกิน 7 ถุง สำหรับระยะเวลาการกองเกินกว่า 1 เดือน

- ในฤดูฝนห้ามใช้ปูนซีเมนต์ที่เก็บไว้นานกว่า 1 เดือน ส่วนในฤดูแล้งห้ามใช้ปูนซีเมนต์ที่เก็บไว้นานกว่า 3 เดือน นับอายุตั้งแต่ออกจากโรงงานผลิต

- ผู้รับจ้างต้องขนปูนซีเมนต์ไปไว้ ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้างในปริมาณที่พอเพียงที่จะไม่ทำให้งานก่อสร้างล่าช้าอันเนื่องมาจากการขาดปูนซีเมนต์

- ปูนซีเมนต์ที่ขนส่งไปเก็บไว้เพื่อใช้งานในบริเวณสถานที่ก่อสร้างจะต้องได้รับการตรวจสอบทุกเกี่ยวกับการขนส่ง โดยการทดสอบตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง และวิธีการทดสอบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ตามมาตรฐานการทดสอบดังนี้

Time of Setting	ASTM C191
Compressive Strength	ASTM C109
False Set	ASTM C451
Fineness Test	ASTM C184

2.2 มวลรวมละเอียด

มวลรวมละเอียดที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ได้แก่ ทรายแม่น้ำ หรือทรายย่อย (Crushed Sand) ที่มีลักษณะหยาบ เป็นเม็ดแกร่ง สะอาด ปราศจากสารอินทรีย์ และสิ่งไม่พึงประสงค์เจือปน ให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

2.3 มวลรวมหยาบ

ขนาดของมวลรวมหยาบ

มวลรวมหยาบที่จะนำมาใช้ผสมคอนกรีตจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่า $\frac{1}{4}$ ของส่วนที่แคบที่สุดของโครงสร้างคอนกรีตที่จะเท หรือต้องไม่ใหญ่กว่า $\frac{2}{3}$ ของระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม หรือต้องไม่ใหญ่กว่า $\frac{1}{3}$ ของความหนาของแผ่นพื้น

2.3.1 หินย่อย

หินย่อยที่ใช้ผสมคอนกรีตนี้ต้องเป็นหินที่ไม่ด้วยเครื่องจักร มีลักษณะรูปร่างเหลี่ยมค่อนข้างกลม ให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

2.3.2 กรวด

กรวดที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องเป็นกรวดที่มีลักษณะรูปร่างค่อนข้างกลม มีส่วนแบนเรียวน้อย ให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

2.4 น้ำผสมคอนกรีต

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องสะอาด ปราศจากด่าง น้ำมัน วัชพืชเน่า และสารเจือปนอื่นๆ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

ในกรณีที่สงสัยว่าน้ำดังกล่าวใช้ในการผสมคอนกรีตได้หรือไม่ ให้ดำเนินการตามข้อหนึ่งข้อใดดังต่อไปนี้

2.4.1 ดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตที่ใช้น้ำที่ต้องการผสมกับคอนกรีตที่ใช้น้ำสะอาดดังนี้

- กำลังอัดของคอนกรีตต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของคอนกรีตที่ใช้น้ำสะอาด
- ระยะเวลาการก่อตัวเมื่อเทียบกับคอนกรีตที่ใช้น้ำสะอาดต้องไม่เร็วเกินกว่า 1 ชั่วโมง แต่ไม่ช้ากว่า 1:30 ชั่วโมง

2.4.2 ส่งตัวอย่างน้ำที่จะใช้ผสมคอนกรีตไปวิเคราะห์ที่สำนักวิจัยและพัฒนา

2.5 แร่ผสมเพิ่ม (Mineral Admixture)

กรณีที่ต้องการให้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติพิเศษ เช่น คอนกรีตต้านทานซัลเฟต คอนกรีตต้านทานน้ำทะเล หรือคอนกรีตสมรรถนะสูง สามารถใช้แร่ผสมเพิ่มในส่วนผสมคอนกรีตได้ เช่น เถ้าลอย (Fly Ash) ผงซิลิกา (Silica Fume) และเถ้าจากเตาถลุงโลหะ (Blast Furnace Slag) เป็นต้น โดยแร่ผสมเพิ่มดังกล่าวสามารถทำปฏิกิริยาปอซโซลาน หรือสามารถทำปฏิกิริยาไฮเดรชันเมื่อผสมน้ำ ซึ่งแร่ผสมเพิ่มที่จะนำมาใช้ต้องผ่านการรับรองคุณภาพจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยเถ้าลอย ผงซิลิกา และเถ้าจากเตาถลุงโลหะ ต้องมีคุณลักษณะทางเคมีและคุณสมบัติทางฟิสิกส์เป็นไปตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 1014 "ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต" หรือ ASTM C618 และการทดสอบให้ปฏิบัติตาม ASTM C311

2.6 สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต (Chemical Admixtures for Concrete)

2.6.1 ลักษณะทั่วไป

สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตจะต้องเป็นประเภทใดประเภทหนึ่งดังนี้

- ประเภท A สารลดน้ำ (Water-reducing admixtures)
- ประเภท B สารหน่วงการก่อตัว (Retarding admixtures)
- ประเภท C สารเร่งการก่อตัว (Accelerating admixtures)
- ประเภท D สารลดน้ำและหน่วงการก่อตัว (Water-reducing and retarding admixtures)
- ประเภท E สารลดน้ำและเร่งการก่อตัว (Water-reducing and accelerating admixtures)
- ประเภท F สารลดน้ำระดับสูง (Water-reducing, high range admixtures)
- ประเภท G สารลดน้ำระดับสูงและหน่วงการก่อตัว (Water-reducing, high range and

retarding admixtures)

2.6.2 คุณสมบัติ ให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

2.6.3 หลักการใช้งาน

ให้ใช้สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต ตามหลักการต่อไปนี้

- เมื่อนับเวลาตั้งแต่การเติมน้ำลงไปในคอนกรีตขณะผสมถึงเวลาเทลงแบบเกินกว่า 120 นาที
- เมื่อโครงสร้างคอนกรีตมีขนาดใหญ่ไม่สามารถเทคอนกรีตต่อเนื่องกันได้ตลอด ทำให้

ช่วงเวลาการเทต่อเนื่องระหว่างคอนกรีตเก่าและใหม่เกิน 120 นาที

- เมื่อต้องการคุณสมบัติของคอนกรีตเป็นพิเศษ เช่น เพิ่มความสามารถในการทำงาน ลดน้ำ หรือเพิ่มความต้านทานต่างๆ

ในกรณีที่ใช้สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตมากกว่า 1 ชนิด สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตแต่ละชนิดจะต้องระบุชื่อยี่ห้อให้ชัดเจน ก่อนใช้สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตจะต้องเขย่าให้เข้ากันโดยตลอด

2.6.4 วิธีการใช้

ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตเพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติที่ห้องทดลองในสนามของกรมชลประทาน หรือสำนักวิจัยและพัฒนา ภายในกำหนดไม่เกิน 90 วัน (นับจากวันที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งให้เข้าปฏิบัติงานได้) เพื่อกำหนดปริมาณของสารเคมีผสมเพิ่มที่จะใช้ผสมลงในคอนกรีต โดยผู้รับจ้างเป็นผู้กำหนดระยะเวลาที่ต้องการก่อตัวของคอนกรีต สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตชนิดใดได้รับการอนุมัติให้ใช้ได้แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในคุณสมบัติของสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตนั้นให้มีความคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง และผู้รับจ้างจะเปลี่ยนไปใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นมิได้นอกจากจะได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อน

3. การทำงานคอนกรีต

จำนวนปูนซีเมนต์ มวลรวมละเอียด มวลรวมหยาบแต่ละขนาด น้ำ แร่ผสมเพิ่ม และสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตที่จะนำไปใช้ในการผสมคอนกรีตแต่ละครั้ง จะต้องได้มาจากการชั่งน้ำหนักหรือการวัดปริมาตรแล้วแต่กรณีให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนดให้

3.1 การผสมคอนกรีต

เมื่อได้ใส่ส่วนผสมคอนกรีตทุกชนิด (ยกเว้นน้ำ) ลงในเครื่องผสมคอนกรีตครบแล้วให้ผสมคลุกเคล้าจนเข้ากันดีเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 นาที จึงเติมน้ำ และผสมคอนกรีตคลุกเคล้าให้เข้ากันโดยตลอดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 นาที จนได้คอนกรีตที่มีความชื้นเหลวสม่ำเสมอ เครื่องผสมคอนกรีตจะต้องได้รับการตรวจสอบ ทำความสะอาด กำจัดคอนกรีตที่เหลือค้างติดเครื่องผสมคอนกรีตออกให้หมดเป็นประจำทุกวัน เครื่องผสมคอนกรีตจะต้องสามารถทำงานได้ตามกำลังเครื่องยนต์และความจุที่กำหนดไว้

3.2 อัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสมของคอนกรีตจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของงาน สภาพแวดล้อม บริเวณที่ตั้งของงานก่อสร้าง และแหล่งวัสดุที่ใช้ผสม การกำหนดอัตราส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของคอนกรีตเกี่ยวกับความแข็งแรง ความคงทนของคอนกรีต และความสะดวกในการทำงานได้ อัตราส่วนผสมของคอนกรีตนั้นจะต้องคอยตรวจสอบแก้ไขอยู่เสมอ เพื่อที่จะได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีและประหยัด

การกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องใช้วัสดุผสมคอนกรีต ได้แก่ ปูนซีเมนต์ มวลรวมละเอียด มวลรวมหยาบ รวมถึงแร่ผสมเพิ่มและสารเคมีผสมเพิ่ม (ถ้าใช้) ซึ่งได้จัดเตรียมไว้ที่บริเวณสถานที่ก่อสร้างมาทดลองหาอัตราส่วนผสม โดยส่งให้สำนักวิจัยและพัฒนา หรือห้องทดลองในสนามของกรมชลประทานเป็นผู้

กำหนดอัตราส่วนผสม และในกรณีที่ผู้รับจ้างใช้คอนกรีตผสมเสร็จที่สั่งซื้อจากโรงงาน ผู้รับจ้างต้องส่งวัสดุผสมและอัตราส่วนผสมที่ใช้ ให้สำนักวิจัยและพัฒนา หรือห้องทดลองในสนามของกรมชลประทานตรวจสอบก่อนใช้งานทุกครั้ง

3.3 อุณหภูมิของคอนกรีต

อุณหภูมิของคอนกรีตขณะทำการเทจะต้องไม่สูงเกิน 40 องศาเซลเซียส และถ้าหากอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ณ บริเวณก่อสร้างของวันที่ทำการเทคอนกรีตสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส ผู้รับจ้างต้องดำเนินการลดอุณหภูมิของวัสดุผสมคอนกรีต โดยการฉีดพ่นน้ำเย็นลงในกองวัสดุรวมหยาบและวัสดุรวมละเอียด หรือเทคอนกรีตในเวลากลางคืน หรือทำหลังคาบังแดดคลุมกองวัสดุ ตลอดจนหาทางป้องกันอย่าให้เครื่องผสมหรือถังเก็บปูนซีเมนต์ และอุปกรณ์ต่างๆ ถูกแสงแดดโดยตรง หรือใช้กรรมวิธีทั้งหมดประกอบกัน

3.4 ความชื้นเหลวของคอนกรีต

เนื่องจากความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุที่นำมาผสมคอนกรีตอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นจำนวนน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องคอยปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมขณะผสมคอนกรีตที่เครื่องผสม ทั้งนี้เพื่อให้ได้ความชื้นเหลวที่เหมาะสมและคงที่อยู่ตลอดเวลา การยุบตัว (Slump) ของคอนกรีตสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความยากง่ายในการเทลงแบบ และความสามารถในการกระทุ้งหรือเขย่าคอนกรีตในแบบ เพื่อให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นไม่เกิดโพรง โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมคอนกรีตให้มีการยุบตัวเพิ่มขึ้นตามความต้องการให้เหมาะสมกับสภาพของงาน

ในกรณีคอนกรีตที่จะเทลงแบบมีค่าการยุบตัวน้อยเกินไปไม่เหมาะแก่การใช้งาน สามารถเพิ่มค่าการยุบตัวให้แก่คอนกรีตนั้นได้โดยวิธีการเพิ่มน้ำและปูนซีเมนต์ลงไปในส่วนผสม โดยรักษาค่าอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C) ไว้ไม่ให้สูงกว่าเดิม หรือใช้สารลดน้ำระดับสูง (Water-reducing, high range admixtures) ในอัตราที่ทำให้คอนกรีตมีค่าการยุบตัวตามที่ต้องการ ห้ามเติมน้ำในส่วนผสมเพียงอย่างเดียวเพื่อเพิ่มค่าการยุบตัวให้แก่คอนกรีตโดยเด็ดขาด

3.5 การตรวจสอบคุณภาพคอนกรีต

การตรวจสอบความชื้นเหลวคอนกรีตสามารถทำได้โดยการทดสอบการยุบตัว (Slump Test) และการทดสอบกำลังอัดแท่งคอนกรีตที่อายุ 1 วัน และ 28 วัน หรือตามที่แบบกำหนด จากการหล่อแท่งคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ขนาด 6 x 6 x 6 นิ้ว (150 x 150 x 150 มิลลิเมตร) จากส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นๆ

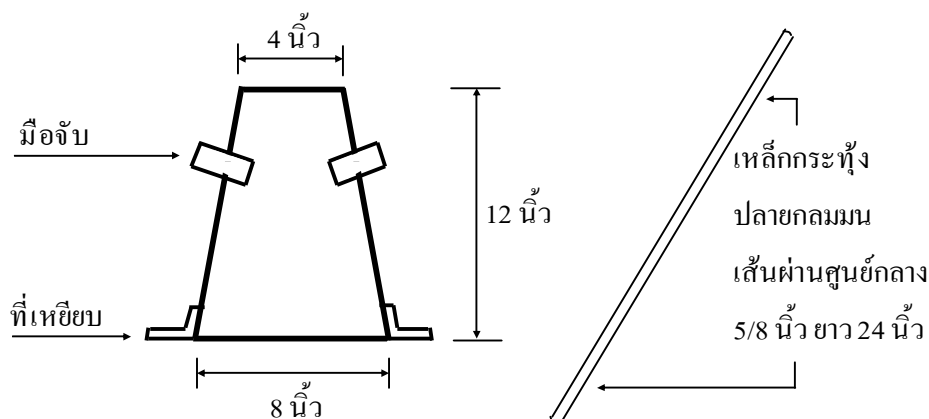
3.6 การเก็บตัวอย่างคอนกรีต

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปใช้ทดสอบกำลังอัดตามเกณฑ์
ดังนี้

- ตัวอย่าง 1 ชุด ประกอบด้วยแท่งคอนกรีตตามข้อ 3.5 จำนวน 6 แท่ง ซึ่งต้องเก็บในเวลาเดียวกัน มีความชื้นเหลวเท่ากัน ในการนี้จะต้องหาค่าการยุบตัว (Slump Test) ด้วยทุกครั้ง
- การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังอัดให้เก็บวันละ 1 ชุด เป็นอย่างน้อย หรือเก็บในกรณีที่คาดว่าคอนกรีตมีความผิดปกติ การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบค่าการยุบตัว (Slump Test) จะเก็บอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง

3.7 การวัดการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) โดยใช้กรวยทดสอบการยุบตัว (Slump Cone)

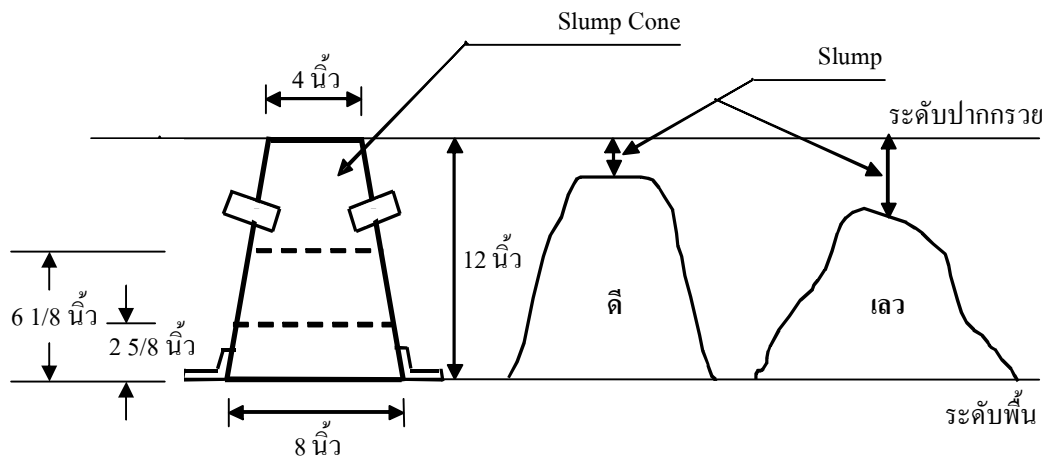
การควบคุมความสามารถเทได้ของคอนกรีตทำได้โดยการหาค่าการยุบตัวโดยวิธี Slump Test ค่าการยุบตัวของคอนกรีตจะต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 2 - 7 นิ้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของงานที่ต้องการเท และความพร้อมของเครื่องมือที่ใช้ในการทำให้คอนกรีตแน่น การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำมาทำการทดสอบหาค่าการยุบตัวจะต้องเก็บให้แล้วเสร็จภายในเวลา 15 นาที การวัดการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) โดยใช้กรวยทดสอบการยุบตัว (Slump Cone) ซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยเปิดทั้งสองด้าน มีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 4 นิ้ว (100 มิลลิเมตร) ด้านล่าง 8 นิ้ว (200 มิลลิเมตร) สูง 12 นิ้ว (300 มิลลิเมตร) มีที่เหยียบ และมีมือจับ ดังรูป



วิธีทดสอบ

กรวยทดสอบการยุบตัว (Slump Cone) จะต้องชุบน้ำก่อนทดสอบแล้ววางลงบนพื้นราบเรียบที่ชื้นและไม่ดูดน้ำ ระหว่างเติมคอนกรีตลงในกรวยและขณะทำการทดสอบควรหลีกเลี่ยงมิให้ตัวอย่างคอนกรีตสัมผัสกับแดดและลม ซึ่งส่วนผสมคอนกรีตที่ทำการทดสอบการยุบตัวนี้จะต้องมีขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบไม่ใหญ่กว่า $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ถ้ามวลรวมหยาบมีขนาดใหญ่กว่า $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ต้องร่อนส่วนที่ใหญ่เกิน $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ออกก่อนทำการทดสอบ ผู้ทดสอบจะต้องเหยียบบนที่เหยียบทั้งสองข้างให้แน่น การเติมคอนกรีตลงในกรวยจะต้องเติม 3 ชั้น ชั้นละประมาณ $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรของกรวย ซึ่งความสูงจากชั้นล่างถึงชั้นบนมีดังนี้ $2\frac{5}{8}$ นิ้ว $6\frac{1}{8}$ นิ้ว และ 12 นิ้ว ในการเติมคอนกรีตจะต้องเกลี่ยคอนกรีตให้ลงทั่วหน้าตัดกรวย โดยแต่ละชั้นต้องกระทุ้งด้วยเหล็กกระทุ้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{5}{8}$ นิ้ว (16 มิลลิเมตร) ที่มีหัวกลมมนแบบลูกปัด จำนวน 25 ครั้ง การกระทุ้งต้องกระทำให้สม่ำเสมอ วนไปรอบๆ หน้าตัดของผิวคอนกรีต การกระทุ้งชั้นล่างให้กระทุ้งถึงพื้นพอดี (กระแทกพื้น

เบาๆ) ส่วนชั้นที่ 2 และ 3 ให้กระทุ้งลึกลงไปชั้นถัดไปเพียงเล็กน้อย การกระทุ้งในชั้นที่ 3 หลังจากเติมคอนกรีตเต็มกรวยแล้วให้กระทุ้ง จำนวน 15 ครั้งก่อน แล้วเติมคอนกรีตให้เต็มกรวยอีกครั้ง กระทุ้งอีกจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นให้ปาดหน้าคอนกรีตให้เรียบ (ถ้าจะต้องเติมคอนกรีตลงในกรวยก่อนปาดหน้า ห้ามเติมคอนกรีตสูงจากขอบกรวยเกิน 3 มิลลิเมตร) แล้วกวาดคอนกรีตที่หล่นข้างๆ ฐานกรวยออกไปให้หมด ยกกรวยขึ้นช้าๆ ในแนวตั้ง ภายในเวลา 3 – 7 วินาที นอกจากนี้จะต้องทำการทดสอบการยุบตัวให้แล้วเสร็จภายในเวลา $2\frac{1}{2}$ นาที



การยุบตัวของคอนกรีตวัดได้จากผลต่างระหว่างความสูงของแบบกรวย (12 นิ้ว) กับความสูงของคอนกรีตโดยเฉลี่ยหลังจากยกแบบกรวยออกแล้ว หากตัวอย่างคอนกรีตซึ่งทลายลงหรือเอียงผิดปกติควรทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งด้วยคอนกรีตใหม่ หลังจากวัดการยุบตัวแล้วควรใช้แท่งเหล็กกระทุ้งเคาะข้างๆ ตัวอย่าง 2 - 3 ครั้ง เพื่อดูการทรุดตัวของคอนกรีตสด ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นคุณภาพของคอนกรีตว่ามีคุณภาพดีหรือเลว ซึ่งคอนกรีตที่มีคุณภาพดีนั้น เมื่อเคาะแล้วจะยุบตัวลงโดยคงรูปเดิมอยู่ ส่วนคอนกรีตเลวจะทลายจากกัน หากสงสัยผลการทดสอบ ควรทำการทดสอบหาค่าการยุบตัว 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

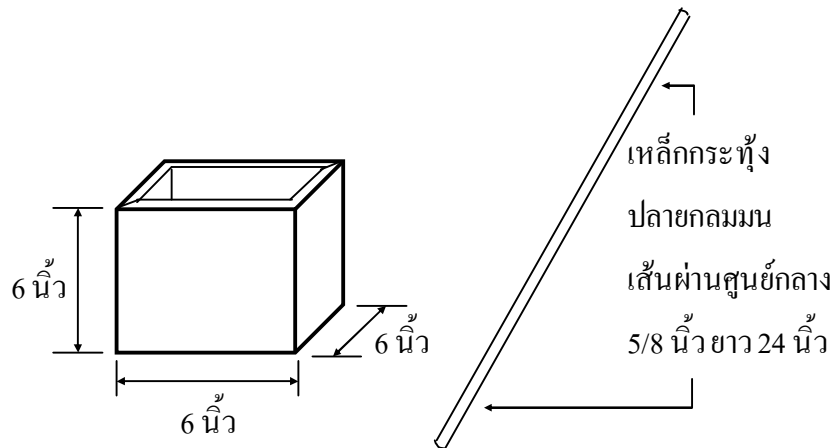
3.8 การหล่อแท่งคอนกรีต และการแกะแบบหล่อ

3.8.1 การหล่อแท้งคอนกรีต

แบบหล่อแท่งคอนกรีตเป็นเหล็กที่มีขนาดดังระบุในข้อ 3.5 ก่อนการหล่อต้องทาด้วยน้ำมันทาแบบเสียก่อน โดยคอนกรีตที่จะเก็บตัวอย่างต้องมีขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบไม่ใหญ่กว่า 2 นิ้ว ถ้ามวลรวมหยาบมีขนาดใหญ่กว่า 2 นิ้ว ต้องร่อนเอาส่วนที่ใหญ่เกิน 2 นิ้วออกก่อน ซึ่งส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้หล่อจะต้องเป็นคอนกรีตที่กำลังจะเทลงแบบ การหล่อแท่งคอนกรีตให้ใส่คอนกรีตชั้นละ $\frac{1}{2}$ ของความจุของแบบหล่อ โดยแต่ละชั้นให้กระทุ้งโดยสม่ำเสมอด้วยเหล็กกระทุ้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{5}{8}$ นิ้ว (16 มิลลิเมตร) ยาว 24 นิ้ว (600 มิลลิเมตร) และปลายมนแบบหัวลูกป็น จำนวน 36 ครั้ง การกระทุ้งชั้นแรกควรกระทุ้งให้กระแทกแผ่นเหล็กล่างของแบบหล่อเบาๆ ส่วนการกระทุ้งชั้นสองให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นแรกกลิ้งไปเพียงเล็กน้อย หลังจากกระทุ้งเสร็จในแต่ละชั้นให้เคาะด้านข้างของแบบหล่อโดยรอบจำนวน 10 – 15 ครั้ง เพื่อไล่ฟองอากาศ

แล้วแตงหน้าให้เรียบ (ถ้าจำเป็นต้องเติมคอนกรีตลงในแบบหล่อก่อนแตงผิวหน้า ห้ามเติมคอนกรีตสูงกว่าแบบหล่อเกิน 3 มิลลิเมตร)

ในกรณีที่หล่อแท่งคอนกรีตโดยใช้เครื่องสั่นคอนกรีตแบบหัวจุ่ม ให้ใส่คอนกรีตเพียงชั้นเดียว ให้เต็มแบบหล่อแล้วใช้หัวจุ่มของเครื่องเขย่าที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวจุ่มไม่ใหญ่กว่า 30 มิลลิเมตร จุ่มในเนื้อของคอนกรีตจำนวน 3 จุด แล้วใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ ซึ่งการเก็บตัวอย่างต้องเก็บให้แล้วเสร็จภายในเวลา 15 นาที



ข้อควรระวังในการหล่อแบบ

- พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ
- ขณะทำการหล่อต้องหลีกเลี่ยงการสั่นสะเทือนใดๆ
- ปาดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ
- คอนกรีตที่หล่อควรหลีกเลี่ยงการถูกแดดและฝน
- เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่งถึงเวลาแกะแบบหล่อ

3.8.2 การแกะแบบหล่อแท่งคอนกรีต

- การแกะแบบหล่อจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 16 ชั่วโมง หลังจากหล่อ
- เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบหล่อแล้ว ให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ค่าการยุบตัว และหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ถาวรเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ

3.9 การทดสอบแท่งคอนกรีต

แท่งตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บได้แล้วตามข้อ 3.8 คณะกรรมการตรวจการจ้างจะดำเนินการทดสอบตามเกณฑ์ต่อไปนี้

3.9.1 จำนวนแท่งตัวอย่าง

แท่งตัวอย่างคอนกรีต 1 ชุด จำนวน 6 แท่ง จะแบ่งทำการทดสอบ โดยจำนวน 3 แท่ง เพื่อทดสอบกำลังอัดที่อายุ 28 วัน จำนวน 3 แท่ง ที่เหลือใช้ทดสอบที่อายุ 7 วันที่ห้องทดสอบของกรมชลประทาน เพื่อใช้ควบคุมการก่อสร้าง

3.9.2 เกณฑ์กำหนดค่ากำลังอัด

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐาน 6 x 12 นิ้ว ที่อายุ 28 วัน เมื่อใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ส่วน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

ที่	กำลังอัดของแท่งคอนกรีต ที่อายุ 28 วัน	กำลังอัดของแท่งคอนกรีต ที่อายุ 7 วัน	หมายเหตุ
1	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 140 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 110 กก./ ตร.ซม.	ถ้าผลการทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7 วัน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดต้องเปลี่ยน ส่วนผสมใหม่ โดยทันทีตาม คำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ ว่าจ้าง แต่การพิจารณากำลังของ คอนกรีต จะพิจารณาที่อายุ 28 วัน
2	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 175 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ ตร.ซม.	
3	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 210 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 170 กก./ ตร.ซม.	
4	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 240 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 210 กก./ ตร.ซม.	
7	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 300 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 240 กก./ ตร.ซม.	
8	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 350 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 280 กก./ ตร.ซม.	

ในการทดสอบกำลังอัดตัวอย่างแท่งคอนกรีตให้ใช้แบบหล่อแท่งคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 6 x 6 x 6 นิ้ว (150 x 150 x 150 มิลลิเมตร) เมื่อได้กำลังอัดแท่งคอนกรีตทรงลูกบาศก์แล้ว ให้แปลงค่าเป็นกำลังอัดคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐาน ขนาด 6 x 12 นิ้ว โดยใช้ความสัมพันธ์ที่กำหนด ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบที่ใช้ ดังต่อไปนี้

หินย่อยขนาดโตสุด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว : กำลังอัดทรงกระบอก : $f_c' = 0.916 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 23.962$

หินย่อยขนาดโตสุด 1 นิ้ว : กำลังอัดทรงกระบอก : $f_c' = 0.895 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 15.207$

หินย่อยขนาดโตสุด $\frac{3}{4}$ นิ้ว : กำลังอัดทรงกระบอก : $f_c' = 0.933 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 9.687$

หินย่อยขนาดโตสุด $\frac{1}{2}$ นิ้ว : กำลังอัดทรงกระบอก : $f_c' = 0.960 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 6.215$

3.9.3 เกณฑ์การตัดสิน

เกณฑ์การตัดสินใช้ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตอย่างน้อย 3 แท่ง ต้องไม่ต่ำกว่ากำลังอัดที่แบบกำหนด และผลการทดสอบกำลังอัดของแต่ละแท่งต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของกำลังอัดที่แบบกำหนด

3.9.4 คอนกรีตที่มีคุณภาพไม่ผ่านการทดสอบ

คอนกรีตส่วนใดๆ ของงานที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างได้ทำการทดสอบกำลังอัดจากแท่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคอนกรีตในบริเวณนั้นๆ แล้ว ถ้าผลปรากฏว่าผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตไม่ผ่านตามข้อ 3.9.3 ถือว่าคอนกรีตส่วนนั้นใช้ไม่ได้ จะต้องทำการทุบคอนกรีตส่วนนั้นทิ้งไป หรือให้ดำเนินการตามข้อ ก. หรือข้อ ข.

ก. ผู้รับจ้างอาจทำเรื่องขอให้ทำการเจาะเก็บแท่งตัวอย่างจากคอนกรีตในบริเวณนั้น เพื่อนำมาทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต แต่ต้องให้แล้วเสร็จภายในเวลา 30 วัน หลังจากทราบผลการทดสอบกำลังอัดที่อายุ 28 วัน โดยแท่งตัวอย่างจะต้องมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดโตสุด (Max. Size) ของมวลรวมหยาบ ความยาวไม่น้อยกว่า 2 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 จุด จุดที่จะเก็บแท่งตัวอย่างจะพิจารณาโดยคณะกรรมการตรวจการจ้าง หรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง แท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ทำการเจาะมานั้น เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของกำลังอัด ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับหรือมากกว่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ต้องการแสดงว่าผลการทดสอบนั้นผ่านข้อกำหนด

ข. ผู้รับจ้างอาจทำเรื่องขอให้ทำการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุก ซึ่งวิธีการทดสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ACI หรือ มาตรฐาน ว.ส.ท. 1008-38 "มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง"

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตในบริเวณที่มีปัญหาให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.10 แบบหล่อคอนกรีต

แบบหล่อคอนกรีตจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอเพื่อที่จะทำให้คอนกรีตมีผิวหน้าและรูปร่างตามแบบแปลนที่กำหนด แบบหล่อจะต้องอัดให้แน่น ปราศจากช่องโหว่ที่น้ำซีเมนต์จะไหลออกไปได้ มีความแข็งแรงพอที่จะต้านทานแรงดันของคอนกรีตและแรงสั่นสะเทือนของเครื่องเขย่าคอนกรีตโดยปราศจากการสั่นคลอน เสียรูปหรือแนว

3.10.1 ไม้ที่ใช้ทำแบบหล่อและนุแบบ

ไม้ที่ใช้ทำแบบหล่อและนุแบบจะต้องมีคุณภาพ หรือเคลือบให้มีคุณภาพที่จะไม่ทำให้ผิวคอนกรีตเสียหาย ชนิดและสภาพของไม้ที่จะใช้ทำแบบหล่อหรือนุแบบจะต้องทนต่อการบิดเบี้ยวซึ่งเกิดจากการเทหรือการสั่นคอนกรีต ไม้แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ เช่น เศษซีเมนต์ เศษดิน ฯลฯ

3.10.2 การนุแบบหล่อด้วยไม้อัด

การนุแบบหล่อด้วยไม้อัดใช้สำหรับคอนกรีตเปลือย ไม้อัดที่จะใช้ ต้องเป็นไม้อัดที่กันน้ำได้ ไม่หด ไม่ห่อตัว ไม้อัดที่ใช้ต้องมีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาสม่ำเสมอ และต้องหนาไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร รอยต่อของไม้อัดจะต้องราบเรียบ และจะต้องไม่มีรอยปะ คำหนิที่มีอยู่ในไม้อัดจะต้องได้รับการซ่อมแซมก่อน

3.10.3 การยึดแบบหล่อ

การยึดแบบหล่อให้มั่นคงแข็งแรง หลังจากหล่อคอนกรีตและถอดแบบหล่อแล้วแท่งโลหะที่ฝังไว้สำหรับยึดแบบหล่อจะต้องถูกฝังทิ้งไว้ในคอนกรีต และส่วนที่เกินออกมานอกผิวคอนกรีตจะต้องตัดออกตรงจุดที่ห่างจากผิวคอนกรีตไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร ลวดผูกเหล็กที่ใช้ยึดแบบหล่อจะต้องตัดให้เสมอกับผิวคอนกรีตหลังจากที่ถอดแบบหล่อแล้ว

3.10.4 การทำความสะอาด และทาน้ำมันแบบ

การทำความสะอาด และทาน้ำมันแบบ ผิวของแบบหล่อจะต้องไม่มีปูนซีเมนต์เกาะแข็งอยู่หรือวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตสกปรก ผิวของแบบหล่อก่อนเทคอนกรีตจะต้องทาด้วยน้ำมันที่ใช้สำหรับทาแบบ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตไม่เกาะแบบหล่อแน่นและไม่เกิดรอยบนผิวคอนกรีต นอกเสียจากแบบหล่อสำหรับเทคอนกรีตนั้นทำจากไม้ที่หยาบซึ่งจะใช้สำหรับคอนกรีตที่จะมีการฉาบผิวภายหลังเท่านั้น

3.11 การเตรียมการเพื่อเทคอนกรีต

จะต้องไม่เทคอนกรีตลงในแบบหล่อจนกว่าจะได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบหล่อและเหล็กเสริมเสียก่อน และห้ามเทคอนกรีตในน้ำ เว้นแต่จะทงายได้วิธีการพิเศษและได้รับอนุญาตจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะเทคอนกรีต ผิวหน้าทั้งหมดที่จะสัมผัสกับคอนกรีตที่จะเทลงไปจะต้องสะอาด ปราศจากน้ำ โคลน เศษไม้ น้ำมัน สิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ และต้องทำพื้นผิวหน้าทั้งหมดให้มีความชื้นเพื่อหลีกเลี่ยงการดูดน้ำจากคอนกรีต

3.12 อัตราส่วนผสมของคอนกรีต

ผู้รับจ้างจะต้องผสมคอนกรีตให้มีความชื้นเหลวเหมาะสมกับการเทคอนกรีตในแต่ละสถานะ ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องให้คอนกรีตมีค่าการยุบตัว (Slump) ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำงานได้ และอาจจะต้องใช้ส่วนผสมมากกว่าหนึ่งอัตราส่วนในการเทคอนกรีตแต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้าง โดยผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ไม่ได้

3.12.1 อุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนผสม (Batching Equipment)

(1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนผสมคอนกรีตที่ทันสมัยชนิดกึ่งอัตโนมัติ โดยอุปกรณ์ทั้งหมดต้องติดตั้งรวมกันเป็นเครื่องใหม่ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ มีขีดความสามารถสูงสามารถผลิตคอนกรีตได้เพียงพอตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง มีคุณภาพสม่ำเสมอตรงตามข้อกำหนด และต้องมีเครื่องชั่งแยกต่างหากสำหรับปูนซีเมนต์ มวลรวมละเอียด และมวลรวมหยาบ พร้อมทั้งเครื่องชั่งหรือเครื่องตวงสำหรับน้ำ และสารผสมเพิ่มแยกต่างหากเป็นอิสระแก่กัน นอกจากนั้นอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยระบบการขนส่งวัสดุเข้าเครื่องผสมที่มีประสิทธิภาพ สามารถป้องกันวัสดุมิให้ตกหล่นออกข้างนอก และป้องกันมิให้น้ำฝนสาดหรือซึมเข้า ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแผนการดำเนินงาน การตรวจสอบความแม่นยำของการทำงานของเครื่องให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนจึงเริ่มประกอบติดตั้งเครื่อง

(2) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมน้ำหนักหรือลูกตุ้มมาตรฐานพร้อมอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับทำการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่งและเครื่องตวง โดยต้องครอบคลุมจากขีดศูนย์ถึงขีดสูงสุดของหน้าปัดของเครื่องชั่งและเครื่องตวง และการทดสอบความถูกต้องจะต้องดำเนินการโดยผู้รับจ้างเป็นครั้งคราวตามวิธีการที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด จากนั้นผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขซ่อมแซม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ตามความจำเป็น เพื่อให้เครื่องควบคุมอัตราส่วนผสมอยู่ในสภาพสมบูรณ์

(3) การลำเลียงวัสดุต่างๆ จากเครื่องชั่ง ตวง วัด ไปยังเครื่องผสมคอนกรีต จะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อน

(4) เครื่องชั่งที่ใช้จะต้องติดตั้งบนโครงสร้างที่มั่นคง แยกเป็นอิสระจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถมองเห็นได้ชัดเจนทั้งหมด โดยเครื่องชั่งจะต้องอ่านได้ละเอียดถึง 0.001 เท่าของความสามารถสูงสุดของเครื่องชั่ง

(5) ผู้รับจ้างจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อใช้วัดค่าความชื้นของมวลผสมคอนกรีต

(6) อุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนผสมจะต้องได้รับการออกแบบให้สามารถปรับอัตราส่วนผสมเพื่อชดเชยกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นของมวลผสมคอนกรีต หรือการเปลี่ยนส่วนผสมใหม่ได้ทันที

(7) กลไกในการจ่ายน้ำไปยังเครื่องผสมคอนกรีต ต้องไม่มีน้ำรั่วซึมได้ขณะปิดประตู การทำงานของระบบเติมน้ำและจ่ายน้ำต้องเป็นแบบประสานเกี่ยวเนื่องกันคือ ในขณะที่ประตูเติมน้ำยังปิดไม่สนิท ประตูจ่ายน้ำจะเปิดออกไม่ได้ และถ้าการจ่ายน้ำใช้วัดด้วยมิเตอร์ ตัวมิเตอร์จะต้องอ่านได้ละเอียดถึง 0.5 ลิตรเป็นอย่างน้อย

(8) การควบคุมอัตราส่วนผสมของสารเคมีผสมเพิ่ม จะต้องชั่ง หรือตวง และจ่ายเข้าเครื่องผสมแยกเป็นอิสระสำหรับแต่ละชนิด และต้องมีเครื่องชั่ง หรือตวงที่มีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำสูง สามารถบังคับควบคุมและอ่านค่าได้ง่าย

(9) เครื่องควบคุมจะต้องมีอุปกรณ์แสดงและบันทึกเลขหมายของการผสม พร้อมทั้งแสดงอัตราส่วนผสมและปริมาณวัสดุที่ใช้

3.12.2 เครื่องผสมคอนกรีต

(1) ผู้รับจ้างอาจใช้เครื่องผสมคอนกรีตชนิดตั้งอยู่กับที่ หรือชนิดติดตั้งบนรถบรรทุกก็ได้ โดยเครื่องผสมดังกล่าวจะต้องสามารถผสมปูนซีเมนต์ มวลผสมคอนกรีต น้ำ และสารเคมีผสมเพิ่มให้เป็นเนื้อเดียวกันภายในเวลาผสมที่กำหนด และสามารถจ่ายคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกตัวของส่วนผสม

(2) เครื่องผสมคอนกรีตชนิดตั้งอยู่กับที่จะต้องประกอบด้วยตัวโม้ผสมคอนกรีตชนิดวางเอียง และกรวยจ่ายคอนกรีต โดยต้องมีแท่นหรือพื้นยกระดับสำหรับผู้ควบคุมเครื่องผสมจัดวางในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมเครื่องสามารถมองเห็นคอนกรีตภายในโม้ผสมในขณะที่ผสมและขณะจ่ายคอนกรีตออกจากโม้ได้อย่างทั่วถึงชัดเจน และต้องมีแท่นหรือพื้นยกระดับที่สามารถเดินจากห้องควบคุมเพื่อตรวจสอบสภาพคอนกรีตภายในโม้ขณะผสม

(3) ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจทำการทดสอบประสิทธิภาพของไม่ผสมตามวิธีการที่กำหนดใน ASTM C94 "Specification for Ready-Mixed Concrete" โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งเปลี่ยนแปลง เพิ่มหรือลดระยะเวลาในการผสมให้สอดคล้องกับประสิทธิภาพการทำงานของไม่ผสม โดยปกติเมื่อบรรจุวัสดุต่างๆ ลงในไม่ผสมจนครบแล้ว จะต้องให้ไม่ผสมหมุนด้วยอัตราความเร็วสม่ำเสมออย่างน้อยจำนวน 12 รอบ โดยปริมาณของวัสดุที่ใช้ผสมแต่ละไม่ต้องไม่เกินปริมาณความจุของไม่ผสมตามที่กำหนดโดยโรงงานผู้ผลิตไม่ผสมนั้นๆ และห้ามทำการผสมคอนกรีตด้วยอัตราความเร็วเกินกว่าที่ทางโรงงานกำหนด

(4) ห้ามเติมน้ำลงในไม่ผสมเพื่อปรับความชื้นเหลวของคอนกรีต หากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นควรให้เพิ่มความชื้นเหลว จะต้องเติมน้ำและปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับหรือน้อยกว่าอัตราส่วนผสมคอนกรีตเดิมแล้วผสมให้เข้าทั่วถึง และผู้รับจ้างจะต้องบันทึกปริมาณน้ำและปูนซีเมนต์ทั้งหมดที่ใช้ผสมคอนกรีตในแต่ละไม่ให้อย่างละเอียดถูกต้อง และให้มอบบันทึกนี้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(5) เครื่องผสมคอนกรีตชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก จะต้องสามารถผลิตคอนกรีตสำเร็จให้มีค่ายุบตัวตามที่กำหนด และจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) มาตรวัดปริมาณน้ำผสมคอนกรีตส่วนที่ฉีดออกจากถังน้ำที่ติดอยู่บนรถบรรทุก โดยต้องมีความแม่นยำสูง
- 2) เครื่องมือสำหรับวัดจำนวนรอบการหมุนของไม่ผสม
- 3) อุปกรณ์สำหรับการเติมน้ำจากถัง โดยต้องฉีดน้ำออกด้วยแรงดันให้กระจายอย่างทั่วถึงจากหน้าไม่ถึงท้ายไม่

3.13 การลำเลียง การเท และการทำให้คอนกรีตแน่น

3.13.1 การลำเลียงคอนกรีต

วิธีการ เครื่องมือ และระยะเวลาที่ใช้ในการลำเลียงคอนกรีตเพื่อเทลงแบบ ณ จุดก่อสร้างจะต้องสามารถลำเลียงคอนกรีตไปยังแบบให้เร็วที่สุด โดยจะต้องไม่ทำให้มวลรวมหยาบเกิดการแยกตัว (Segregation) ออกจากปูนทราย

3.13.2 การเทคอนกรีตบนดิน

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมชั้นดินที่จะเทคอนกรีตทับ โดยต้องขุดดินให้ลึกถึงระดับตามแบบ โดยที่ระดับดังกล่าวจะต้องปราศจากตอไม้และวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์ และให้ขุดลึกจากระดับที่ต้องการอีกอย่างน้อย 30 เซนติเมตร แล้วถมดินกลับพร้อมบดอัดแน่นให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor Compaction Test ก่อนเทคอนกรีตจะต้องตกแต่งผิวหน้าดินให้เรียบ ปลูกด้วยหินย่อย กรวด หรือทราย หยาประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ

3.13.3 การเทคอนกรีตบนหิน

ผิวหน้าของชั้นหินที่จะเทคอนกรีตทับ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อ และทำความสะอาดรอยแตก รอยแยกของหินจนถึงเนื้อหินที่มั่นคงแข็งแรงทั้งด้านล่าง และด้านข้างทุกด้านก่อน จากนั้นจึงอุดรอยแตกดังกล่าวด้วยมอร์ตาร์หรือคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดผิวหน้าของหินให้ปราศจากเศษหิน น้ำมัน โคลน ฝุ่น

หรือสิ่งใดๆ ที่เคลือบผิวหน้าหิน ด้วยการฉีดพ่นด้วยลม-น้ำ ความดันสูง (Air-Water Jets) หรือวิธีการอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพให้ผลดีตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ก่อนที่จะเทคอนกรีตทับ ผู้รับจ้างจะต้องฉีดพรมน้ำให้ผิวหน้าหินให้ชื้นอยู่เสมอเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ก่อนการเทคอนกรีตและในขณะที่เทคอนกรีตนั้น ผิวหน้าหินจะต้องอยู่ในสภาพชื้น แต่ต้องไม่มีน้ำขัง

3.13.4 การทำให้คอนกรีตแน่น

การเทคอนกรีตจะต้องทำให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ให้มีโพรงในเนื้อคอนกรีต และให้เนื้อคอนกรีตเบียดแน่นกับผิวของแบบ และจับยึดเหล็กที่ฝังไว้แน่น การเขย่าคอนกรีตในโครงสร้างต่างๆ ต้องใช้เครื่องเขย่าให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (Immersion Type Vibrator) และชนิดติดกับแบบ (Form Vibrator) สำหรับชนิดหัวจุ่มจะต้องสั่นได้อย่างน้อย 7 000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต และชนิดติดกับแบบจะต้องสั่นได้อย่างน้อย 8 000 ครั้งต่อนาที ในการทำให้คอนกรีตแน่นแต่ละชั้นด้วยเครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่ม เครื่องเขย่าจะต้องตั้งให้ได้ฉากและจุ่มลงไปถึงคอนกรีตชั้นล่างที่ได้ทำการเขย่าเรียบร้อยแล้วเล็กน้อย ระยะห่างของการจุ่มแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวสั่นระยะเวลาในการจุ่มหัวสั่นลงในคอนกรีตอย่าให้เร็วหรือนานเกินไป ควรใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีต่อจุดเพื่อให้คอนกรีตที่เทใหม่เชื่อมกับคอนกรีตที่ได้เทไปก่อนแล้ว จะต้องไม่เทคอนกรีตเพิ่มเข้าไปอีกจนกว่าจะได้เขย่าคอนกรีตก่อนหน้าได้อย่างทั่วถึงกันดีแล้ว ในขณะที่เขย่าจะต้องระมัดระวังไม่ให้หัวสั่นสัมผัสกับผิวหน้าของแบบ การทำให้คอนกรีตที่มีความหนาน้อยๆ เช่น คอนกรีตถนน หรือคอนกรีตคาดคลองเชื่อมแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน ควรใช้เครื่องเขย่าชนิดติดกับแบบ (Form Vibrator) โดยผู้รับจ้างจะต้องเลื่อนจุดยึดเครื่องเขย่าไปจนทั่วผิวคอนกรีต

3.13.5 การแต่งผิวหน้าคอนกรีต

ในการเทคอนกรีตแต่ละชั้น ผู้รับจ้างจะต้องให้ความสนใจในการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตส่วนผิวบนเป็นพิเศษ โดยต้องให้มีการเขย่าให้คอนกรีตแน่นตามกำหนด สำหรับผิวหน้าของคอนกรีตชั้นบนสุดที่เทในแบบเปิดและไม่มีงานเทคอนกรีตหรืองานถมบดอัดกลับทับบนคอนกรีตนั้น ให้ผู้รับจ้างแต่งผิวหน้าให้เรียบร้อยตามวิธีการที่กำหนดและให้มีระดับและรูปทรงเป็นไปตามที่แสดงในแบบ

3.13.6 การเทคอนกรีตในน้ำ

การเทคอนกรีตในน้ำจะกระทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติเป็นการพิเศษ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการและอุปกรณ์ที่จะใช้ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบคุณภาพของคอนกรีตให้เป็นไปตามข้อกำหนดทุกประการ

3.13.7 การใช้เครื่องสูบลมคอนกรีต

เมื่อได้รับการพิจารณาอนุมัติ ผู้รับจ้างอาจทำการเทคอนกรีตด้วยวิธีใช้เครื่องสูบลมแบบไม่อัดลม โดยเครื่องและอุปกรณ์รวมทั้งวิธีการดังกล่าวจะต้องสามารถนำไปใช้กับการเทคอนกรีตที่มีส่วนผสมทุกแบบตามที่กำหนดโดยไม่ก่อให้เกิดการแยกตัวหรือเกิดการอุดตันของส่วนผสม เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อจะต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่าของขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบ

ในขณะที่ขออนุมัติใช้เครื่องสูบน้ำคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องสาธิตการทำงานของเครื่อง อุปกรณ์ และวิธีการให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างตรวจสอบก่อนกำหนดเวลาที่จะเริ่มใช้เครื่องนั้นเป็นเวลาอย่างน้อย 15 วัน โดยผู้รับจ้างจะต้องแสดงให้เห็นว่าเครื่องดังกล่าวสามารถสูบน้ำคอนกรีตที่มีส่วนผสมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเป็นผู้เลือกให้ทดสอบ ในการสาธิตนี้ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งเครื่องพร้อมสายยาวไม่น้อยกว่า 100 เมตร ในแนวราบ และไม่น้อยกว่า 30 เมตร ในแนวตั้ง และต้องทำการสูบน้ำคอนกรีตได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างในปริมาณไม่น้อยกว่า 8 ลูกบาศก์เมตร

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการประกอบ-ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ การจัดหาวัสดุและผลิตคอนกรีต รวมทั้งกิจกรรมอื่นๆ ในการสาธิตการทำงานของเครื่องสูบน้ำคอนกรีตนี้เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น อุปกรณ์และวิธีการใดๆ ที่ใช้ในการทดสอบหากให้ผลไม่เป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไข

3.13.8 การเทคอนกรีตปริมาณมาก (Mass Concrete)

(1) คอนกรีตปริมาณมาก (Mass Concrete) หมายถึงคอนกรีตที่มีส่วนแคบที่สุดเกินกว่า 1.50 เมตร

(2) ผู้รับจ้างจะต้องควบคุมอุณหภูมิภายนอกและภายในคอนกรีตให้ต่างกันไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส โดยอาจใช้ท่อหล่อเย็น (Cooling Pipe) หรือทำให้วัสดุผสมคอนกรีตมีอุณหภูมิต่ำ (Pre-Cool) เช่น ใช้น้ำแข็งแทนน้ำ หรือทำให้วัสดุผสมเย็นตัวลงก่อนนำไปผสมคอนกรีต หรืออาจใช้เถาลอยในส่วนผสมคอนกรีต ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(3) หากผู้รับจ้างไม่ดำเนินการตามข้อ (2) จะยินยอมให้เทคอนกรีตได้ความหนาสูงสุด 2 เมตร แล้วปล่อยให้อุณหภูมิลดลงเป็นเวลา 5-7 วัน แล้วจึงเทคอนกรีตเป็นชั้นๆ ต่อไปได้

ผู้รับจ้างต้องติดตามตรวจสอบอุณหภูมิภายในที่แตกต่างกันตลอดเวลาเป็นช่วงๆ การวัดอุณหภูมิจะวัดที่จุดหรือบริเวณใดๆ ดังนี้

1) สูงจากผิวด้านล่างที่จะเทคอนกรีตขึ้นมา $\frac{h}{4}$, $\frac{h}{2}$ และ $\frac{3}{4}h$ (h คือ ความสูงทั้งหมดของส่วนที่จะเทคอนกรีต)

2) ที่จุดกึ่งกลางความหนาคอนกรีต

3) แต่ละจุดที่จะวัดอุณหภูมิต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างต้องบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของคอนกรีต และการทำงานของระบบหล่อเย็น ข้อมูลต่างๆ ที่ต้องบันทึกประกอบด้วย

1) บันทึกอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดประจำวัน

2) ตำแหน่ง และวันที่เทคอนกรีต และทำระบบหล่อเย็น

3) อุณหภูมิขณะเทคอนกรีต

4) เมื่อมีการใช้น้ำไหลเวียนเพื่อหล่อเย็นชั่วคราว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการดังนี้

- วัดอุณหภูมิน้ำที่จุดก่อนและหลังการไหลเวียนของน้ำในเนื้อคอนกรีต
- บันทึกวันที่ถอด และประกอบระบบหล่อเย็นตามอายุคอนกรีต

- บันทึกอุณหภูมิคอนกรีตเป็นเวลา 8 วัน นับจากวันที่เทคอนกรีต โดยทำการวัดอุณหภูมิวันเว้นวันจากวันที่ 2 ถึงวันที่ 14 หลังเทคอนกรีต ถัดจากนี้ให้วัดเป็นรายสัปดาห์เป็นระยะเวลา 3 เดือน ข้อมูลทุกชนิดที่เกี่ยวกับอุณหภูมิของคอนกรีตและการทำงานเกี่ยวกับการหล่อเย็นให้เสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างภายใน 24 ชั่วโมง หลังการบันทึกค่า

3.14 งานแบบหล่อ (Form Works)

โดยทั่วไปการดำเนินงานสำหรับงานแบบหล่อ ให้ผู้รับจ้างปฏิบัติตามข้อกำหนดใน ACI 347 "Recommended Practice for Concrete Formwork" ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบสำหรับหล่อคอนกรีตให้มีขนาดรูปร่าง แนว และระดับตามที่กำหนด โดยต้องจัดทำให้มีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงดันที่เกิดจากการเทคอนกรีตและการสั่นคอนกรีตโดยไม่เกิดการเคลื่อนตัวของแบบหล่อ และก่อนเริ่มงานแบบหล่อ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์จัดทำแบบหล่อ เช่น ขนาด รูปร่าง คุณภาพและความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังคงต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายทั้งหมดอันอาจเกิดจากงานแบบหล่ออย่างเต็มที่

สำหรับแบบหล่อคอนกรีตผิวเปิด (Exposed Surfaces) หรือแบบหล่อที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง เช่น แบบหล่อคอนกรีตช่องทางน้ำ จะต้องบุผิวหรือจัดทำด้วยแผ่นเหล็ก หรือไม้อัดที่มีผิวเรียบ ปราศจากรอยตำหนิใดๆ โดยผู้รับจ้างต้องรักษาสภาพของผิวแบบหล่อดังกล่าวให้ดียู่เสมอ หากมีจุดบกพร่องใดๆ เกิดขึ้นจะต้องเปลี่ยนใหม่ทันที

3.14.1 วัสดุสำหรับแบบหล่อ

วัสดุสำหรับงานแบบหล่อที่ใช้ทำงานคอนกรีต ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดรายละเอียดด้านวิศวกรรม ตามรายละเอียดดังนี้

(1) ไม้ที่ใช้ทำแบบหล่อต้องไม่มีการบิดโค้ง แผ่นไม้ควรมีความหนาคงที่ ไม่มีรอยแตกหรือตำหนิ

(2) เหล็กที่ใช้ทำแบบหล่อเป็นเหล็กแผ่นมีความหนาเพียงพอ ประกอบเข้ากับโครงเหล็กตามแบบหล่อ หรือเป็นแบบหล่อที่ทำจากแผ่นไม้กระดาน แล้วบุด้วยเหล็กแผ่นบาง

3.14.2 แบบหล่อสำหรับอาคารระบายน้ำล้น

แบบหล่อคอนกรีตสำหรับอาคารระบายน้ำล้นส่วนที่เป็น Ogee และ Chute จะต้องได้รับการยึดตรึงให้อยู่กับที่ขณะทำการสั่นคอนกรีต และต้องหล่อคอนกรีตให้ได้รูปร่าง แนว และระดับ ตามที่กำหนด โดยวิธีใช้แบบหล่อชนิดรางเลื่อน (Slipform) ที่บุผิวด้วยเหล็กกล้า และสามารถเลื่อนตัวได้ตามความยาวและความกว้างที่เหมาะสม หรือด้วยวิธีการอื่นใดที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของแบบหล่อดังกล่าวเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาเห็นชอบภายในกำหนดเวลาไม่น้อยกว่า 90 วัน ก่อนวันเริ่มใช้งาน แบบหล่อชนิดรางเลื่อนจะต้องได้รับการออกแบบและจัดทำให้สามารถเลื่อนได้จากจุดต่ำสุดจนถึงจุดสูงสุดของอาคาร พร้อมทั้งต้องติดแท่นยกพื้นเพื่อความสะดวกในการทำงาน อีกทั้งต้องสามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนตัวของแบบหล่อได้อย่างสมบูรณ์

สำหรับการสั่นคอนกรีตให้ใช้เครื่องเขย่าแบบหัวจุ่ม โดยต้องสั่นคอนกรีตที่เทไว้แล้วให้เสร็จจึงเคลื่อนแบบหล่อต่อไปได้ การเลื่อนแบบหล่อให้กระทำในทิศทางจากส่วนล่างสุดของอาคารเคลื่อนขึ้นไปยังส่วนบนในอัตราความเร็วคงที่และสม่ำเสมอสอดคล้องกับอัตราการเทคอนกรีต และให้ผู้รับจ้างตั้งแบบหล่อข้างตรงจุดที่จัดทำเป็นรอยต่อเพื่อการหลุดตามแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

3.14.3 แบบหล่อสำหรับงานคอนกรีต Shaft

แบบหล่อสำหรับใช้หล่องานคอนกรีต Shaft จะต้องจัดให้มีช่องเปิดจำนวนเพียงพอที่จะทำการตรวจสอบ และทำการสั่นคอนกรีตที่เทในด้านหลังของแบบหล่อ โดยช่องเปิดดังกล่าวจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.45 x 0.60 เมตร และจัดทำทุกๆ ระยะห่างประมาณ 2.0 เมตร ทางแนวตั้ง หรือ 2.5 เมตร ทางแนวราบ โดยวัดจากแนวศูนย์กลางของช่องเปิด แล้วแต่ค่าใดค่าหนึ่งที่ทำให้ได้จำนวนช่องเปิดมากกว่า

3.14.4 แบบหล่อสำหรับคอนกรีตผิวโค้ง

แบบหล่อสำหรับงานผิวโค้ง ต้องสร้างให้แบบหล่อโค้งตามแบบกำหนด แนวอ้างอิง ระยะราบ ระยะโค้งตลอดแนวเส้นโค้ง ผู้รับจ้างจะต้องประเมินแนวโค้งระหว่างหน้าตัดที่กำหนดเพื่อก่อสร้างแบบหล่อให้ได้โค้งอย่างต่อเนื่อง ภายหลังจากถอดแบบหล่อ หากผิวหน้าคอนกรีตไม่ได้โค้งตามแบบ หรือผิวหน้าไม่เรียบต้องทำการแก้ไข

3.14.5 เหล็กยึดแบบ

เหล็กเส้นที่ยึดแบบเพื่อยึดให้แบบแน่นขณะเทคอนกรีตนั้นจะต้องคงไว้ในเนื้อคอนกรีต เมื่อถอดแบบหล่อออกแล้วต้องมีปลายอยู่ลึกจากผิวคอนกรีตไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร หรือฝังไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของขนาดเหล็กยึดแบบ

อนึ่ง ผู้รับจ้างจะต้องนำรายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กยึดแบบที่ประสงค์จะใช้งานเสนอต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติ สำหรับตัวยึดปลายของเหล็กยึดแบบที่ฝังในเนื้อคอนกรีตจะต้องเลือกชนิดที่ถอดออกแล้วจะเหลือรูซึ่งมีรูปร่างเรียบร้อยสวยงาม สำหรับผิวของอาคารส่วนที่เป็นคอนกรีตเปลือย ผู้รับจ้างจะต้องอุดรูเหล่านี้ด้วยวิธี Drypack

3.14.6 การทำความสะอาดแบบหล่อและทาน้ำมันเคลือบแบบหล่อ

ผู้รับจ้างจะต้องดูแลรักษาผิวหน้าของแบบหล่อในขณะที่ทำการเทคอนกรีตให้สะอาดปราศจากคราบน้ำปูน ปูนทราย หรือวัสดุอื่นใด อันอาจทำให้คอนกรีตเสียหาย หรือเป็นสาเหตุให้ผิวหน้าของคอนกรีตไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับความเรียบร้อยของผิวคอนกรีต

ก่อนการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องเคลือบผิวหน้าของแบบหล่อด้วยน้ำมันเคลือบแบบหล่อ โดยน้ำมันดังกล่าวจะต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันผิวคอนกรีตไม่ให้ติดกับแบบหล่ออย่างมีประสิทธิภาพ และจะต้องไม่ทำให้ผิวหน้าคอนกรีตเปราะเปื้อน ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังไม่ให้น้ำมันหยดลงบนผิวหน้าคอนกรีตเก่าซึ่งจะเทคอนกรีตใหม่ทับ

3.14.7 การถอดแบบหล่อ

ผู้รับจ้างจะต้องถอดแบบหล่อด้วยความระมัดระวังโดยไม่เกิดความเสียหายต่อคอนกรีต และให้ดำเนินการอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะปฏิบัติได้เพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าในการบ่ม และซ่อมผิวคอนกรีต แต่ทั้งนี้การถอดแบบหล่อจะกระทำได้อีกต่อเมื่อเมื่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติแล้วเท่านั้น โดยต้องรอจนกระทั่งคอนกรีตมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เกิดความเสียหายต่อการรับกำลังของคอนกรีต

สำหรับระยะเวลาโดยประมาณที่จะถอดแบบและค้ำยันบางส่วนของงานคอนกรีตให้ออนโลมตามข้อกำหนดดังนี้ คือ

- แบบหล่อด้านข้างของตอม่อ เสา และคานที่ไม่รับน้ำหนัก 2 วัน
- แบบหล่อใต้ท้องคานและแผ่นพื้น 21 วัน
(หรือเมื่อคอนกรีตจะมีกำลังอัดไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าที่ออกแบบ)
- ค้ำยันใต้ท้องคาน 28 วัน
(หรือเมื่อคอนกรีตมีกำลังอัดร้อยละ 100 ของค่าที่ออกแบบ)

ในกรณีที่ต้องการถอดแบบหล่อออกก่อนกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องมีเอกสารแสดงว่ากำลังอัดของคอนกรีตนั้นมีค่าเท่ากับหรือมากกว่ากำลังอัดที่ใช้ในการออกแบบ แล้วเสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อน

ความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการถอดแบบหล่อนั้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการแก้ไขซ่อมแซม และบ่มคอนกรีตตามกำหนดทันที โดยจะไม่มีเงินเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างไม่ว่าในกรณีใดๆ ทั้งสิ้น

3.15 การซ่อมคอนกรีต

การซ่อมคอนกรีตจะต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญงาน และจะกระทำได้อีกต่อเมื่อมีผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำกับอยู่ด้วยเท่านั้น นอกจากจะได้รับการเห็นชอบเป็นอย่างอื่น คอนกรีตที่ใช้แบบหล่อถ้ามีการซ่อมจะต้องทำให้เสร็จภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากถอดแบบหล่อ คอนกรีตที่เป็นรวงผึ้ง แตกร้าว หรือเสียหายอย่างอื่นใด จะต้องสกัดส่วนที่เสียหายออกจนหมด จากนั้นจึงซ่อมแล้วแต่งให้ได้ผิวหน้าตามแนวที่กำหนดด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack), ปูนทรายเปียก (Mortar), คอนกรีต (Concrete), Epoxies หรือ Non-shrink Concrete ตามความเหมาะสม

3.15.1 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack)

การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง ใช้ในการซ่อมความเสียหายที่เป็นรูแบบๆ ที่มีขนาดความลึกไม่น้อยกว่าความกว้างของรู หรือร่องดินๆ ที่เขาขึ้นเพื่อซ่อมรอยร้าวสำหรับอุดรูที่อัดน้ำปูนสำหรับอุดรูหัวนอต เหล็กยึดแบบ ซึ่งปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้อุดด้านหลังเหล็กเสริมหรือรูที่ทะลุลอดหน้าตัดของคอนกรีต และจะต้องมีอัตราส่วนปูนต่อทราย เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร

3.15.2 การซ่อมด้วยคอนกรีต (Concrete)

การซ่อมด้วยคอนกรีตจะใช้สำหรับซ่อมความเสียหายที่เป็นรูซึ่งทะลุลงหน้าตัดของคอนกรีต และไม่มีเหล็กเสริมขวางอยู่ ซึ่งมีเนื้อที่มากกว่า 300 x 300 ตารางมิลลิเมตร และลึกกว่า 100 มิลลิเมตร หรือสำหรับรูในคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมขวางอยู่ มีเนื้อที่มากกว่า 150 x 150 ตารางมิลลิเมตร และลึกเลยเหล็กเสริมเข้าไป และจะต้องมีอัตราส่วนปูนต่อทรายต่อหินย่อย เท่ากับ 1 : 1 : 1 โดยปริมาตร โดยใช้หินย่อยขนาดโตสุดไม่ใหญ่กว่า $\frac{1}{2}$ นิ้ว

3.15.3 การซ่อมด้วยปูนทราย (Mortar)

การซ่อมด้วยปูนทรายใช้ซ่อมผิวคอนกรีตที่เป็นแอ่งหรือร่องที่กว้างเกินกว่าที่จะใช้ปูนทรายแห้งได้ และตื้นเกินกว่าที่จะใช้คอนกรีตอุดได้ และจะต้องไม่ลึกกว่าผิวหน้าเหล็กเสริม โดยใช้อัตราส่วนปูนต่อทราย เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร

3.15.4 Epoxies และ Non-Shrink

ใช้ในกรณีที่ต้องการซ่อมคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดสูงๆ

รายละเอียดการซ่อมคอนกรีตให้ถือตามคำแนะนำใน Concrete Manual พิมพ์ครั้งที่ 7 บทที่ 7 ของ U.S. Bureau of Reclamation)

3.16 การป้องกันผิวหน้าคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้วแต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดี หากเกิดฝนตก ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุมาปิดผิวหน้าคอนกรีตเพื่อป้องกันผิวหน้าคอนกรีตถูกฝนชะล้าง ถ้าจะป้องกันโดยใช้กระสอบคลุมจะต้องไม่ใช่กระสอบที่เคยใส่น้ำตาล เกลือ หรือปุ๋ย โดยจะต้องจัดเตรียมให้พร้อมก่อนเริ่มการเททุกครั้ง

3.17 การบ่มคอนกรีต

เพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตระเหยออกได้ จำเป็นจะต้องป้องกันผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศและโดนแสงแดดเผาโดยการบ่มด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

3.17.1 การบ่มด้วยน้ำ

คอนกรีตเมื่อผิวหน้าแข็งตัวดีแล้วจะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลาทันทีไม่น้อยกว่า 7 วัน สำหรับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ล้วน และไม่น้อยกว่า 14 วัน สำหรับคอนกรีตที่ใช้เถ้าลอยไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ และไม่น้อยกว่า 21 วัน สำหรับคอนกรีตที่ใช้เถ้าลอยเกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ และสำหรับคอนกรีตที่ใช้แร่ผสมเพิ่มอื่นให้บ่มไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป ผิวหน้าคอนกรีตจะต้องรักษาไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลาโดยการหล่อน้ำข้างไว้ คลุมด้วยวัสดุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

3.17.2 การบ่มด้วยสารเคมีบ่มคอนกรีต (Curing Compound)

การบ่มคอนกรีตด้วยสารเคมีบ่มคอนกรีต โดยปกติจะใช้เมื่อไม่สามารถบ่มด้วยน้ำได้ โดยใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้าคอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้สารเคมีบ่มคอนกรีต 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร สารเคมีบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุกรมชลประทาน

การพ่นหรือทาสารเคมีบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำหลังจากผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้ง แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อ ทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องพ่นหรือทาสารเคมีบ่มคอนกรีตลงไปทันที ห้ามพ่นหรือทาลงบนผิวคอนกรีตที่จะต้องเทคอนกรีตทับหรือฉาบผิวโดยเด็ดขาด

3.18 การทำเครื่องหมายบนผิวหน้าคอนกรีต

เมื่อคอนกรีตแข็งแห้งสนิทแล้วให้ทำเครื่องหมายแสดงวัน เดือน ปี ที่ทำการเทคอนกรีตนั้นไว้บนผิวคอนกรีตด้วยการทาสีให้สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบภายหลัง

3.19 ความคลาดเคลื่อนของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

ความคลาดเคลื่อนในที่นี้ หมายถึง ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นจากวิธีการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างงานคอนกรีตทั้งหมดให้ได้ตามแนวระดับและขนาดที่ระบุไว้ในแบบ แต่เมื่อทำด้วยความระมัดระวังอย่างดีที่สุดแล้วยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ซึ่งความคลาดเคลื่อนนั้นจะต้องไม่เกินขีดที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะไม่ยอมรับความคลาดเคลื่อนนั้นเมื่อพิจารณาเห็นว่าจะมีผลกระทบต่อโครงสร้าง รูปร่าง และการใช้งานของอาคาร งานที่ไม่ยอมรับนี้ผู้รับจ้างจะต้องรื้อ หรือทุบออกแล้วทำการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

3.19.1 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับคอนกรีตเสริมเหล็ก

ก. ความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่ง

- 1) แนวหรือผิวของเสา ตอม่อ กำแพง และแนวที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนอื่นๆ

ส่วนสูงทุกๆ ระยะ 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.006 เมตร

ตลอดความสูงของอาคาร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.025 เมตร

- 2) เสาที่อยู่ตรงมุม หรือ Grooves ของ Control Joints ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ครึ่งหนึ่งของข้อ (ก-1)

ของข้อ (ก-1)

ข. ความคลาดเคลื่อนของระดับจากที่ระบุไว้ในแบบ

- 1) พื้น เพดาน และคาน

สูง 3 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.006 เมตร

สูง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.012 เมตร

สูง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.025 เมตร

2) ธรณีประตู่ หน้าต่าง ราวลูกกรง และส่วนที่เห็นได้ชัดเจนอื่นๆ ยอมให้คลาดเคลื่อนเป็นครึ่งหนึ่งของข้อ (ข-1)

ค. ความคลาดเคลื่อนในแนวราบจากตำแหน่งที่กำหนดไว้

1) ช่วง 6 เมตร ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.006 เมตร

2) ช่วง 12 เมตร หรือมากกว่า ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.012 เมตร

ง. ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งหรือขนาดของช่องเปิดที่พื้นหรือกำแพง

ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.012 เมตร

จ. ความคลาดเคลื่อนของความหนาของพื้น (Slab) หรือกำแพง

ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.006 เมตร

ฉ. ความคลาดเคลื่อนของฐานราก (Footing)

1) ความคลาดเคลื่อนของขนาดในแนวราบยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ -0.012 เมตร ถึง +0.05 เมตร

2) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการผิดตำแหน่ง ยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ร้อยละ 2 ของความกว้างของด้านที่วางคลาดเคลื่อนแต่ไม่เกิน 0.05 เมตร

3) ความคลาดเคลื่อนของความหนา ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ร้อยละ -5 ของความหนาที่กำหนดให้

3.19.2 ความคลาดเคลื่อนของการวางเหล็กเสริม

ก. ความคลาดเคลื่อนของ Covering หรือ Effective Depth ที่ใช้สำหรับ Moment

1) 0.05 เมตร Covering ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.009 เมตร

2) 0.08 เมตร Covering ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.012 เมตร

ข. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก Side Movement

ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± 0.025 เมตร

3.20 การ Grout คอนกรีต

บริเวณที่แบบระบุให้ทำการ Grout ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งท่อเหล็กผิวบางขนาดตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง ก่อนฝังท่อเพื่อ Grout จะต้องทำความสะอาดจนปราศจากสิ่งสกปรก เช่น น้ำมัน ต้องติดตั้งท่อให้มีความมั่นคงในระหว่างเทคอนกรีต เมื่อติดตั้งท่อ Grout แล้ว ก่อนเทคอนกรีตจะต้องมีการทดสอบโดยการอัดลมเข้าไป ซึ่งลมจะต้องไหลผ่านท่อโดยสะดวกจนเป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ถ้าพบว่าท่ออุดตันหรือลมเดินไม่สะดวกจะต้องทำความสะอาดหรือเปลี่ยนท่อใหม่

3.21 Blockout

กรณีที่ทีมงานโลหะฝังติดอยู่กับคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Blockout ของคอนกรีตบริเวณนั้นไว้ เพื่อให้สามารถติดตั้งงานโลหะนั้นได้ตามแบบ หลังจากการติดตั้งงานโลหะแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องเทคอนกรีตลงไปให้เต็มตามแบบ

ก่อนที่จะเทคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องทำผิว Blockout ให้ขรุขระ และทำความสะอาดเสียก่อน การเทคอนกรีตต้องกระทำต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง คอนกรีตที่เทลงไปใน Blockout ต้องให้ชิดเกาะกับโลหะเป็นอย่างดี ต้องไม่มีช่องว่างในซอกใดๆ ผิวนอกของคอนกรีตต้องแต่งให้เรียบร้อย

3.22 การเก็บตัวอย่างวัสดุก่อสร้างเพื่อทำการทดสอบและกำหนดอัตราส่วนผสม

ก่อนที่จะเริ่มงานก่อสร้าง จะต้องส่งตัวอย่างวัสดุก่อสร้างไปทำการตรวจสอบคุณภาพและกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตที่ห้องปฏิบัติการในสนาม หรือสำนักวิจัยและพัฒนาเสียก่อนทุกครั้ง ตามปริมาณที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

3.22.1 ปริมาณวัสดุที่ใช้เพื่อการทดสอบคุณภาพก่อนนำมาใช้งาน (ต่อ 1 ตัวอย่าง)

(1) ปูนซีเมนต์ (ถุงละ 50 กิโลกรัม)	1	ถุง
(2) ทราย	25	กิโลกรัม
(3) หินย่อย หรือกรวด (แต่ละขนาด)	25	กิโลกรัม
(4) หินใหญ่ ขนาด 0.20 – 0.40 เมตร	4	ก้อน
(5) เหล็กเส้นยาวท่อนละ 0.60 เมตร (แต่ละขนาด)	3	เส้น
(6) เหล็กชนิดอื่นนอกเหนือจากเหล็กเส้น มีขนาดและรูปร่างขึ้นทดสอบตามมาตรฐาน		

กำหนด (แต่ละขนาด)

ทดสอบแรงดึงและส่วนยืด	3	ท่อน
ทดสอบการคัดโค้งเย็น (ถ้ามี)	3	ท่อน
ทดสอบความแข็ง (ถ้ามี)	3	ท่อน
(7) แร่ผสมเพิ่ม	10	กิโลกรัม
(8) สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต ชนิดผง	1	กิโลกรัม
ชนิดน้ำ	$\frac{1}{2}$	แกลลอน
(9) สารเคมีบ่มคอนกรีต	1	ลิตร
(10) ยางกันน้ำ ยาวท่อนละ 0.30 เมตร (แต่ละชนิด)	1	ท่อน
(11) แผ่นใยไผ่รอยต่อคอนกรีต ขนาด 0.30 x 0.30 เมตร	1	แผ่น
(12) แผ่นใยสังเคราะห์ ขนาด 1.50 x 1.50 เมตร	1	แผ่น
(13) ก่อถ่วงลดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Gabions (แต่ละขนาด)	1	ก่อก

- (14) กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Mattress (แต่ละขนาด) 1 กล่อง
- 3.22.2 ปริมาณวัสดุที่ใช้เพื่อหาอัตราส่วนผสม (ต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม)
- | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|----------|
| (1) ปูนซีเมนต์ (ถุงละ 50 กิโลกรัม) | 1 | ถุง |
| (2) ทราย | 150 | กิโลกรัม |
| (3) หินย่อย หรือกรวด (แต่ละขนาด) | 200 | กิโลกรัม |
| (4) แร่ผสมเพิ่ม | 25 | กิโลกรัม |
| (5) สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต | ชนิดผง 1 | กิโลกรัม |
| | ชนิดน้ำ $\frac{1}{2}$ | แกลลอน |
- 3.22.3 ปริมาณการเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบ
- (1) ปูนซีเมนต์
 - เก็บทุกๆ 50 เมตริกตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (2) แร่ผสมเพิ่ม
 - เก็บทุกๆ 10 เมตริกตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (3) สารเคมีบ่มคอนกรีต
 - เก็บทุกๆ 250 US.แกลลอน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (4) ทราย หินย่อย กรวด หินใหญ่
 - เก็บทุกๆ 2 000 ลบ.ม. หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (5) เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต
 - น้อยกว่า 30 ตัน เก็บจำนวน 3 ท่อน ต่อ 1 ขนาด
 - ระหว่าง 30 – 60 ตัน เก็บจำนวน 5 ท่อน ต่อ 1 ขนาด
 - มากกว่า 60 ตัน เก็บจำนวน 7 ท่อน ต่อ 1 ขนาด
 - (6) เหล็กรูปพรรณชนิดรีร้อน
 - เก็บทุกๆ 20 ตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (7) เหล็กรูปพรรณชนิดขึ้นรูปเย็น
 - เก็บทุกๆ 10 ตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (8) เข็มพืดเหล็ก
 - เก็บจำนวน 300 ท่อน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (9) เหล็กหล่อ
 - เก็บจำนวน 50 ตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (10) เหล็กเส้นแบน
 - เก็บจำนวน 10 ตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
 - (11) เหล็กแผ่น

- เก็บจำนวน 100 แผ่น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (12) เหล็กกล้าไร้สนิม
 - เก็บจำนวน 100 แผ่น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (13) แผ่นใยไผ่รอยต่อคอนกรีต
 - เก็บทุกๆ 500 ตร.ม. หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (14) แผ่นใยสังเคราะห์
 - เก็บทุกๆ 2,000 ตารางเมตร หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (15) กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Gabions
 - เก็บทุกๆ 500 กล่อง หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (16) กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Mattress
 - เก็บทุกๆ 500 กล่อง หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

3.22.4 คอนกรีตสด

ควรเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังอัดทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีต ในกรณีที่คอนกรีตปริมาณมากหรือเทคอนกรีตต่อเนื่องอาจเก็บตัวอย่างทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่าย หรือเก็บตัวอย่างแยกแต่ละส่วนของโครงสร้างแล้วแต่ความเหมาะสม (เก็บตัวอย่างชุดละอย่างน้อย 6 แท่ง)

3.23 งานคอนกรีตหินทิ้ง

คอนกรีตหินทิ้งต้องมีคุณภาพสามารถรับกำลังอัด (Compressive Strength) ได้ไม่น้อยกว่า 140 กก./ตร.ซม. และมีความชื้นเหลวที่วัดได้จากการยุบตัว (Slump) อยู่ระหว่าง 4 -6 นิ้ว หินย่อยหรือกรวดที่ใช้เป็นมวลรวมหยาบต้องเป็นหินหรือกรวดเบอร์ 2 (ขนาดโตสุดไม่เกิน $1\frac{1}{2}$ นิ้ว) หินทิ้งหรือกรวดทิ้งใช้หินใหญ่หรือกรวดใหญ่ ขนาด 20 – 40 เซนติเมตร

การปฏิบัติงานคอนกรีตหินทิ้ง ต้องเทคอนกรีตสลับกับหินใหญ่หรือกรวดใหญ่สลับกันเป็นชั้นๆ ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดดังนี้

ก. ตั้งแบบ วัดความสูงจากกันแบบเป็นช่วงๆ ช่วงแรก 10 เซนติเมตร ช่วงต่อไปช่วงละ 20 เซนติเมตร โดยให้ทำระดับไว้ทุกช่วง

ข. เทคอนกรีตช่วงแรกสูง 10 เซนติเมตร สั่นหรือเขย่าด้วยเครื่องสั่นคอนกรีต แล้วทิ้งหินใหญ่หรือกรวดใหญ่จนเต็มผิวหน้าคอนกรีตในแบบ โดยให้หินห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร

ค. เทคอนกรีตทับหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ โดยให้คอนกรีตสูงเท่ากับช่วงที่สอง คือ 20 เซนติเมตร (สูงจากกันแบบ 30 เซนติเมตร) สั่นหรือเขย่าด้วยเครื่องสั่นคอนกรีต แล้วทิ้งหินใหญ่หรือกรวดใหญ่ จนเต็มผิวหน้าคอนกรีตในแบบ โดยให้หินห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วเทคอนกรีตทับอีก ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนเต็มแบบ

4. งานเหล็ก

4.1 เหล็กเสริม

เหล็กเสริมที่นำมาใช้งานก่อสร้างต้องเป็นเหล็กเส้นกลม (Round Bars) หรือเหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars) ตามที่กำหนดในแบบ โดยมีมาตรฐานดังนี้

- ก. เหล็กเส้นกลม (Round Bars) ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20
- ข. เหล็กข้ออ้อย (Deformed Bars) ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24

4.2 เหล็กชนิดอื่นนอกจากเหล็กเสริม

เหล็กชนิดอื่นนอกจากเหล็กเสริม เช่น เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง และอื่นๆ ต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน หรือเทียบเท่า

5. สมอเหล็ก (Anchored Bars)

สมอเหล็ก เป็นเหล็กเส้นที่ฝังอยู่ในหินโดยใช้มอร์ตาร์เป็นวัสดุยึด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายแรงลงสู่หิน ผู้รับจ้างต้องเสนอรูปแบบและรายละเอียดในการติดตั้งสมอเหล็กให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ ผู้รับจ้างต้องไม่ทำการติดตั้งสมอเหล็กโดยปราศจากการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

5.1 วัสดุ

5.1.1 สมอเหล็ก เป็นเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 16 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.24 ชั้นคุณภาพ SD 40 มีรูปร่างและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบ ถ้าในแบบไม่ได้กำหนดให้ใช้ความ ยาวดังต่อไปนี้

- เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร หุ้มด้วยมอร์ตาร์ยาวไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร หุ้มด้วยมอร์ตาร์ยาวไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 200 เซนติเมตร หุ้มด้วยมอร์ตาร์ยาวไม่น้อยกว่า 200 เซนติเมตร

มอร์ตาร์ ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทรายละเอียด และน้ำ โดยมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก ปูนซีเมนต์และทรายเท่ากับ 1 : 1 และมีค่าการยุบในช่วง 175 - 200 มิลลิเมตร

5.2 การติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องเจาะรูให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสมอเหล็กตามตำแหน่งและความลึกตามที่กำหนดในแบบ และก่อนการติดตั้งสมอเหล็กต้องทำความสะอาด

รูเจาะด้วยแรงดันลม และ/หรือนำภายใต้ความดัน ต้องมีอุปกรณ์บังคับให้สมอเหล็กอยู่ตรงกลางรูเจาะ กรอกด้วยมอร์ตาร์รอบๆ เหล็กพร้อมกับการกระทุ้งไล่ฟองอากาศ มอร์ตาร์ต้องหุ้มสมอเหล็กตลอดความยาวที่ฝังอยู่ในหิน เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการยึดไม่ให้สมอเหล็กเคลื่อนตัวไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง

5.3 การทดสอบสมอเหล็ก

- (ก) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบสมอเหล็กให้เพียงพอต่อการทดสอบ
- (ข) ก่อนติดตั้งสมอเหล็ก ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบติดตั้งโดยมีสภาพที่เหมือนกับการติดตั้งจริง
- (ค) การทดสอบแรงดึง (Pull Out Test) จะดำเนินการหลังจากติดตั้งแล้ว 28 วัน ทำการทดสอบจำนวนร้อยละ 5 ของสมอเหล็กที่ติดตั้งทั้งหมดโดยใช้แรงดึงไม่น้อยกว่า 4 000 กก./ตร.ซม.

6. งานรอยต่อคอนกรีต

6.1 รอยต่อก่อสร้าง (Construction Joints)

รอยต่อก่อสร้าง เป็นรอยต่อคอนกรีตที่ถูกกำหนดขึ้นก่อนหรือถูกกำหนดไว้ภายหลัง เพื่อให้สอดคล้องกับการเทคอนกรีตและสามารถทำการเทคอนกรีตต่อเนื่องในภายหลัง

(ก) รอยต่อก่อสร้าง คือ บริเวณผิวคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และต้องการเทคอนกรีตใหม่ให้จับตัวรวมกันเป็นเนื้อเดียวกับคอนกรีตบริเวณดังกล่าว บริเวณที่กำหนดเป็นรอยต่อก่อสร้างนอกเหนือจากที่แสดงในแบบ จะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ

(ข) ผิวหน้ารอยต่อก่อสร้างจะต้องทำให้สะอาดตลอดทั้งผิว ปราศจากคราบน้ำปูนที่เกิดจากการเอี่ยม (Laitance) และสิ่งไม่พึงประสงค์ ด้วยเครื่องพ่นทราย (Sand Blast) พร้อมทั้งทำให้ชื้นอยู่ตลอดเวลาเพื่อที่คอนกรีตใหม่จะได้เชื่อมติดเป็นเนื้อเดียวกับคอนกรีตเก่า

(ค) ก่อนเทคอนกรีตให้เทมอร์ตาร์หนาประมาณ 15 มิลลิเมตร ลงไปก่อน มอร์ตาร์นี้จะต้องมีอัตราส่วนผสมเดียวกับคอนกรีต แต่ตัดส่วนที่เป็นมวลรวมหยาบออกไป และมีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (Water Cement Ratio) เท่ากับหรือน้อยกว่าคอนกรีต มีความชื้นเหลวพอเหมาะกับการทำงาน (แต่ Slump ต้องไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว) ซึ่งจะต้องเทเกลี่ยมอร์ตาร์ทับผิวหน้าและแทรกตามส่วนต่างๆ ของคอนกรีตที่จะเทให้ทั่วถึงสม่ำเสมอ จากนั้นให้เทคอนกรีตทับมอร์ตาร์ทันที

6.2 รอยต่อเพื่อหด (Contraction Joints)

รอยต่อเพื่อหดจะกำหนดแนวไว้ในแบบ เมื่อเทคอนกรีตถึงระยะรอยต่อตามแบบ และคอนกรีตแข็งตัวดีแล้วจึงถอดแบบพร้อมทำความสะอาด หลังจากการแกะแบบแล้วให้ทาคอนกรีตด้วยน้ำยาทาแบบหล่อคอนกรีต (Form Release Agent) ก่อนที่จะเทคอนกรีตในช่วงต่อไป เพื่อป้องกันไม่ให้คอนกรีตทั้งสองจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

6.3 รอยต่อเพื่อขยาย (Expansion Joints)

รอยต่อดังกล่าวจะกำหนดแนวไว้ในแบบ โดยจะต้องติดตั้งแผ่นกันซึมชนิดตามแบบ แล้วจึงเทคอนกรีตถึงระยะรอยต่อตามแบบ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวดีแล้วจึงถอดแบบพร้อมทำความสะอาด แล้วติดตั้งแผ่นใยไสรอยต่อคอนกรีต (Elastic Filler) ขนาดตามแบบที่รอยต่อ แล้วจึงเทคอนกรีตชนรอยต่อดังกล่าว พร้อมทั้งเว้นช่วงผิวบนรอยต่อขนาดตามแบบ สำหรับอุดด้วย Joint Sealer ชนิดระบุตามแบบ

6.4 วัสดุสำหรับรอยต่อ

6.4.1 ยางกันซึม (Synthetic Rubber Waterstops)

การติดตั้งยางกันซึม จะต้องจัดหาวัสดุที่มีรูปร่าง ลักษณะ และขนาด ตามที่กำหนดในแบบ การติดตั้งจะต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามขั้นตอน ส่วนรายละเอียดของแผ่นยางกันซึมให้ถือตามแบบ หมายเลข 29303 และมีตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

6.4.2 พีวีซีกันซึม (Polyvinyl Chloride Waterstop)

การติดตั้งพีวีซีกันซึม จะต้องจัดหาวัสดุที่มีรูปร่าง ลักษณะ และขนาด ตามที่กำหนดในแบบ การติดตั้งจะต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามขั้นตอน และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

6.4.3 แผ่นใยไสรอยต่อคอนกรีต (Preformed Elastic Filler)

แผ่นใยไสรอยต่อคอนกรีตจะต้องประกอบด้วยขานอ้อย หรือเส้นใยอื่นๆ ที่เหมาะสมอัดเป็นแผ่นและอบด้วยยางมะตอยชนิดเหลว และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

7. งานตอกเข็ม

งานตอกเข็ม หมายถึง งานตอกเข็มคอนกรีตฐานรากอาคาร ตามขนาดและตำแหน่งที่ได้ระบุไว้ในแบบ

7.1 การวางตำแหน่ง และระดับ พร้อมกำหนดแผนการตอกเข็ม

ผู้รับจ้างจะต้องวางแผนงาน ตำแหน่ง และระดับของหัวเสาเข็ม และจะต้องให้คณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบก่อนดำเนินการตอกเข็มตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้ ให้ได้ตำแหน่งและระดับตามที่กำหนดไว้ในแบบ ห้ามมิให้ใช้เครื่องมือใดๆ ดึงหรือดันให้หัวเสาเข็มเข้าสู่ตำแหน่งตามที่กำหนดไว้

ผู้รับจ้างจะต้องวางแผนการทำงานตามแบบโดยไม่ให้เกิดความเสียหายแก่ผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดในการวางตำแหน่งและระดับของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

7.2 เส้าเข็มคอนกรีต

เส้าเข็มคอนกรีตจะต้องแข็งแรง มีขนาดและรายละเอียดตามแบบ หัวเข็มจะต้องมีเครื่องป้องกันมิให้ชำรุดแตกหักเนื่องจากการตอก การป้องกันอาจใช้กระสอบป่านรองรับ หรือวิธีการอื่นที่เหมาะสมก็ได้ วิธีใดๆ ก็ตามที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

7.3 การตอกเข็ม

เครื่องมือการตอกเส้าเข็ม ได้แก่ Drop Hammer น้ำหนักของ Hammer หาได้โดยการชั่งน้ำหนักหรือโดยการใช้แม่แรงที่ติดหน้าปัดซึ่งทราบค่าแรงที่กด ห้ามใช้วิธีวัดปริมาตรของ Hammer แล้วคูณด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของเหล็กเป็นอันตราย เพราะวิธีนี้ทำให้ค่าไม่ถูกต้อง (เพราะภายใน Hammer อาจจะมีกลวงในบางส่วน) น้ำหนักของ Hammer ที่ใช้ในการตอกต้องไม่น้อยกว่าน้ำหนักของเส้าเข็ม (ถ้ามีการต่อความยาวเข็ม ต้องคิบน้ำหนักของเข็มจากความยาวทั้งหมด)

เส้าเข็มคอนกรีตจะต้องไม่นำไปตอกจนกว่าคอนกรีตจะรับกำลังอัดได้ตามที่กำหนด จะต้องมีการระมัดระวังในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นแก่ตัวเข็ม การตอกเข็มทุกครั้งจะต้องมีผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างควบคุมอยู่ด้วยตลอดเวลา

7.4 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

การตอกเส้าเข็ม ตรงแกนเส้าเข็มจะเบนออกจากแนวตั้งได้ไม่เกิน $\frac{1}{4}$ นิ้ว ต่อความยาวของเส้าเข็ม 1 ฟุต (6 มิลลิเมตร ต่อความยาวของเส้าเข็ม 30 เซนติเมตร) ในกรณีที่เป็นการตอกเส้าเข็มเอียง แกนของเส้าเข็มจะเบนออกจากแนวเอียงที่กำหนดให้ไม่เกิน $\frac{1}{2}$ นิ้ว ต่อความยาวของ เส้าเข็ม 1 ฟุต (12.5 มิลลิเมตร ต่อความยาวของเส้าเข็ม 30 เซนติเมตร) ในกรณีใดๆ ก็ตาม จุดศูนย์กลางของหัวเส้าเข็มจะต้องเบี่ยงเบนออกจากจุดที่กำหนดไว้ในแบบไม่เกินกว่า 4 นิ้ว (10 เซนติเมตร)

7.5 ความยาวของเส้าเข็ม

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบ และมีหน้าที่คำนวณหาความยาวของเส้าเข็มที่เหมาะสม เมื่อตอกได้ระดับต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ การคำนวณหาความต้านทานน้ำหนักของเส้าเข็มให้คำนวณจากสูตร HILEY'S FORMULA โดยถือระยะที่เส้าเข็มจมลงในดินเป็นเซนติเมตรจากผลเฉลี่ยการตอก 10 ครั้ง สุดท้าย โดยใช้ Factor of Safety เท่ากับ 2.5

การคำนวณหาความสามารถรับน้ำหนักของเส้าเข็มคอนกรีตโดย HILEY 'S FORMULA

$$R = \frac{nWhE}{S + C/2}$$

R : ความต้านทานน้ำหนักของเส้าเข็ม (Ultimate Bearing Capacity) (ตัน)

$$n : \text{Efficiency Factor} = \frac{W + Pe^2}{W + P}$$

W : น้ำหนักลูกตุ้ม (ตัน)

e : คุณสมบัติของหัว และที่รองหัวเสาเข็ม (มีค่าเท่ากับ 0.25 เมื่อตอกด้วยชนิด Drop Hammer และรองด้วยกระสอบหนาประมาณ 5 เซนติเมตร)

h : ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม (เซนติเมตร)

E : Equipment Loss Factor (ใช้ค่าเท่ากับ 1 สำหรับ Free Falling Hammer และใช้ค่า 0.80 สำหรับ Drop Hammer with Friction Winch)

S : ระยะจมของเสาเข็มโดยคิดเฉลี่ย 10 ครั้งสุดท้าย

$$C : \text{Temporary Compression} = C1 + C2 + C3$$

$$C1 = \text{ความหดตัวของเสาเข็มยาว L เมตร} = 0.72 \times \left(\frac{R}{A}\right) \times L$$

$$C2 = \text{ความหดตัวของกระสอบรองหนา } L_1 \text{ เมตร} = 1.1 \times \left(\frac{R}{A}\right) \times L_1$$

$$C3 = \text{ความหดตัวของดินใต้และรอบเสาเข็ม} = 3.6 \times \left(\frac{R}{A}\right)$$

A : พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม (ชม.²)

P : น้ำหนักเสาเข็ม (ตัน)

$$\text{เสาเข็มรับน้ำหนักได้} = \frac{R}{2.5} \quad \text{ตัน}$$

ระยะยกตุ้มสูงจากหัวเข็ม (Stroke) จะต้องให้สูงพอเหมาะ โดยที่หัวเข็มไม่เสียหาย และทำให้ระยะการจมของเข็มต่อการตอก 1 ครั้ง มีค่าไม่ต่ำหรือสูงเกินไป

ก่อนทำการตอกเข็มเราสามารถคำนวณระยะ Settlement ของเข็มล่วงหน้าก่อนได้จากสูตร HILEY'S FORMULA ถ้าการคำนวณออกมาเป็นค่าเป็น 0 หรือ ติดลบ แสดงว่าพลังงานที่ใช้ตอกไม่พอจะต้องเพิ่มระยะของ Stroke ให้มากขึ้น หรือเพิ่มน้ำหนักของตุ้มให้มากขึ้น

กรณีผลการคำนวณดังกล่าวข้างต้น ถ้าเสาเข็มรับน้ำหนักได้ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ ผู้รับจ้างต้องหล่อเสาเข็มให้มีความยาวเพิ่มขึ้นจนสามารถรับน้ำหนักได้ตามที่กำหนดในแบบ โดยค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นของผู้รับจ้าง

เสาเข็มที่ชำรุดหรือไม่อยู่ในตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบจะต้องถอนออก และตอกเสาเข็มใหม่ทดแทน หรือตัดทิ้งและตอกเสาเข็มใหม่ลงไปแทนในจุดใกล้เคียงแล้วออกแบบขยาย FOOTING โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด

8. เช็มพีดหลัก

8.1 คุณลักษณะของเช็มพีด

8.1.1 เช็มพีดหลักที่นำมาใช้งานต้องเป็นเช็มพีดที่ใหม่และไม่เคยใช้งานมาก่อน

8.1.2 เช็มพีดหลักจะต้องได้รับการออกแบบให้มีการยึดเกาะระหว่างแผ่นอย่างแน่นหนาและต่อเนื่องตลอดความยาว ลักษณะรูปตัดของเช็มพีดหลักจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนด และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

8.2 ลวดเชื่อมไฟฟ้าสำหรับเชื่อมต่อเช็มพีดหลักจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.49 "ลวดเชื่อมชนิดเหล็กกล้าเหนียว ซึ่งมีเปลือกหุ้มสำหรับเชื่อมด้วยประกายไฟฟ้า" โดยจะต้องเลือกชนิด และขนาดของลวดเชื่อมให้เหมาะสมกับงาน

8.3 การตอกเช็มพีดหลัก

8.3.1 การจัดวางตำแหน่ง

จะต้องจัดวางตำแหน่งของเช็มพีดหลักให้ถูกต้องตามที่แสดงไว้ในแบบ และต้องตอกให้ได้แนวตั้ง เช็มพีดหลักจะต้องยึดเกาะกับแผ่นข้างเคียงตลอดความยาวประกอบกันเป็นพีดตลอดแนว ในการทำงานจะต้องขุดร่องนำ หรือทำรางช่วยให้เช็มพีดหลักอยู่ในแนวที่ถูกต้อง เช็มพีดหลักทุกแผ่นจะต้องตอกลงไปจนถึงระดับที่กำหนด และส่วนบนของเช็มพีดหลักจะต้องอยู่ในระดับที่แสดงไว้ในแบบด้วย

8.3.2 การตอกเช็มพีดหลัก

การตอกเช็มพีดหลัก จะต้องใช้วิธีการตอกโดยไม่ก่อให้เกิดการเสียหายต่อเช็มพีดหลัก และต้องให้เช็มพีดหลักยึดเกาะกันตลอดทั้งแผ่น ในการตอกเช็มพีดหลักแต่ละแผ่นจะต้องตอกให้ต่อเนื่องจนถึงระดับที่กำหนดโดยไม่มีการหยุด

ก่อนทำการตอกเช็มพีดหลัก ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบนั่งร้าน วิธีการตอก รายละเอียดเครื่องบังคับหัวเช็ม และเครื่องป้องกันหัวเช็มเพื่อป้องกันการลื่นหลุดหรือเสียหายในขณะที่ตอก เช็มพีดหลักที่เสียหายหรือตอกไม่ถูกแนว หรือไม่ได้ดังจะต้องถอนออกและตอกใหม่ให้ถูกต้อง เช็มพีดที่เคลื่อนกลับขึ้นมาจะต้องตอกกลับลงไปใหม่ ในการตอกเช็มพีดหลักห้ามใช้น้ำฉีดช่วย ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออาคารข้างเคียงอันเนื่องมาจากการตอกเช็มพีดหลัก การตอกเช็มพีดหลักทุกครั้งจะต้องมีผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างควบคุมอยู่ด้วยตลอดเวลา

8.4 การตัดและการต่อเช็มพีดหลัก

8.4.1 เช็มพีดหลักที่ตอกลงไปจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว แต่ส่วนปลายของเช็มพีดหลักยังสูงกว่าที่กำหนด จะต้องตัดออกให้มีระดับตามที่แสดงไว้ในแบบ

8.4.2 เช็มพีดหลักที่ตอกลงไปต่ำเกินไป หรือเช็มพีดหลักที่ตัดออกเนื่องจากการเสียหายจะต้องต่อให้ปลายบนอยู่ในระดับที่กำหนดในแบบ

8.4.3 การต่อเชื่อมพีดเหล็กจะต้องต่อด้วยวิธีการเชื่อม โดยจะต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีความชำนาญ และต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน AWS "CODE OF WELDING IN BUILDING CONSTRUCTION"

9. เสาเข็มเจาะ

9.1 การเจาะ

ผู้รับจ้างต้องเจาะหลุมให้ได้ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลางพร้อมทั้งตำแหน่งที่เจาะตรงตามแบบ และจะต้องไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อเสาเข็มต้นข้างเคียงที่ทำการเทคอนกรีตแล้วเสร็จ ให้หลีกเลี่ยงการเจาะหลุมใกล้กับเข็มซึ่งเทคอนกรีตอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง ถ้าจำเป็นต้องเจาะ จะต้องเจาะห่างไม่น้อยกว่า 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเจาะ โดยวัดจากผิวหลุมเจาะใหม่ถึงผิวหลุมเจาะเก่าที่เทคอนกรีตเสร็จแล้ว (ผิวด้านที่ชิดกัน)

9.2 ปลอกเหล็กกันดินพัง (Casings)

ปลอกเหล็กกันดินพังจะต้องทำด้วยวัสดุที่มีคุณภาพ มีความหนาเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้ดินพังเข้าสู่หลุมเจาะ และต้องมีความยาวเพียงพอ โดยต้องให้ส่วนบนของปลอกเหล็กกันดินพังอยู่เหนือระดับผิวดินอย่างน้อย 0.3 เมตร ปลอกเหล็กกันดินพังจะต้องไม่บิดเบี้ยว มีรูปทรงหน้าตัดที่สม่ำเสมอตลอดความยาว เพื่อจะได้หน้าตัดของเสาเข็มที่สมบูรณ์

9.3 ของเหลวพยุงเสถียรภาพหลุมเจาะ (Support Fluids)

กรณีหลุมเจาะอยู่ใกล้ถนนหรือระดับน้ำใต้ดินสูงทำให้หลุมเจาะพังทลายได้ ให้ใช้ของเหลวพยุงเสถียรภาพหลุมเจาะ กรณีใช้น้ำผสมเบนโทไนท์เป็นของเหลวพยุงเสถียรภาพของหลุมเจาะ ของเหลวควรมีค่าความหนาแน่น ดังนี้

Maximum	1.1	ก. / ลบ.ซม.	ขณะขุด
Maximum	1.15	ก. / ลบ.ซม.	ก่อนเทคอนกรีต

ของเหลวพยุงหลุมเจาะนี้จะต้องรักษาระดับให้สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน 1 – 2 เมตร

9.4 เหล็กเสริมเสาเข็ม

หากไม่ได้กำหนดในแบบ โครงเหล็กจะต้องยาวถึงก้นหลุมโดยมีปริมาณเหล็กเสริมยื่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของพื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม แต่ต้องไม่น้อยกว่าเหล็กข้ออ้อย DB12 จำนวน 6 เส้น สำหรับเหล็กปลอก ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มไม่มากกว่า 60 เซนติเมตร ใช้เหล็กเส้นกลม ขนาดไม่เล็กกว่า RB6 ระยะห่างไม่เกิน 20 เซนติเมตร ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มมากกว่า 60 เซนติเมตร ใช้เหล็กเส้นกลม ขนาดไม่เล็กกว่า RB9 ระยะห่างไม่เกิน 20 เซนติเมตร

9.5 การเทคอนกรีต

ก่อนเทคอนกรีตต้องทำความสะอาดกันหลุมให้ดี สำหรับหลุมเจาะแบบไม่มีของเหลวพยุงเสถียรภาพ ให้เทคอนกรีตผ่านท่อเท (Tremie Pipe) เพื่อให้คอนกรีตไหลลงหลุมเจาะในแนวดิ่ง และอยู่ในแนวศูนย์กลางของหลุมเจาะ โดยใช้คอนกรีตที่มีค่ายุบตัว (Slump) ประมาณ 6 – 8 นิ้ว

สำหรับหลุมเจาะแบบมีของเหลวพยุงเสถียรภาพ ให้เทคอนกรีตผ่านท่อเท (Tremie Pipe) โดยที่ท่อเทยาวถึงก้นหลุมเจาะ แล้วใส่วัสดุคั่นกลางที่เบากว่าคอนกรีตลงในท่อเท เพื่อคั่นแยกระหว่างของเหลวในหลุมเจาะและคอนกรีตในท่อขณะที่เทในช่วงแรก ระหว่างเทคอนกรีตปลายท่อเทจะต้องฝังอยู่ในคอนกรีตที่เทแล้วไม่น้อยกว่า 2 เมตร ตลอดเวลาทำการเทคอนกรีต และต้องรักษาปริมาณคอนกรีตให้เต็มท่อเทอยู่ตลอดเวลา

9.6 การถอนปลอกเหล็กกันดินพัง

การถอนปลอกเหล็กกันดินพัง จะต้องทำในขณะที่คอนกรีตยังไม่ก่อตัว โดยยกปลอกเหล็กขึ้นในแนวดิ่ง และต้องมั่นใจว่าคอนกรีตจะไม่ถูกยกตามขึ้นมาด้วย

9.7 ความต่อเนื่องในการก่อสร้าง

เวลาที่ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ กรณีเจาะเสาเข็มแบบไม่มีของเหลวพยุงเสถียรภาพหลุมเจาะจะต้องไม่เกิน 12 ชั่วโมง โดยนับเวลาตั้งแต่เริ่มเจาะจนเทคอนกรีตเสร็จ กรณีเจาะเสาเข็มแบบมีของเหลวพยุงเสถียรภาพหลุมเจาะ จะต้องใช้เวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง โดยนับเวลาตั้งแต่เริ่มเจาะจนเทคอนกรีตเสร็จ

10. งานจัดทำหินก่อ หินเรียงยาแนว และหินเรียง

10.1 การทำงานหินก่อ

ก่อนจัดทำหินก่อ ต้องทำการบดอัดดินบริเวณที่จะทำหินก่อให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ ตั้งแบบแล้วเทคอนกรีตรองพื้นหนาประมาณ 5 เซนติเมตร วางหินใหญ่บนคอนกรีตโดยวางให้เต็มผิวหน้าคอนกรีต การวางต้องวางให้หินชิดกันให้มากที่สุด ให้มีช่องว่างน้อยที่สุดแล้วเทคอนกรีตทับหน้าหินที่วางชั้นแรก เมื่อเทคอนกรีตสูงพื้นผิวหินชั้นแรก ให้วางหินชั้นต่อไปได้ ทำเช่นนี้ต่อไปจนได้ความหนาตามที่กำหนดในแบบ พร้อมทั้งแต่งเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบร้อย หินใหญ่ที่ใช้งานหินก่อควรมีขนาดประมาณ 20–40 เซนติเมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ

10.2 การทำงานหินเรียงยาแนว

ก่อนจัดทำหินเรียงยาแนว ต้องทำการบดอัดดินบริเวณที่จะทำหินเรียงยาแนวให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ ใช้ทรายรองพื้นบริเวณนั้นหนาประมาณ 20 เซนติเมตร พร้อมทั้งอัดแน่น นำหินใหญ่มาเรียงให้ชิดกันมากที่สุด โดยจัดให้ผิวหน้าได้ระดับเสมอกันและได้ความหนาตามต้องการ ก่อนที่หน้าให้ฝังลง

ทราย ราวน้ำให้ชุ่ม เทคอนกรีตอุดช่องว่างให้เต็ม พร้อมแต่งเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบร้อย หินใหญ่ที่ใช้งานหินเรียงยาแนวนี้ควรมีขนาดประมาณ 20–40 เซนติเมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ

10.3 การทำงานหินเรียง

ก่อนจัดทำหินเรียง ต้องทำการบดอัดดินบริเวณที่จะทำหินเรียงให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าที่หนดในแบบ ใช้ทรายรองพื้นบริเวณนั้นหนาประมาณ 20 เซนติเมตร พร้อมทั้งอัดแน่น นำหินใหญ่มาเรียงให้ชิดกันมากที่สุด โดยจัดให้ผิวหน้าได้ระดับเสมอกันและได้ความหนาตามต้องการ ก่อนที่หน้าให้ฝังลงในทราย ตามช่องระหว่างหินใหญ่ให้ใช้หินย่อยปนทรายอุดให้แน่น หินใหญ่ที่ใช้งานหินเรียงนี้ควรมีขนาดประมาณ 20-40 เซนติเมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ

11. สลักยึดหิน (Rock Bolt)

สลักยึดหิน คือ เหล็กข้ออ้อยรับแรงดึงที่ทำการตรึงด้วยแรงดึงในระหว่างติดตั้ง มีขนาดและความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบ ปลายด้านในยึดติดกับหินด้วยอีพ็อกซี่ (ชนิดแข็งตัวเร็ว) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งมีแผ่นเหล็กรับแรงและน็อตยึดติดกับคอนกรีตพื้น

11.1 วัสดุ

เหล็กสลัก (Bolt) ทำด้วยเหล็กข้ออ้อย ชั้นคุณภาพ SD40 มีขนาดและความยาวตามที่แสดงไว้ในแบบ

แผ่นเหล็กรับแรง (Bearing Plate) มีขนาดและรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ ทั้งแผ่นเหล็กรับแรง แหวนรอง และน็อตสำหรับสลักยึดที่จะนำมาใช้ต้องสามารถรับแรงตามที่กำหนด

อีพ็อกซี่สามารถรับกำลังอัดได้ไม่น้อยกว่า 400 กก./ตร.ซม.

มอร์ตาร์ที่ใช้อัดฉีดในงานสลักยึดหินจะประกอบด้วย ทรายละเอียด ปูนซีเมนต์ และน้ำที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน อัตราส่วนโดยปริมาตรของซีเมนต์และทรายที่ใช้เท่ากับ 1 : 1

11.2 การติดตั้งสลักยึดหิน

ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการติดตั้งสลักยึดหินพร้อมรายละเอียดที่จะใช้ให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งสลักยึดหินให้ได้ตำแหน่งและความยาวตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ผู้รับจ้างต้องเจาะรูให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักยึดหินที่ใช้ในแบบ ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ความลึกและตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด และก่อนที่จะทำการติดตั้งสลักยึดหินต้องทำความสะอาดรูเจาะด้วยแรงดันลมและ/หรือนำภายในรูให้แห้งก่อน

ก่อนติดตั้งสลักยึดหินต้องทำความสะอาดเหล็กสลักยึดให้ปราศจากสนิม คราบน้ำมัน หรือสิ่งอื่นใดที่เคลือบอยู่ให้หมด แล้วทำการอัดอีพ็อกซี่โดยผ่านท่อสู่กันหลุมแล้วจึงเสียบเหล็กตามลงไป โดยระยะตรึงสลักยึดหิน (Bond Length) ที่ใช้อีพ็อกซี่ชนิดแข็งตัวเร็วสำหรับยึดสลักยึดหินกับหินนั้นต้องมีระยะดังต่อไปนี้

- ถ้าใช้เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ระยะตรึงสลักยึดหินไม่น้อยกว่า 400 มิลลิเมตร

- ถ้าใช้เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ระยะตรึงสลักยึดหินไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร

- ถ้าใช้เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ระยะตรึงสลักยึดหินไม่น้อยกว่า 1 000 มิลลิเมตร

หลังจากที่อีพ็อกซี่แข็งตัวแล้ว ทำการดึงสลักยึดหินด้วยแรงดึงดังต่อไปนี้

- ถ้าใช้เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร แรงดึงสลักยึดหินต้องไม่น้อยกว่า 47 กิโลนิวตัน

- ถ้าใช้เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร แรงดึงสลักยึดหินต้องไม่น้อยกว่า 74 กิโลนิวตัน

- ถ้าใช้เหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร แรงดึงสลักยึดหินต้องไม่น้อยกว่า 115 กิโลนิวตัน

แล้วยึดกับแผ่นเหล็กรับแรงด้วยน็อต แล้วดำเนินการอัดนิคมอร์ตาร์ให้สามารถอุดช่องว่างระหว่างสลักยึดหินกับผิวหน้าหินภายในรูเจาะได้อย่างสมบูรณ์ตลอดความยาวของสลักยึดหิน โดยผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องจักรเครื่องมือ และวิธีการในการอัดนิคมอร์ตาร์ให้เหมาะสม

ผู้รับจ้างต้องทำการบันทึกข้อมูลการติดตั้งสลักยึดหิน (Rock Bolts) เสนอให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง ตามรายละเอียดดังนี้

- หมายเลขของสลักยึดหิน (Reference Number)
- ชื่อผู้ควบคุมการติดตั้งของผู้รับจ้าง
- ขนาด และความลึกของรูเจาะ และวันที่ทำการเจาะ
- รายละเอียดของวัสดุที่ใช้
- ขนาด และความยาวของสลักยึดหิน
- ระยะตรึงของสลักยึดหิน
- วัน เวลาในการดึงแรง และค่าของแรงดึง

12. คอนกรีตพ่น (Shotcrete)

คอนกรีตพ่น (Shotcrete) เป็นคอนกรีตชนิดที่ใช้งานโดยการฉีดด้วยแรงลมอัดความเร็วสูงไปยังพื้นผิวที่ต้องการ โดยที่มีวัสดุผสมขนาดเล็กซึ่งมีขนาดโตสุดไม่เกิน $\frac{1}{2}$ นิ้ว อาจใช้ตะแกรงเหล็ก (Wiremesh) ประกอบการทำงาน หรือเป็นคอนกรีตพ่นล้วนๆ

12.1 วัสดุ

วัสดุสำหรับคอนกรีตพ่นที่ใช้เหมือนงานคอนกรีตทั่วไป ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ มวลรวมละเอียด มวลรวมหยาบขนาดโตสุดไม่เกิน $\frac{1}{2}$ นิ้ว สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตชนิดแข็งตัวเร็วที่ไม่มีส่วนผสมของคลอไรด์ หรือสารอื่นใดที่มีผลต่อการกัดกร่อนเหล็ก และน้ำ

12.2 ตะแกรงเหล็ก (Wiremesh) มีลักษณะเป็นลวดเหล็กเชื่อมยึดติดกันเป็นรูปสี่เหลี่ยม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.737 หรือ มอก.926 หรือเทียบเท่า มีขนาดตามที่แบบกำหนด

12.3 กำลังอัดของคอนกรีตพ่น

ผู้รับจ้างต้องออกแบบส่วนผสมให้ได้คอนกรีตพ่น (Shotcrete) ที่มีความสามารถในการรับแรงได้ตามที่แบบกำหนด การทดสอบกำลังอัดกระทำโดยพ่นคอนกรีตพ่นบนแผงทดสอบ (Panel) และทำการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน AC1 506 โดยใช้แบบหล่อทรงลูกบาศก์ขนาด 100x100x100 มิลลิเมตร กำลังอัดต้องเป็นไปตามนี้

เมื่อขนาดโตสุดของวัสดุหยาบ $\frac{1}{2}$ นิ้ว กำลังอัดที่ได้ต้องไม่น้อยกว่า 1.15 เท่าของกำลังอัดที่แบบกำหนด

เมื่อขนาดโตสุดของวัสดุหยาบ $\frac{3}{8}$ นิ้ว กำลังอัดที่ได้ต้องไม่น้อยกว่า 1.11 เท่าของกำลังอัดที่แบบกำหนด

12.4 การผสม (Mixing)

การผสมมีสองขบวนการคือแบบแห้งและแบบเปียก (Dry – Mix and Wet – Mix Processes)

1) ขบวนการแบบแห้ง คือ การให้ซีเมนต์และวัสดุผสม ผสมกันในเครื่องผสมก่อนจะส่งผ่านไปยังท่อ และหัวฉีด (Nozzle) ด้วยอัตราความเร็วที่สม่ำเสมอโดยใช้แรงลมอัด น้ำจะถูกส่งผ่านท่อแยกต่างหากส่งไปผสมกับวัสดุแห้งผสมที่บริเวณหัวฉีดก่อนทำการฉีด น้ำจะถูกฉีดเป็นฝอยผ่านเข้าไปยังซีเมนต์และวัสดุผสมสารเร่ง (Accelerator) ที่เป็นผงจะถูกผสมพร้อมกับซีเมนต์และวัสดุผสม ถ้าเป็นชนิดน้ำจะนำไปผสมกับน้ำช่วงที่อยู่ใกล้ๆ กับหัวฉีด หัวฉีดจะมีความยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร น้ำ ซีเมนต์ และวัสดุผสม จะผสมกันแล้วจึงถูกอัดฉีดออกไป

2) ขบวนการแบบเปือก คือ การที่น้ำ ซีเมนต์ และวัสดุผสม ได้ถูกผสมเข้าด้วยกันในถังผสมก่อนที่จะถูกส่งผ่านไปยังหัวฉีด ระบบการผสม การส่ง และควบคุมความเร็วในระบบนี้จะใช้แรงลมทั้งหมด สารเร่งจะถูกส่งเข้าไปในท่อก่อนถึงหัวฉีดพร้อมๆ กับเพิ่มแรงอัดของลมเข้าไปเพื่อเพิ่มความเร็วในการอัดฉีด

12.5 เครื่องมือและบุคลากรที่ใช้ในการทำงาน

- 1) เครื่องมือที่ใช้ในงานคอนกรีตพ่นให้จัดทำรายการตามรายการดังนี้
 - แรงดันน้ำที่หัวพ่น
 - ปริมาตรของน้ำที่ใช้
 - แรงดันลมที่ออกจากเครื่องพ่น
 - อัตราการพ่นของส่วนผสม
 - อัตราการใช้สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต
- 2) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องมีโมแบบหมุนหรือแบบอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ แต่ทั้งนี้การลำเลียงส่วนผสม และสารเคมีผสมเพิ่มออกจากเครื่องต้องมีอัตราสม่ำเสมอ
- 3) เครื่องพ่นคอนกรีตพ่นที่ใช้ต้องสามารถลำเลียงส่วนผสมแบบแห้ง ไปตามท่อในอัตราความเร็วที่สม่ำเสมอ และพ่นออกจากหัวยิงด้วยความเร็วที่ทำให้วัสดุต่างๆ จากส่วนผสม โดยมีปริมาณการกระเด็นกลับ (Re-bound) น้อยที่สุด และการยึดเกาะของวัสดุแน่นมากที่สุด
- 4) ก่อนที่จะทำการพ่นคอนกรีตพ่น ต้องทำความสะอาดพื้นผิวให้สะอาด และทำให้ผิวหน้าชื้นเพื่อป้องกันการดูดน้ำจากคอนกรีตพ่น
- 5) ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิธีการในการควบคุมน้ำใต้ดินไม่ให้เจือปนอยู่ที่พื้นผิว จะมีผลทำให้แรงยึดเกาะของคอนกรีตพ่นกับพื้นผิวลดลง
- 6) ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการติดตั้งตะแกรงเหล็กให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอนุมัติ การติดตั้งตะแกรงเหล็กให้มีการเหลื่อมซ้อนกัน 1 ช่อง ของตะแกรงเหล็ก หรือระยะ 150 มิลลิเมตร เป็นอย่างน้อย ขณะที่พ่นคอนกรีตพ่น หัวพ่นต้องตั้งฉากกับพื้นผิวและมีระยะห่างของการพ่นประมาณ 1 เมตร และต้องพ่นทับตะแกรงเหล็กให้มิด
- 7) ผิวคอนกรีตพ่นใดๆ ที่พ่นเสร็จแล้ว เมื่อตรวจสอบพบว่าไม่แน่น มีโพรง และการกระจายตัวของส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ หรือทดสอบกำลังอัดได้ต่ำกว่าที่กำหนด จะต้องทำการรื้อออกหรือทำการพ่นซ้ำตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ
- 8) รอยต่อทั้งหมดต้องทำความสะอาด และให้เปือกขึ้นก่อนที่จะยาแนวด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกับส่วนผสมที่ใช้ในงานคอนกรีตพ่น

12.6 การทดสอบกำลังอัด

การทดสอบในระหว่างก่อสร้าง ในระหว่างทำงานคอนกรีตพื้น ผู้รับจ้างต้องจัดเก็บตัวอย่าง และทดสอบกำลังอัดทุกๆ 30 ลูกบาศก์เมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยเก็บแท่งทดสอบจำนวนอย่างน้อย 3 แท่ง เพื่อทดสอบกำลังอัดที่อายุ 28 วัน

- แท่งตัวอย่างทั้งสามแท่งมีค่ากำลังอัดมากกว่า หรือเท่ากับค่ากำลังอัดที่กำหนดไว้หรือ
- ค่าเฉลี่ยของกำลังอัดทั้งสามแท่งมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่ากำลังอัดที่กำหนด ทั้งนี้ยอมให้กำลังอัดต่ำกว่าค่าที่กำหนดได้จำนวน 1 แท่ง แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของกำลังอัดที่กำหนดไว้

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างเจาะเก็บแท่งทดสอบจากบริเวณหน้างาน ถ้าผลการทดสอบจากแท่งตัวอย่างไม่ได้กำลังอัดตามที่กำหนด

12.7 การตรวจสอบ หรือการทดสอบทั่วไป

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร เพื่อตรวจสอบความหนาของคอนกรีตพื้นในบริเวณที่สงสัย ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้ผู้รับจ้างทำการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตพื้นในสนามเพื่อทดสอบกำลังอัดในกรณีที่ผลการทดสอบกำลังอัดจากแท่งตัวอย่างไม่ได้ค่ากำลังอัดตามข้อกำหนด หรือเนื่องมาจากสาเหตุอื่นๆ โดยหลุมเจาะที่เกิดจากการเจาะเก็บตัวอย่างให้ทำการอุดด้วยมอร์ตาร์ที่มีส่วนผสมที่ใช้ในการพ่น

13. การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม (Pile Load Test)

การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มในแนวดิ่ง ด้วยแรงกดแบบ Static Load Test ตามแกนของเสาเข็ม มีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

13.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในการเพิ่มน้ำหนัก ชุดเพิ่มน้ำหนัก (Hydraulic Jack with Pressure Gauge) ใบรับรองแสดงผลการทดสอบที่ถูกต้อง (Calibrated) จากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ โดยใบรับรองนั้นต้องมีอายุไม่เกิน 6 เดือน ชุดเพิ่มน้ำหนักนี้ต้องสามารถแช่น้ำหนักที่ร้อยละ 80 ของน้ำหนักสูงสุดตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่มีการรั่วซึมของน้ำมัน Hydraulic การอ่านค่าสูงสุดของชุดเพิ่มน้ำหนักจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 120 ของน้ำหนักสูงสุดที่จะใช้ในการทดสอบเสาเข็ม และอ่านได้ละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักสูงสุด การถ่วงน้ำหนักให้เสาเข็มอาจทำได้ 2 วิธี คือ การทำนั่งร้านน้ำหนัก หรือเสาเข็มสมอ ระยะห่างระหว่างเสาเข็มที่จะทดสอบถึงเสาเข็มสมอหรือเสานั่งร้านน้ำหนัก ต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 3 – 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มที่ทำการทดสอบ สถานที่รองรับน้ำหนักต้องมั่นใจว่าไม่มีการแอ่นตัวในขณะที่รับน้ำหนักของการทดสอบสูงสุด

ก่อนวางชุดเพิ่มน้ำหนัก บนหัวเข็มจะต้องวางแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว และมีพื้นที่ไม่น้อยกว่าพื้นที่ของหัวเสาเข็มที่จะทดสอบ หรือ 2 เท่าของพื้นที่ของฐานชุดเพิ่มน้ำหนัก โดยใช้ค่าใดค่าหนึ่งที่มีมากกว่า

ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือชุดวัดการทรุดตัวของเสาเข็ม โดยใช้คานยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร สามารถติดตั้งมาตรวัดการทรุดตัวอย่างน้อย 2 ตัวบนหัวเสาเข็มที่ทำการทดสอบ มาตรวัดนี้ต้องมีความละเอียดอย่างน้อย 0.025 มิลลิเมตร และต้องสามารถวัดค่าการทรุดตัวได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร

13.2 การพิจารณาเสาเข็มที่จะทดสอบ

13.2.1 ต้องมีค่า Blow count ต่ำที่สุดหรือน่าสงสัย

13.2.2 อยู่ในบริเวณที่คาดว่าจะมีชั้นดินเหลวที่สุด

เสาเข็มต้นทดสอบที่ตอกในดินเม็ดละเอียดจำพวกดินเหนียวหรือตะกอนทราย ต้องรออย่างน้อย 14 วัน จึงจะเริ่มทำการทดสอบน้ำหนัก แต่ถ้าตอกในดินเม็ดหยาบ เช่น ทราย ให้รอน้อย 7 วัน ถ้าเสาเข็มต้นที่จะดำเนินการทดสอบหัวเข็มเกิดเสียหายต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยเสียก่อน

13.3 การใส่น้ำหนักบนเสาเข็ม

13.3.1 การเพิ่มน้ำหนักให้เพิ่มครั้งละร้อยละ 25 ของน้ำหนักที่เข็มจะรับได้ (ตามแบบ) จนกระทั่งถึงน้ำหนักสูงสุดที่ร้อยละ 200 ของน้ำหนักที่เข็มจะรับได้ (ตามแบบ)

13.3.2 ระยะเวลาในการเพิ่มน้ำหนัก แต่ละช่วงจะเพิ่มได้เมื่อมีการทรุดตัวของเสาเข็มไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตร/ชั่วโมง ให้ทำการบันทึกการทรุดตัวของเสาเข็มทุกๆ ช่วง ในช่วงสุดท้ายให้คงน้ำหนักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกการทรุดตัวของเสาเข็มทุกๆ 1 ชั่วโมง

13.3.3 เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วให้ลดน้ำหนักบนเสาเข็มลงครั้งละร้อยละ 25 ของน้ำหนักที่เข็มจะรับได้ (ตามแบบ) โดยแต่ละช่วงของการลดน้ำหนัก ใช้เวลา 1 ชั่วโมง บันทึกการทรุดตัวหรือคืนตัวของเสาเข็ม

13.4 เกณฑ์การตัดสินใจ

เข็มจะรับน้ำหนักได้ตามที่ออกแบบไว้ก็ต่อเมื่อ

13.4.1 หลังจากทำการค้ำน้ำหนักไว้ 24 ชั่วโมง การทรุดตัวของเสาเข็มต้องไม่เกิน 0.25 มม./ชม.

13.4.2 ระยะเวลาการทรุดตัวของเสาเข็มทั้งหมด เริ่มจากการเพิ่มน้ำหนักไปจนถึงการค้ำน้ำหนักครั้งสุดท้าย การทรุดตัวรวมกันต้องไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

การทำงานดิน

การทำงานดิน (Soil work)

1. งานขุด

1.1 การปรับบริเวณ

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง บ่อถมดิน บ่อหิน และที่จะกองวัสดุ ฯลฯ ผู้รับจ้างต้องทำการปรับบริเวณโดยการถางป่า ขุดตอ รากไม้ วัชพืช และวัตถุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมด

1.2 งานขุด

งานขุด หมายถึง งานขุดดิน ขุดหินหรือรวมถึงงานขุดดินและขุดหินเพื่อการก่อสร้างฐานรากของอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ

1.3 การดำเนินงานขุด

1.3.1 ผู้รับจ้างต้องขุดให้ได้แนว ระดับ และขนาดที่กำหนดในแบบ การขุดต้องทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษต้องป้องกันไม่ให้สภาพในธรรมชาติและสิ่งก่อสร้างเดิมที่อยู่นอกขอบเขตแนวการขุดเกิดความเสียหาย

1.3.2 ในกรณีที่แบบมิได้กำหนดแนวเส้นขอบเขตการขุดไว้ ถ้าเป็นการขุดหินให้ใช้ลาด (Slope) 1 : $\frac{1}{2}$ ถ้าเป็นการขุดดินให้ใช้ลาด (Slope) 1 : 1 $\frac{1}{2}$ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด

1.3.3 ในกรณีที่วัสดุซึ่งอยู่นอกขอบเขตแนวการขุดที่กำหนดในแบบเช่นหินหลวม (Loose Rock) หินที่มีรอยแตก หรือวัตถุอื่นที่หลวม ซึ่งอาจจะเกิดการเลื่อนไหล (Slide) หล่นลงมาในแนวที่ขุดได้ ผู้รับจ้างต้องทำการขุดออกด้วยทุนทรัพย์ของผู้รับจ้างเอง การขุดในกรณีนี้คณะกรรมการตรวจการจ้างจะเป็นผู้กำหนด

1.3.4 ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากของอาคาร โครงสร้าง ผู้รับจ้างต้องขุดเพื่อออกไปจากแนวที่กำหนดข้างละประมาณ 50 เซนติเมตร หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนดเพื่อความสะดวกในการตั้งไม้แบบ

1.3.5 ในกรณีที่ขุดเป็นหิน จะต้องระมัดระวังในการขุดโดยพยายามรักษาแนวให้ได้ตามที่กำหนดในแบบ ส่วนของหินที่ยื่นออกมาจากแนวที่กำหนดให้ในแบบอาจยอมให้มีได้ไม่เกิน 15 เซนติเมตร หรือนอกจากคณะกรรมการตรวจการจ้างจะพิจารณาเห็นชอบเป็นอย่างอื่นตามความเหมาะสมในสนาม

1.3.6 ในกรณีที่การขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบหรือเกิดความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการของผู้รับจ้าง และความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยสาเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทุกกรณี

และต้องซ่อมแซมแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการตรวจการจ้างด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.3.7 กรณีที่ขุดถึงชั้นหินที่ได้ระดับแล้วพบว่ามีรอยแตกหรือรอยแยกของหินจะต้องทำการป้องกันด้วยวิธีการอุดด้วยปูนทราย หรือทำ Slush Grouting หรือ Shot – Crete หรือฝังท่อสำหรับอัดฉีดน้ำปูน วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีรวมกัน

1.4 การแบ่งลักษณะชั้นดินและชั้นหินตามวิธีการขุด

ลักษณะชั้นดิน และชั้นหิน แบ่งตามวิธีการขุด เป็นเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1.4.1 ชั้นหิน หรือหินแข็ง (Sound Rock) หมายถึง ชั้นหินที่

1.4.1.1 ต้องทำการขุดโดยใช้วัตถุระเบิด

1.4.1.2 ไม่สามารถทำให้หลวมตัวหรือเคลื่อนย้ายโดยใช้ Power Shovel ขนาด

$\frac{3}{4}$ ลูกบาศก์หลา

1.4.1.3 ไม่สามารถทำให้หลวมตัวหรือเคลื่อนย้ายโดยใช้รถแทรกเตอร์

ดินตะขาบขนาด 230 แรงม้า ดัด Ripper จำนวน 1 ฟัน

1.4.2 ชั้นดินขุดยาก หมายถึง

1.4.2.1 หินก้อน (Boulder) ซึ่งมีขนาดโตตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตร ขึ้นไป

1.4.2.2 หินผุ หินแตก ซึ่งต้องใช้รถแทรกเตอร์ดินตะขาบขนาด 230 แรงม้า ดัด Ripper จำนวน 1 ถึง 3 ฟัน จึงจะทำให้หลวมตัวหรือเคลื่อนย้ายได้

1.4.2.3 ชั้นดินซึ่งมีค่า $N > 30$ ขึ้นไป ทั้งนี้จะต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน

1.4.3 ชั้นดินขุดธรรมดา หมายถึง ชั้นดิน นอกเหนือจากที่ระบุตามข้อ 1.4.1 และข้อ 1.4.2 และสามารถขุดออกได้ด้วยเครื่องจักรเครื่องมือธรรมดา

1.5 การขุดฐานราก

1.5.1 งานขุดฐานรากของอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการตามที่กำหนดในแบบและขอบเขตของงานดังนี้

1.5.1.1 งานขุดลอกหน้าดิน (Striping) ตลอดบริเวณเขื่อน ภายหลังจากการถางป่าและขุดรากไม้ตลอดบริเวณพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างแล้ว ผู้รับจ้างต้องขุดลอกหน้าดินเดิม ซึ่งหมายรวมถึง รากไม้ เศษขยะ เศษหิน ผิวหน้าดิน สิ่งซึ่งไม่พึงประสงค์อื่นๆ อินทรีย์วัตถุ และดินอ่อนออกให้หมด

1.5.1.2 กรณีฐานรากเป็นดิน การขุดลอกจะต้องทำการขุดลึกจนถึงระดับตามที่กำหนดในแบบ แล้วทำการทดสอบหาค่าการรับน้ำหนักของดิน (Bearing Capacity of Soil)

- ถ้าดินรับน้ำหนักได้ตามแบบ ให้ทดสอบความแน่นของดินที่ระดับนั้นตาม สวพ.ทล.305 ถ้ามีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นมาตรฐาน ถือว่าระดับนี้

ใช้งานเป็นฐานรากได้เลย แต่ถ้ามีความแน่นน้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นมาตรฐาน ให้รื้อดินขึ้นมาแล้วทำการบดอัดกลับโดยให้มีความหนาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร แต่ละชั้นที่บดอัดหนาได้ไม่เกิน 20 เซนติเมตร และมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นมาตรฐาน

- ถ้าดินรับน้ำหนักได้น้อยกว่าตามแบบ ให้ขุดดินออกแล้วใช้ดิน Select Material บดอัดให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นมาตรฐาน ตลอดความหนาจนถึงระดับเดิม โดยแต่ละชั้นที่บดอัดหนาได้ไม่เกิน 20 เซนติเมตร ซึ่งความหนาของดินที่ต้องขุดออกแล้วเติมด้วย Select Material สามารถคำนวณได้ดังนี้

กำหนดให้ H = ความลึกของดินที่ต้องแทนที่ด้วย Select Material (เมตร)
 B = ความกว้างของ Footing (เมตร)
 S = Bearing Capacity ที่กำหนดในแบบ (ตัน/ม.²)
 P = Bearing Capacity ที่ทดสอบได้ในสนาม (ตัน/ม.²)

เมื่อ Footing เป็นแบบ Circular Footing :

$$H = B \times \frac{6.3385}{\left(100 \times \frac{P}{S}\right)^{0.6102}}$$

เมื่อ Footing เป็นแบบ Square Footing :

$$H = B \times \frac{6.344}{\left(100 \times \frac{P}{S}\right)^{0.6119}}$$

เมื่อ Footing เป็นแบบ Long Strip Footing :

$$H = \left\{ B \times \frac{70.195}{\left(100 \times \frac{P}{S}\right)} \right\} - 0.41 \times B$$

ซึ่ง Select Material ให้ใช้ดินกลุ่ม GW, GP, SW, SP (ถ้าไม่คำนึงถึงการซึมผ่านของน้ำ) และใช้ดินกลุ่ม GM, GC, SM, SC, ML, CL (ถ้าคำนึงถึงการซึมผ่านของน้ำ)

ทั้งนี้ดินที่ได้จากการขุดลอกหน้าดิน ห้ามนำไปใช้ถมทำนบดินเป็นอันตราย ผู้รับจ้างต้องขนย้ายไปรวมกอง ณ ตำแหน่งที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดไว้ในสนาม

1.5.1.3 กรณีฐานรากที่ขุดถึงชั้นหิน หน้าหินจะต้องล้างทำความสะอาดด้วยการฉีดน้ำที่มีแรงดันสูง หรือใช้กำลังลมพ่นจนสิ่งสกปรกทั้งหมดหลุดหายไป ในกรณีที่ทำความสะอาดหน้าหินแล้วพบว่ามียอยแตกหรือรอยแยกของหินจะต้องทำการป้องกันด้วยวิธีการอุดด้วยปูนทราย หรือทำ Slush Grouting หรือ Shot-Crete หรือฝังท่อสำหรับอัดฉีดน้ำปูน วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีร่วมกัน ในกรณีที่มั่นใจว่าการอุดรอยแยกตามวิธีการดังกล่าวข้างต้นจะทั่วถึงทั้งหมด ผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาให้ผู้รับจ้างขุดลึกลงไปต่ำกว่าระดับไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร แล้วทำการเท

คอนกรีตที่มีกำลังอัดไม่น้อยกว่า 140 กก./ซม.² ให้ได้ระดับตามแบบ โดยได้รับความเห็นชอบจาก คณะกรรมการตรวจการจ้าง

1.5.1.4 กรณีฐานรากเป็นกรวดหรือทราย เมื่อขุดถึงระดับตามที่กำหนดในแบบ และพบว่าเป็นกรวดหรือทรายก็ให้ทำการเปิดลึกลงไป 30 เซนติเมตรจากระดับดังกล่าว แล้วบดอัด กลับด้วยรถบดสันสะท้อนให้ได้ค่า Relative density ไม่น้อยกว่า 70%

1.5.2 งานขุดร่องแกน (Cut Off Trench) ผู้รับจ้างต้องขุดให้มีขนาดความกว้าง ลาดเอียงด้านข้าง (Slope) ตามที่กำหนดในแบบ สำหรับความลึกของร่องแกน ให้ขุดลึกลงไปจนถึงระดับชั้นดินหรือชั้นหินที่กำหนดในแบบ หรือถึงระดับตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้าง เห็นสมควร

ดินที่ได้จากการขุดร่องแกนนี้ ห้ามนำไปใช้ถมทำนบดินเป็นอันตราย ผู้รับจ้าง ต้องขนย้ายไปรวมกอง ณ ตำแหน่งที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดไว้ในสนาม

1.5.3 การตรวจวัดและการจ่ายเงิน

การตรวจวัด

ในกรณีที่สัญญาระบุการจ่ายเงินในรายการดินขุดลอกหน้า และดินขุดร่องแกน ไว้ การตรวจวัดปริมาณดินขุด เพื่อพิจารณาสำหรับการจ่ายค่าจ้างเหมา จะดำเนินการดังวิธีการต่อไปนี้

1.5.3.1 การวัดปริมาณงาน ให้ถือปฏิบัติตามข้อว่าด้วยการวัดปริมาณงานใน “เงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้าง”

1.5.3.2 ในกรณีที่กำหนดแนวขอบเขตการขุดในแบบ ผู้ว่าจ้างจะคำนวณ ปริมาณดินขุดตามแนวขอบเขตการขุดที่กำหนดในแบบ

1.5.3.3 ปริมาณดินขุดจะคำนวณเป็นหน่วย ลูกบาศก์เมตร

การจ่ายเงิน

เงินค่าจ้างเหมาสำหรับงานขุดนี้ กำหนดเป็นอัตราราคาเป็นบาทต่อลูกบาศก์ เมตร อัตราราคาดังกล่าวหมายรวมถึงค่าใช้จ่ายในการขุดและการขนย้ายด้วย

1.5.4 การระบายน้ำออกจากฐานราก ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งเครื่องสูบน้ำ และ เครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อป้องกันไม่ให้บริเวณหัวงานหรือฐานรากของทำนบดินหรืออาคาร ประกอบอื่นๆ มีน้ำขังหรือท่วม โดยการระบายน้ำออกในขณะที่ทำการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องเสนอ แผนและวิธีการระบายน้ำให้คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการ

ในกรณีที่ส่วนของฐานรากของทำนบดินอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน การขุดดิน ส่วนที่อยู่ใต้น้ำ ผู้รับจ้างต้องระบายน้ำออกให้หมดเสียก่อนที่จะดำเนินการขุด การระบายน้ำในช่วง นี้ต้องป้องกันมิให้ส่วนตะกอนหลุดจากฐานราก และต้องระมัดระวังให้เกิดความมั่นคงแก่ดินตาม ลาดด้านข้าง หรือกันหลุมฐานรากและต้องระบายน้ำให้แห้งเสมอลงตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง

ถ้าปรากฏความเสียหายเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการระบายน้ำเช่นทำให้อาคารข้างเคียงเสียหาย บ่อก่อสร้างหรือฐานรากพังทลาย เป็นต้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

ในกรณีที่สัญญาไม่ได้ระบุการจ่ายเงินในรายการการระบายน้ำออกจากฐานราก ค่าใช้จ่ายในงานนี้ทั้งหมดให้เป็นของผู้รับจ้าง

1.6 การขุดดินจากบ่อยืมดิน (Borrow Area)

1.6.1 ขอบเขตของงาน กรณีที่ต้องขุดดินจากบ่อยืมดิน เพื่อขนย้ายไปถมบดอัดร่องแกน ทำนบดิน ฯลฯ โดยที่ดินจากบ่อยืมดินต้องเป็นดินที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้งานถม และคณะกรรมการตรวจการจ้างได้พิจารณาเห็นชอบแล้ว

1.6.1.1 งานขุดลอกหน้าดิน ผู้รับจ้างต้องขุดลอกหน้าดินเดิมของพื้นที่บ่อยืมเพื่อขจัดรากไม้ ตอไม้ วัชพืช และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมด มีความลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ดินที่ขุดลอกชั้นหน้าดินเดิมนี้ ต้องขนย้ายไปทิ้ง ณ ตำแหน่งที่คณะกรรมการตรวจการจ้างกำหนด

1.6.1.2 งานขุด-ขนย้ายดิน ดินที่จะขุดขนย้ายไปถมร่องแกนหรือทำนบดิน ต้องเป็นดินที่มีการคลุกเคล้ากันทั่วและสม่ำเสมอ (Uniform Mixture) วิธีและเครื่องมือที่ใช้ในการขุด ผู้รับจ้างต้องจัดหาให้เหมาะสม เพื่อที่จะให้ได้ดินที่มีคุณภาพดี เหมาะแก่การใช้ถมบดอัดแน่น

1.6.1.3 การควบคุมความชื้นและการระบายน้ำ ขณะดำเนินการขุดผู้รับจ้างต้องคอยควบคุมความชื้นในบ่อยืมดินด้วย ถ้าหากมีความจำเป็นต้องเพิ่มความชื้นในบ่อยืม ให้เสนอวิธีการและขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน

1.6.1.4 การจ่ายเงิน ดินขุดจากบ่อยืม จะไม่พิจารณาจ่ายเงินค่าจ้างเหมาให้แก่ผู้รับจ้าง ค่าใช้จ่ายในการนี้ให้คำนวณรวมอยู่ในงานถมดินและบดอัดแน่น

1.7 งานขุดด้วยการระเบิด

งานขุดด้วยการระเบิด หมายถึง งานขุดหินชั้น หินพีค หรือหินก้อนที่ไม่สามารถทำให้แตกเป็นส่วนย่อยได้โดยใช้เครื่องจักร Tractor Mounted Hydraulic Ripper หรือเครื่องจักรกลที่มีแรงม้าระหว่าง 210 ถึง 240 ในกรณีที่กำหนดความแข็งของหินโดยใช้ความเร็วคลื่นจากการทดสอบ Seismic Wave Velocity จะต้องมากกว่า 1,800 เมตร/วินาที หรือเมื่อใช้เครื่องจักรย่อยได้แล้ว หินที่ได้ออกมามีขนาดใหญ่กว่า 1 ลูกบาศก์เมตร

1.7.1 การขออนุมัติดำเนินการขุดระเบิดหิน ผู้รับจ้างต้องเสนอแผนและวิธีการขุดระเบิดหินพร้อมแบบแสดงระดับของหินและรายการคำนวณปริมาณงานต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อขออนุมัติก่อนที่จะเข้าปฏิบัติงาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความปลอดภัย ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามนี้

1.7.1.1 การควบคุมการระเบิดหิน ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ พร้อมแผนงานให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดังนี้

- ตำแหน่งของงานที่จะขุดระเบิดหิน
- จำนวนหลุมและความลึกของหลุมที่จะใส่ดินระเบิด
- ชนิดและน้ำหนักของดินระเบิดต่อหลุม
- น้ำหนักของดินระเบิดทั้งหมดที่ใช้ในงานระเบิด
- ชนิดของเชื้อปะทุที่ใช้
- วิธีต่อสายชนวน
- น้ำหนักของดินระเบิดต่อการระเบิดหนึ่งจังหวะ (Delay)

1.7.1.2 การจัดแผนป้องกันอุบัติเหตุ การระเบิดหินจะกระทำได้ต่อเมื่อผู้รับจ้างได้มีการเตรียมการป้องกันอันตราย และความเสี่ยงอันอาจเกิดขึ้นต่อบุคคล ทรัพย์สินหรืองานในบริเวณใกล้เคียงที่สร้างเสร็จแล้วหรือที่กำลังก่อสร้าง หรือบริเวณฐานรากเขื่อนที่ปรับปรุงแล้ว หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายหรืออันตรายดังกล่าว

- ก่อนทำการระเบิด ต้องมีสัญญาณเตือนให้ได้ยินทั่วไป และเมื่อปลอดภัยแล้วให้แจ้งสัญญาณปลอดภัยอีกครั้งหนึ่ง
- การบรรจุดินระเบิด ห้ามกระทำในระหว่างเวลาฝนฟ้าคะนอง หรือขณะที่มีพายุแม่เหล็ก
- หลังการระเบิดสิ้นสุดลงเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจตรา โดยละเอียดว่าดินระเบิดได้ระเบิดไปหมดทุกหลุมแล้วหรือไม่ ถ้าพบว่ายังระเบิดไม่หมดทุกหลุมให้ทำการระเบิดซ้ำ หรือทำการเป่าออกจากหลุมด้วยลมหรือน้ำก่อนจึงให้สัญญาณปลอดภัยได้

1.8 การขออนุญาตมีวัตถุระเบิดและการเก็บวัตถุระเบิด

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัตถุระเบิด แก๊ป สายชนวน และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการระเบิดหินตลอดทั้งแรงงาน โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง

1.8.2 การขออนุญาตมีและใช้วัตถุระเบิด และอุปกรณ์ ตลอดจนการขออนุญาตขนย้ายวัตถุระเบิดและอุปกรณ์เพื่อใช้งานนี้ ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือขออนุญาตโดยผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ทำหนังสือรับรองให้ ส่วนการขออนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเอง โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

1.8.3 ผู้รับจ้างต้องก่อสร้างโรงเก็บระเบิดตามแบบของกระทรวงมหาดไทย เพื่อเก็บวัตถุระเบิดและอุปกรณ์ ตำแหน่งที่ก่อสร้างโรงเก็บวัตถุระเบิด ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างต้องนำวัตถุระเบิดดังกล่าว มาเก็บไว้ในโรงเก็บวัตถุระเบิดตามข้อ 8.3 การนำวัตถุระเบิดไปใช้งานจะต้องอยู่ในความควบคุมดูแลของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และรายงานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบต่อไป

1.9 การจัดการหลังการระเบิด

1.9.1 การขุดระเบิดหินลาดด้านข้าง ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังในการขุดระเบิดให้ได้รูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แบบไม่ได้กำหนดความชันของลาดให้ใช้ลาด 1:0.5 (ตั้ง :ราบ) หรือตามที่ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ และหลังจากทำการระเบิดหินแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งผิวหินให้เรียบร้อย ส่วนของหินที่ยื่นออกมาจากแนวที่กำหนดไว้ในแบบยอมให้มีส่วนคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10 เซนติเมตร

1.9.2 ในกรณีที่ผู้รับจ้างระเบิดหินผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดไว้ในแบบ อันเกิดความเสียหายของลาดชัน หรือเกิดการพังทลายเพราะความบกพร่องของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขซ่อมแซมตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างโดยค่าใช้จ่ายในการแก้ไขซ่อมแซมเป็นของผู้รับจ้าง

1.9.3 ในระหว่างดำเนินการถ้าพบว่าสภาพลาดของหินไม่ดี ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างได้พิจารณาเห็นว่าในระยะเวลาต่อไปอาจพังทลายลงมาได้ ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งแก้ไขความเอียงลาดได้ โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยไม่บิดพลิ้ว ส่วนปริมาณและราคางานที่เกินจากแบบ ผู้ว่าจ้างจะจ่ายเงินค่างานในส่วนดังกล่าวให้แก่ผู้รับจ้างตามปริมาณงานที่ทำจริง และใช้อัตราราคาต่อหน่วยตามใบแจ้งปริมาณงานและราคา

1.9.4 เมื่อทำการขุดระเบิดหินได้รูปร่าง ขนาด ระดับตามที่แสดงไว้ในแบบแล้ว พบรอยแยก รอยร้าว หรือเป็นโพรง ผู้รับจ้างจะต้องทำการอุดรอยเหล่านี้ด้วย Mortar หรือคอนกรีตล้วนให้เรียบร้อย

1.9.5 ในกรณีที่ผู้รับจ้างขุดระเบิดเกินกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ (Over Break) อนุญาตให้ขุดระเบิดเกินได้ไม่เกิน 15 เซนติเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นสมควร ส่วนที่เกินกว่าที่กำหนดไว้ในแบบนี้จะไม่จ่ายเงินให้ ถ้าเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องตกแต่งให้อยู่ในเกณฑ์ หรือตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างยินยอม

1.9.6 วัสดุที่ได้จากการขุดระเบิดนี้ จะต้องขนย้ายไปกองรวมในบริเวณที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยต้องอยู่ห่างจากบริเวณดินเขื่อนด้านเหนือหน้า แล้วทำการดัน กลิ้งตกแต่งให้เรียบร้อยตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

1.10 เครื่องวัดความสั่นสะเทือน

1.10.1 คุณสมบัติของเครื่องวัด สามารถตรวจวัดและบันทึกความสั่นสะเทือนจากการระเบิดในรูปของค่าเฉลี่ย และแสดงผลเป็นแบบตัวเลขดิจิทัล ตัวอักษรและกราฟ สามารถระบุ

เวลาที่ทำการตรวจวัด สามารถต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์ผลได้ ใช้พลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 1 วัน มี Output แบบ AC และ DC

1.10.1.1 อุปกรณ์เครื่องวัด ประกอบด้วย

- เครื่องวัด
- หัววัดความสั่นสะเทือน
- แบตเตอรี่ กล่องเก็บเครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ
- คู่มือการใช้งาน

ค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้งเครื่องวัดความสั่นสะเทือนผู้ว่าจ้างจะไม่แยกจ่ายให้ต่างหาก แต่ให้ผู้รับจ้างคิดค่าใช้จ่ายรวมไว้ในงานชุดระเบิดหินบริเวณฐานรากเขื่อนและอาคารประกอบเขื่อน

2. งานถมดินบดอัดแน่น

2.1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

งานถมดินบดอัดแน่นของตัวเขื่อนหรือทำนบดิน จะต้องกระทำตามเส้นขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบหรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้กำหนด เส้นแบ่งขอบเขตหรือแบ่งส่วนของตัวเขื่อนหรือทำนบดิน อาจเปลี่ยนแปลงไปบ้างในขณะทำการก่อสร้าง

หลังจากขุดลอกหน้าดินหรือหิน และทำงานฐานรากเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะถมดินบดอัดแน่นที่ตัวเขื่อนหรือทำนบดินแต่ละส่วน ตลอดจนวัสดุที่จะนำมาใช้เพื่อการก่อสร้าง จะต้องผ่านการตรวจสอบและได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อน

การถมดินบดอัดแน่นตัวเขื่อนหรือทำนบดิน ต้องกระทำในช่วงเวลาที่ไม่ฝนตก ห้ามมิให้ทำการบดอัดในช่วงเวลาที่ฝนกำลังตก ซึ่งก่อนที่จะหยุดงานก่อสร้างเป็นการชั่วคราวในช่วงระยะเวลาฝนตก จะต้องรีบทำการบดอัดผิวหน้าดินให้เรียบ และมีสันตรงกลาง เพื่อบรรณน้ำฝนมิให้ขังอยู่บนผิวหน้า ห้ามมิให้จอดทิ้ง อุปกรณ์การก่อสร้าง ไว้บนตัวเขื่อนหรือทำนบดินในช่วงระยะเวลาฝนตกและดินยังเปียกชุ่มอยู่ เพราะอาจจะทำให้อุปกรณ์การก่อสร้างติดหล่มได้

2.2 ดินถม

ดินที่จะนำมาใช้ถมบดอัดแน่นต้องเป็นดินที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว (Selected Material) และต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ได้ กรณีที่แบบกำหนดให้ถมดินเป็น Zone ผู้รับจ้างต้องจัดหาดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมแต่ละ Zone มาทำการบดอัดแน่นตามที่กำหนดในแบบ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อน เช่นเดียวกัน

ดินที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการขุดขนย้ายแยกกองต่างหากจากวัสดุส่วนอื่นที่จะทิ้ง หรือขนย้ายไปกองไว้ชั่วคราว เมื่อได้รับคำสั่งจากคณะกรรมการตรวจการจ้างจึงทำการขนย้ายไปใช้งานได้ ผู้รับจ้างต้องไม่คิดราคาเพิ่มจากราคานที่ระบุในสัญญา

2.3 การถมดินบดอัดแน่น

การถมดินเพื่อบดอัดแน่น จะต้องนำดินที่จะใช้งาน มาโรยเป็นชั้นในแนวราบ ดินที่นำมาใช้ต้องมีความชื้นถูกต้องตามที่กำหนด การบดอัดต้องบดอัดอย่างสม่ำเสมอตลอดผิวหน้า เพื่อให้มีความแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด การถมดินเพื่อบดอัดแน่นให้ปฏิบัติดังนี้

2.3.1 ดินที่นำมาใช้บดอัดต้องได้รับการผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันเป็นอย่างดีมีความชื้น $\pm 2 \%$ ของความชื้น OMC. (Optimum Moisture Content) ซึ่งหาได้ตาม สวพ.ทล.305 หรือ สวพ.ทล.306

2.3.2 เศษหินหรือก้อนดินแข็ง ที่มีขนาดโตกว่า 15 เซนติเมตร (สำหรับงานที่ไม่จำเป็นต้องทับน้ำ) ขนาดโตกว่า 7.5 ซม. (สำหรับงานที่ต้องการให้ทับน้ำ) ต้องเก็บทิ้งก่อนทำการบดอัด

2.3.3 การถมดินให้ถมเป็นชั้นๆ ในแนวราบ ความหนาขึ้นอยู่กับวัสดุที่ถม และเครื่องจักรกลที่ใช้บดอัด ซึ่งสามารถกำหนดได้โดยการทำแปลงทดสอบการบดอัด (Test Section) จากวิธีการนี้ทำให้เราทราบได้ว่า เมื่อใช้วัสดุชนิดนี้ ใช้เครื่องจักรกลแบบนี้ บดอัดกี่เที่ยว วัสดุหนา กี่เซนติเมตร จึงจะได้ความแน่นตามที่ต้องการ โดยมีหลักเกณฑ์คร่าวๆ ดังนี้

2.3.3.1 วัสดุพวกไม่มีแรงยึดเกาะ (Cohesionless), ตะกอนทราย (Silt) ที่มีความเหนียวต่ำให้ใช้ล้อเรียบแบบสั่นสะเทือน (Vibratory Rollers)

2.3.3.2 วัสดุพวก Clay, ตะกอนทราย (SILT) ที่มีความเหนียวปานกลางถึงสูง ให้ใช้ล้อหนามธรรมชาติ (Pad Foot) หรือล้อหนามสั่นสะเทือน (Vibratory Pad Foot)

2.3.4 การบดอัดในชั้นต่อไป ถ้าผิวหน้าดินในชั้นที่บดอัดไว้แล้วแห้งและเรียบ ต้องทำให้ชื้นและขรุขระ เพื่อที่จะได้เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันกับดินชั้นต่อไป

2.4 การถมบดอัดวัสดุกรอง

วัสดุกรองต้องเป็นวัสดุที่ไม่มีความเชื่อมแน่น สะอาดและมีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ได้ไม่เกิน 5 % การถมเพื่อบดอัดแน่น ให้ปฏิบัติดังนี้

2.4.1 นำวัสดุกรองมาโรยเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเติมน้ำให้วัสดุมีความชื้นใกล้เคียงอิ่มตัว และทำการบดอัดด้วยรถบดล้อเรียบแบบสั่นสะเทือนให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด

2.5 การถมบดอัดพิเศษ

ในบริเวณที่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ขนาดใหญ่เข้าปฏิบัติงานบดอัด เช่น บริเวณรอบๆ อาคารคอนกรีตบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน ฯลฯ หรือในบริเวณที่ได้ระบุไว้ว่าเป็นการถมบดอัดพิเศษ หรือบริเวณอื่นๆ ที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องจัดหา

เครื่องมือที่เหมาะสมแก่การบดอัดเป็นพิเศษเช่น Vibratory Tampers ณ บริเวณดังกล่าวข้างต้น โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนดำเนินการ โดยบดอัดให้มีความหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตรต่อชั้นและดินมีความชื้นมากกว่า Optimum Moisture Content ประมาณร้อยละ 1 ถึง 2

ระยะห่างจากอาคารที่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดเล็กคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$r = \sqrt{\frac{1.3 \times Q \times 0.08}{\gamma \times h}}$$

เมื่อ r คือ ระยะห่างระหว่างอาคารกับรตบอัด (เมตร)

Q คือ น้ำหนักรตบอัด (ตัน)

γ คือ ความหนาแน่นดินที่ใช้บดอัด (ตัน/ม.³)

h คือ ความหนาของดินถมตามแบบ (เมตร)

2.6 เกณฑ์กำหนดในการบดอัดแน่น

2.6.1 การตรวจสอบความแน่นของดินที่บดอัดแน่นแล้ว โดยต้องทดสอบทุกๆชั้น ที่ทำการบดอัด จำนวนหลุมที่ต้องทำการทดสอบต่อชั้นต้องเป็นไปตามดังนี้

จำนวนหลุมที่ทดสอบ = $0.756 + 0.0004 \times \text{พื้นที่บดอัดที่จะทดสอบ (ตารางเมตร)}$
(เศษที่ได้จากการคำนวณให้ปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็ม)

2.6.2 ดินถมแต่ละชั้นต้องบดอัดให้มีความแน่นไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบหรือที่กำหนดไว้ในเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้าง

2.6.3 ในกรณีที่แบบหรือเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้างไม่ได้กำหนดความแน่นของดินถมบดอัดเอาไว้ ให้ถือว่าส่วนที่เป็น Core Zone ต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน ส่วนที่เป็น Random Zone ต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน

2.6.3.1 ส่วนที่เป็น Core Zone ความแน่นแต่ละหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 95% และค่าเฉลี่ยของความแน่นทุกหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน ถ้าหากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวให้รื้อดินถมชั้นนั้นออก แล้วดำเนินการบดอัดแน่นใหม่

2.6.3.2 ส่วนที่เป็น Random Zone ความแน่นแต่ละหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 93 และค่าเฉลี่ยของความแน่นทุกหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน ถ้าหากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวให้รื้อดินถมชั้นนั้นออกแล้วดำเนินการบดอัดแน่นใหม่

2.6.3.3 ส่วนที่เป็นวัสดุรอง ต้องบดอัดให้มีความแน่นไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบหรือที่กำหนดไว้ในเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้าง ในกรณีที่แบบหรือเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้างไม่ได้กำหนดความแน่นของวัสดุรองเอาไว้ ก็ใช้เกณฑ์การบดอัดให้ได้ค่า Relative density ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.7 การทำรอยต่อชั้นดินตึบน้ำ

การสร้างแผ่นชั้นดินตึบน้ำนี้จะต้องดำเนินการก่อสร้างตามขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบรายการรายละเอียด หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดให้ ซึ่งขอบเขตหรือพื้นที่รอยต่อชั้นดินตึบน้ำนี้อาจคลาดเคลื่อนได้เล็กน้อยในระหว่างทำการก่อสร้าง โดยรอยต่อในงานบดอัดแบ่งออกได้เป็น

2.7.1 รอยต่อเป็นดิน ให้เปิดหน้าดินประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วฉีดน้ำ (Spray) ให้ดินมีความชื้นทั่วผิวน้ำแต่อย่าให้น้ำขังแล้วลงวัสดุคัดเลือกซึ่งตึบน้ำโดยมีความชื้นไม่น้อยกว่า Optimum Moisture Content ซึ่งคลุกเคล้ากันแล้วอย่างดีลงไปพร้อมกับเกลี่ยเป็นชั้นบางๆ แล้วทำการบดอัดให้มีความหนาไม่เกินชั้นละ 10 เซนติเมตรขึ้นมา โดยมีความแน่นไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้

2.7.2 รอยต่อเป็นหิน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับหัวข้อ 5.1.3 กรณีฐานรากที่ขุดถึงชั้นหินในเรื่องงานขุด เมื่อจะทำรอยต่อก็ให้ปูด้วย Contact clay ซึ่งเตรียมได้โดยใช้ดินเหนียวที่ละเอียดมีค่า PI สูง คลุกเคล้ากับน้ำอย่างทั่วถึงโดยมีความชื้นสูงกว่า OMC. ประมาณ 4 ถึง 5% แล้วบดอัดด้วยแรงคนหรือเครื่องจักรเบาให้มีความหนาประมาณ 3 เซนติเมตรจนทั่วบริเวณรอยต่อและให้ดำเนินการลงดินบดอัดปิดทับในบริเวณดังกล่าวก่อนที่จะผิวหน้าของ Contact clay จะแห้งจนเกิดรอยแตก มีความหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

2.7.3 รอยต่อบริเวณข้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างที่เป็นคอนกรีต จะต้องล้างทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวด้วยการฉีดน้ำที่มีแรงดันสูง หรือใช้กำลังลมพ่นจนสิ่งสกปรกทั้งหมดหลุดไป และทำให้พื้นผิวคอนกรีตมีความชื้นเพื่อไม่ให้ดูน้ำ แล้วจึงดำเนินการลง Contact Clay ตามวิธีในข้อ 2.7.2 รอยต่อเป็นหิน

2.8 เครื่องจักรและอุปกรณ์สำหรับการถมบดอัดแน่นดินตัวเขื่อน

เครื่องจักรและอุปกรณ์สำหรับการถมบดอัดแน่นดินตัวเขื่อนต้องเป็นไปตามที่กำหนดในแผนการใช้เครื่องจักรเครื่องมือ ซึ่งคณะกรรมการตรวจการจ้างของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบแล้ว

2.9 แปลงทดสอบการบดอัด

เพื่อควบคุมคุณภาพของการบดอัดดินให้เป็นไปตามกำหนดในแบบหรือรายการรายละเอียด คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดให้ผู้รับจ้างทำการบดอัดดินในแปลงทดสอบก่อน โดยปฏิบัติดังนี้

2.9.1 พื้นที่ทำแปลงทดสอบ (Test Section) ต้องสามารถปูดินให้มีความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 15 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 50 เมตร

2.9.2 ความชื้นของดินที่จะใช้ทำการบดอัดควรอยู่ระหว่าง $\pm 2\%$ ของ OMC.

2.9.3 การปูดินเตรียมบดอัดต้องเกลี่ยดินให้เต็มพื้นที่และมีความหนาสม่ำเสมอ โดยที่ความหนาของดินขึ้นอยู่กับชนิดและน้ำหนักของรถ

2.9.4 การบดอัดยอมให้รถวิ่งได้ไม่เกิน 10 เทียวในแต่ละชั้น โดย 1 เทียวเท่ากับไปและกลับ

2.9.5 การทดสอบความแน่นต้องทดสอบที่ชั้นที่สองของการบดอัด

2.9.6 กรณีที่ความหนาแน่นไม่ผ่านตามข้อกำหนด ก็ให้ลดความหนาของดินที่ปูลงจากความหนาเดิมในข้อ 2.9.3 จนกว่าจะได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่าข้อกำหนด

เมื่อทำการเปลี่ยนชนิดดินหรือเครื่องจักรก็ให้ดำเนินการตามข้อ 2.9.2 ถึง 2.9.6

3. งานก่อสร้างกำแพงกั้นน้ำ (Impervious Cut – off Wall)

ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างกำแพงกั้นน้ำ ให้มีขนาดความกว้าง ความลึก รูปร่าง และขอบเขตตามที่กำหนดไว้ในแบบ แต่ทั้งนี้ขอบเขตดังกล่าวอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพความเหมาะสมในสนาม ซึ่งวิศวกรผู้ควบคุมงานในสนามของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ในระหว่างก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการก่อสร้างตามรายละเอียดวิธีการก่อสร้างในหัวข้อนี้ และตามที่แสดงไว้ในแบบ นอกจากนี้บรรดาวัสดุ อุปกรณ์ และรายละเอียดขั้นตอนการทำงานที่ผู้รับจ้างประสงค์จะนำไปใช้ในการก่อสร้างกำแพงกั้นน้ำนี้ จะต้องเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ได้

3.1 บริเวณทำงาน

ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างกำแพงกั้นน้ำจากบริเวณทำงานตามที่แสดงไว้ในแบบ ผู้รับจ้างอาจเปลี่ยนแปลงความกว้างและระดับของบริเวณทำงานได้เพื่อความสะดวกและเป็นผลดีต่อการปฏิบัติงาน แต่ทั้งนี้จะต้องผ่านการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างก่อน

3.2 วัสดุสำหรับทำน้ำโคลน (Slurry)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และจัดทำวัสดุต่างๆ สำหรับการทำน้ำโคลนให้มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

3.2.1 โคลนผง (Bentonite) โคลนผงต้องเป็นชนิด Sodium Bentonite ที่มีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตามวิธีที่ระบุไว้ใน API Standard 13 A , Fifth Edition ฉบับแก้ไขใน Supplement 3 เดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1972 และนอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในสนามของ

ผู้ว่าจ้างในการกำหนดคุณสมบัติเป็นอย่างอื่น โคลนผงจะต้องมีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดังต่อไปนี้

<u>คุณสมบัติ</u>		<u>มาตรฐานการทดสอบ</u>
ความชื้นตามธรรมชาติ	9 – 13	ASTM – D - 2216
Liquid Limit	ไม่น้อยกว่า 350 %	ASTM – D - 424
Plastic Limit	ไม่น้อยกว่า 28 %	ASTM – D - 424
ความถ่วงจำเพาะ	ไม่น้อยกว่า 2.54	ASTM – C - 188
ค่า pH	ไม่มากกว่า 10.0	Electric pH meter

โคลนผงจะต้องผ่านการตรวจสอบโดยหน่วยงานราชการที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ก่อนจึงจะขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างได้ อย่างไรก็ดี หากผู้ว่าจ้างตรวจพบภายหลังว่าโคลนผงที่ผู้รับจ้างจัดส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างแล้วมีคุณสมบัติไม่ตรงตามที่กำหนด ก็จะไม่อนุมัติให้ผู้รับจ้างนำไปใช้งาน และผู้รับจ้างจะต้องขนย้ายโคลนผงดังกล่าวออกจากสถานที่ก่อสร้างทันที พร้อมทั้งต้องจัดหาโคลนผงที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดไปใช้งานแทน อนึ่ง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายจากความล่าช้า อันเนื่องมาจากการจัดหาโคลนผงทดแทนดังกล่าว และจะนำไปอ้างเป็นเหตุแห่งการขอปรับราคาค่าวัสดุ หรือค่าก่อสร้างให้สูงขึ้น หรือขอยืดกำหนดระยะเวลาในการก่อสร้างออกไปอีกมิได้ในทุกกรณี

ผู้รับจ้างจะต้องจัดการขนส่ง เก็บรักษาโคลนผงให้อยู่ในสภาพดี โดยต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด อนึ่ง ผู้รับจ้างอาจเลือกใช้โคลนผงชนิดบรรจุถุง หรือชนิดบรรจุในถังใหญ่ก็ได้แต่ถุงหรือถังที่ใช้บรรจุจะต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ผนึกแน่นตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต พร้อมทั้งต้องประทับตราเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตทุกใบ

ก่อนเริ่มงานก่อสร้างกำแพงทึบนี้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมโคลนผงไว้ที่บริเวณก่อสร้างให้มีปริมาณเพียงพอ และต้องแจ้งปริมาณสำรองที่พร้อมจะขนย้ายเข้าสู่บริเวณก่อสร้าง หากเกิดความจำเป็นต้องใช้โคลนผงเพิ่มขึ้น

3.2.2 น้ำที่ใช้ผสมทำน้ำโคลนต้องสะอาดซึ่งอาจได้จากลำห้วยคลองบึงที่ไหลผ่านหัวงาน

3.2.3 น้ำโคลน (Slurry) น้ำโคลนล้นที่ถูกส่งไปยังร่องชุด เพื่อทำน้ำที่ค้ำยันผนังของร่องชุด ต้องประกอบด้วยโคลนผงที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

3.2.3.1 ประกอบด้วยโคลนผงประมาณ 60 กิโลกรัม ต่อน้ำโคลน 1 ลูกบาศก์เมตร และมีความหนาแน่นอย่างน้อย 1.04 กรัม/ลบ.ซม.

3.2.3.2 มีความหนืดไม่น้อยกว่า 15 เซนติพอยส์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (เมื่อวัดด้วย Marsh Funnel ไม่น้อยกว่า 40 วินาที)

3.2.3.3 มีการสูญเสีย (Filtrate loss) ไม่เกิน 25 ลบ.ซม. ใน 30 นาที ภายใต้ ความดัน 7 กก./ตร.ซม.

โดยมีวิธีการทดสอบคุณสมบัติเหล่านี้ตามมาตรฐานที่กำหนดใน API Standard RP 13 B, Standard Field Procedure for Testing Drilling Fluids

คุณสมบัติของน้ำโคลนในร่องขุด (Trench) อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อผสมกับ วัสดุที่อยู่ในร่องขุด แต่ผู้รับจ้างจะต้องควบคุมคุณสมบัติของน้ำโคลนให้อยู่ในเกณฑ์กำหนด ดังต่อไปนี้ นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะมีความเห็นเป็นอย่างอื่น

1. มีความหนาแน่นไม่เกิน 1.36 กรัม/ลบ.ซม.
2. มีความหนืดไม่เกิน 30 เซนติพอยส์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (เมื่อวัด ด้วย Marsh Funnel ไม่เกิน 70 วินาที)

3.3 วัสดุสำหรับทำกำแพงทึบน้ำ

วัสดุถมร่องขุดเพื่อทำเป็นกำแพงทึบน้ำจะต้องประกอบด้วยดินที่ได้จากงานขุด หรือจากแหล่งดินที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้ได้ โดยต้องเป็นดินซึ่งปราศจากอินทรีย์วัตถุ หรือเกลือแร่ที่ละลายน้ำได้ง่าย และต้องมีส่วนคละที่ติดตามเกณฑ์กำหนดดังนี้

ขนาดตะแกรงมาตรฐาน	ร้อยละที่ผ่านตะแกรง
3"	80– 100
3/4"	40 – 100
# 4	30 – 70
# 30	20 – 50
# 200	10 – 25

ดินดังกล่าวนี้จะนำไปผสมกับน้ำโคลน (Bentonite Slurry) ด้วยวิธีการที่ผู้ว่าจ้าง เห็นชอบจนเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความข้นเหลว (Consistency) ที่เหมาะสม โดยให้ค่าความยุบตัว (Slump) ประมาณ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) ขณะที่เริ่มผสม ดินที่นำมาใช้จะต้องมีความชื้นที่เหมาะสม สามารถผสมกับน้ำโคลนได้ดี ซึ่งผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ แต่ทั้งนี้จะไม่เกิน Optimum Moisture Content

น้ำโคลนที่ใช้ผสมจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- มีความหนาแน่นประมาณ 1.10 ถึง 1.20 กรัม / ลบ.ซม.
- อัตราการสูญเสียน้ำ (Filtrate loss) ไม่เกิน 15 ลบ.ซม. ใน 30 นาที ภายใต้ ความดัน 7 กก./ตร.ซม.

3.4 เครื่องจักรและอุปกรณ์การก่อสร้าง

เครื่องจักรที่ใช้ขุดร่องขุดอาจเป็น Dragline, Back – hoe, หรือเครื่องจักรอื่นๆ ที่สามารถขุดร่องได้ลึกประมาณ 10.00 เมตร และสามารถขุดร่องได้กว้างตามที่กำหนดในแบบโดยการขุดเพียงครั้งเดียว ทั้งนี้ผู้รับจ้างอาจเลือกใช้บั้งที่ตอกแบบให้ใช้กับงานหนักโดยเฉพาะ หรืออาจทำการปรับปรุงบั้งตัวเองให้เหมาะสมกับงานขุดร่องนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องมือเจาะหยั่ง (Sounding) หรืออุปกรณ์ตรวจสอบอย่างอื่นเพื่อจำแนกว่าหินก้อนที่อาจพบในงานขุดร่องขุดเป็น หินลอย (Boulder) หรือชั้นหิน (Bed Rock) และต้องจัดหาเครื่องมือสำหรับข่อยหินลอยที่พบให้มีขนาดเล็ก สามารถขุดโดยบั้งก็ได้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีสถานที่ผสมน้ำโคลน (Slurry Plant) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องผสมที่มีขนาดและกำลังมากพอที่จะผสมน้ำกับโคลนผงให้เป็นน้ำโคลนตามที่กำหนด ถึงกวนเครื่องสูบน้ำโคลน และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการส่งน้ำโคลนไปยังร่องขุด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องจักร หรืออุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดพื้นร่องขุด ซึ่งประกอบด้วย รถปั่นจั่น ท่อฉีดแรงดันสูง (Jet Pipes) Air Lift Pump และเครื่องมือประกอบอื่นๆ ตามความจำเป็น นอกจากนี้จะต้องจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์การกรอทรายและตะกอนส่วนเกินออกจากน้ำโคลนในร่องขุดเพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำโคลนให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมลำเลียงวัสดุขุดลงไปยังพื้นร่องขุด ซึ่งอาจเป็นบั้งที่กำมปู (Clamshell) หรือท่อเทคอนกรีตใต้น้ำ (Tremie Pipe) และจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับหยั่งความลึกของพื้นร่องขุดไว้ให้พร้อม นอกจากนี้จะต้องจัดเครื่องจักรกลงานดินขนาดเล็ก เช่น Bulldozers หรือ Motor Graders เตรียมพร้อมไว้ใช้เมื่อได้มร่องขุดบางส่วนจนมีระดับสูงกว่าระดับน้ำโคลนในร่องขุด

3.5 การขุดร่องขุด (Trench Excavation)

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการขุดร่องขุดโดยวิธี Slurry Trench โดยต้องนำน้ำโคลนล้นใส่ลงในร่องขุดตั้งแต่เริ่มทำการขุดและต้องคอยปรับระดับของน้ำโคลนในร่องขุดให้อยู่เหนือระดับน้ำใต้ดินรอบร่องขุดไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร รวมทั้งต้องหมั่นตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำโคลนที่ระดับความลึกต่างๆ อยู่เสมอ และต้องทำการปรับให้ความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์กำหนดตลอดเวลา หากมีการหยุดชะงักการทำงานเกินกว่า 8 ชั่วโมง จะต้องกวนน้ำโคลนในร่องขุดด้วยลมอัดความดัน หรือด้วยวิธีการอื่นที่เหมาะสมก่อนที่จะเริ่มขุดต่อ

ดินที่ได้จากการขุดจะต้องนำออกให้ห่างร่องขุดเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำโคลนไหลกลับลงไปในร่องขุด จากนั้นให้นำดินไปทิ้งในที่ที่กำหนดหรืออาจนำไปผ่านกรรมวิธีต่างๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานอื่นๆ ตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานในสนามของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบ

3.5.1 การทำความสะอาดท้องร่องขุด เมื่อขุดจนถึงระดับใกล้เคียงกับชั้นดินหรือหินตามที่กำหนดไว้ในแบบแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบยังหน้าดินเพื่อให้มั่นใจว่าได้ขุดจนถึงชั้นหินหรือดินที่บ่มน้ำจริง และหากตรวจพบหินลอยหรือหินหลวมจะต้องกำจัดออกไป นอกจากนั้น ผู้รับจ้างจะต้องยังหน้าหินหรือดินที่บ่มน้ำเพื่อตรวจสอบความสะอาดของพื้นร่องขุด และเพื่อตรวจหาบริเวณที่มีการสลายตัวของหินรุนแรง หรือบริเวณที่เป็นแอ่งลึก แล้วทำการเป่าด้วยลมให้ร่วนหรือพ่นด้วยน้ำโคลนเพื่อกำจัดวัสดุต่างๆ ออกจากบริเวณนี้ให้หมด ทราบและตะกอนที่อาจตกลงสู่พื้นร่องขุดต้องถูกเป่าให้พุ่งแขวนลอยในน้ำโคลนโดยการพ่นลม (Air Jetting) หรืออาจกำจัดออกโดยใช้ลมยก (Air Lift)

3.5.2 ในระหว่างดำเนินการขุด ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดน้ำโคลนอย่างต่อเนื่อง โดยจัดให้น้ำโคลนหมุนเวียนผ่านตะแกรงร่อน หรือขบวนการอื่นๆ ที่ได้รับความเห็นชอบเพื่อกำจัดทรายและกรวดออกไป และเพื่อให้ความหนาแน่นของน้ำโคลนอยู่ในเกณฑ์กำหนดตลอดเวลา

3.6 การถมร่องขุดเป็นกำแพงที่บ่มน้ำ (Trench Backfill)

ผู้รับจ้างจะเริ่มถมร่องขุดได้ก็ต่อเมื่อได้ขุดร่องขุดจนมีความยาวพอสมควรและได้ทำความสะอาดพื้นร่องขุดด้วยการพ่นลม (Air Jetting) หรือโดยการใช้ลมยก (Air Lift) จนสะอาดเรียบร้อยเป็นที่พึงพอใจของนายช่างผู้ควบคุมงานในสนาม

การถมร่องขุด ให้เริ่มจากพื้นล่างสุดของร่องขุด โดยอาจใช้บั้งที่ Clamshell บรรจุวัสดุถม แล้วค่อยๆ หย่อนลงไปด้วยความระมัดระวังจนถึงพื้นร่องขุด จึงปล่อยวัสดุถมออกจากบั้งก็ให้กองบนพื้นร่องขุด และดำเนินการถมไล่ระดับขึ้นไปเรื่อยๆ จนกองวัสดุถมสูงพ้นผิวน้ำโคลนในร่องขุด โดยต้องแน่ใจว่าก่อนที่จะปล่อยวัสดุถมใหม่ลงไปนั้นจะต้องหย่อนบั้งถึงลงไปจนถึงชั้นวัสดุถมเดิม ในกรณีที่ผู้รับจ้างใช้วิธีเทด้วยท่อเทคอนกรีตได้น้ำ (Trimie Pipe) จะต้องหย่อนปลายท่อให้ลงไปจนจรดพื้นร่องขุด จึงเริ่มเทวัสดุถมลงในท่อจนเต็ม แล้วยกท่อขึ้นช้า ๆ ให้วัสดุถมไหลออกไปเอง โดยต้องใช้ความระมัดระวังในการยกปลายท่อเพื่อรักษาปลายท่อให้จมอยู่ในกองวัสดุถมตลอดเวลา ให้ดำเนินการเทวัสดุถมในลักษณะนี้ต่อเนื่องกันไปจนระดับของปลายท่อโผล่พ้นน้ำโคลน ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดโพรงในกองวัสดุถม อนึ่ง ไม่ว่าในกรณีใดๆ ก็ตาม ห้ามผู้รับจ้างเทวัสดุถมลงในน้ำโคลนโดยตรง

น้ำโคลนที่ผ่านการใช้งานในร่องขุดแล้ว ผู้รับจ้างอาจนำไปใช้เป็นน้ำโคลนในการผสมวัสดุถมได้หากผ่านการปรับปรุงให้มีคุณสมบัติตามที่กำหนด และได้รับการเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง น้ำโคลนส่วนที่เหลือและไม่ได้ใช้งาน ให้ผู้รับจ้างนำไปทิ้งยังบริเวณด้านเหนือเขื่อนตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด โดยจะต้องเทหรือฉีดให้กระทบทั่วผิวดินแล้วไถคราดผสมกับดินจนเป็นที่พอใจของนายช่างผู้ควบคุมงานในสนาม

3.7 การป้องกันกำแพงที่บ่อน้ำที่สร้างเสร็จแล้ว

เมื่อได้ถมร่องขุดเป็นกำแพงที่บ่อน้ำจนถึงระดับที่กำหนดแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องถมปิดทับที่ด้วยดินจากบ่อขุดที่กำหนดให้ใช้ในงานถมดินบดอัดแน่น โดยจะต้องมีความชื้นสม่ำเสมอ และสูงกว่าความชื้นที่ Optimum Moisture Content ประมาณ 4 % และต้องถมให้มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร โดยการถมปกคลุมนี้ให้ใช้เฉพาะรถขุดและบั้งก็กำมุดปักดินคลุมลงบนผิวหน้ากำแพงที่บ่อน้ำ ห้ามทำการบดอัดและห้ามรถ Bulldozer หรือเครื่องจักรหนักอื่นๆ ย่ำหรือเคลื่อนผ่านบริเวณที่ก่อสร้างกำแพงที่บ่อน้ำเสร็จแล้วเป็นอันขาดจนกว่าจะครบ 21 วัน และได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ก็ให้ผู้รับจ้างทำการเปิดดินคลุมหน้านี้ออกให้หมดแล้วใช้ดินที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้างโดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอเท่ากันตลอดไม่น้อยกว่า Optimum Moisture Content และทำการบดอัดแน่นให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด

4. การหาค่าการรับน้ำหนักของดิน (Bearing Capacity of Soil)

การหาค่าการรับน้ำหนักของดินสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

4.1 การหาโดยวิธี Plate Bearing

ให้ใช้ตามมาตรฐาน ASTM D 1194-94

4.2 การหาโดยวิธีของ Terzaghi

การหาค่าการรับน้ำหนักของดินโดยวิธีของ Terzaghi มีสมการที่ใช้สำหรับหาค่าแบ่งตามลักษณะรูปร่างของฐานรากได้ 3 กรณี คือ

4.2.1 กรณีฐานรากยาว (Strip Footing)

$$qu = CNc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma$$

4.2.2 กรณีฐานรากสี่เหลี่ยมจัตุรัส

$$qu = 1.3CNc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma$$

4.2.3 กรณีฐานรากวงกลม

$$qu = 1.3CNc + \gamma \cdot Df \cdot Nq + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma$$

เมื่อ qu คือ หน่วยแรงการรับน้ำหนักสูงสุด (ตัน/ม.²)

C คือ หน่วยแรงเหนียว (ตัน/ม.²)

Df คือ ความสูงของชั้นดินที่อยู่เหนือระดับฐานรากขึ้นไป (ม.)

γ คือ หน่วยน้ำหนักของดิน (ตัน/ม.³)

B คือ ด้านแคบของฐานราก (ม.)

ใช้อัตราส่วนความปลอดภัย (Factor of Safety) เท่ากับ 3

ค่า N_c , N_q และ N_γ หาได้จากตารางด้านล่างเมื่อทราบค่ามุม ϕ การหาค่ามุม ϕ และค่า C หาได้โดยวิธี Direct Shear ในห้องทดลอง หรือในสนาม ซึ่งก่อนจะทำการเก็บตัวอย่าง จะต้องให้ดินอยู่ในสภาพอิ่มตัว โดยการขังน้ำเหนือผิวดินอย่างน้อยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ϕ	N_c	N_q	N_γ		ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.700	1.000	0.000		26	27.070	14.199	11.257
1	6.000	1.099	0.094		27	29.240	15.896	13.057
2	6.300	1.204	0.190		28	31.650	17.825	15.080
3	6.600	1.318	0.289		29	34.290	20.016	17.302
4	6.900	1.448	0.391		30	37.200	22.500	19.700
5	7.300	1.600	0.500		31	40.400	25.315	22.320
6	7.700	1.775	0.615		32	43.970	28.535	25.484
7	8.100	1.975	0.740		33	48.010	32.236	29.581
8	8.600	2.190	0.877		34	52.600	36.500	35.000
9	9.000	2.430	1.029		35	57.800	41.400	42.400
10	9.600	2.700	1.200		36	63.580	47.026	52.921
11	10.200	2.900	1.391		37	70.070	53.588	65.572
12	10.800	3.279	1.611		38	77.460	61.327	78.763
13	11.430	3.610	1.864		39	85.940	70.484	90.900
14	12.140	3.980	2.158		40	95.700	81.300	100.400
15	12.900	4.400	2.500		41	106.930	94.052	107.623
16	13.700	4.869	2.890		42	119.910	109.166	120.778
17	14.600	5.399	3.341		43	134.940	127.103	150.032
18	15.550	5.993	3.840		44	152.310	148.327	205.550
19	16.580	6.658	4.394		45	172.300	173.300	297.500
20	17.700	7.400	5.000		46	195.480	202.949	431.843
21	18.920	8.226	5.660		47	223.510	240.064	597.729
22	20.240	9.152	6.423		48	258.300	287.900	780.100
23	21.710	10.195	7.320		49	300.730	348.000	966.292
24	23.320	11.372	8.398		50	347.500	415.100	1153.200
25	25.100	12.700	9.700					

5. เงื่อนไขการตรวจสอบวัสดุ

การทดสอบคุณภาพของวัสดุต่างๆ ก่อนนำไปใช้ถมตัวเขื่อนหรือทำนบดิน ผู้รับจ้างต้องทำการทดลอง ตรวจสอบค่าต่างๆ เพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

เกณฑ์กำหนดความถี่ของการทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพงาน

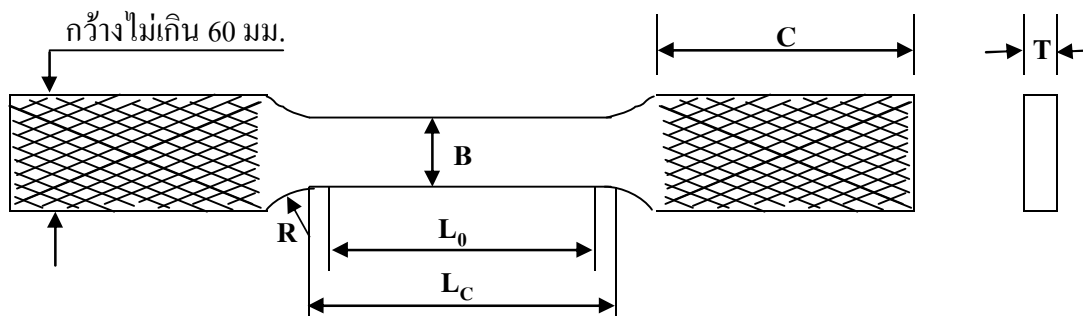
ส่วนต่างๆ ของเขื่อน และการเก็บตัวอย่าง	ชนิดของการทดสอบ	จำนวน
<u>แกนดินที่บ้น้ำและดินถมตัวเขื่อนส่วนนอก</u>		
(ก) ที่บ่อยืมดิน	1.1 ปริมาณความชื้น 1.2 ความถ่วงจำเพาะ 1.3 ขนาดผละของดิน 1.4 Atterberg Limit 1.5 การบดอัดในห้องทดลอง	ทุกวันทำงาน ทุก 10,000 ลบ.ม. หรือเมื่อเปลี่ยนบ่อ ยืมดิน
(ข) ที่ตัวเขื่อน	1.6 ความแน่นในสนาม 1.7 สัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในสนาม 1.8 ขนาดผละของดิน	ทุก 3,000 ลบ.ม. ทุก 30,000 ลบ.ม. ทุก 10,000 ลบ.ม.
<u>วัสดุในชั้นกรอง</u>		
(ก) ที่แหล่งวัสดุ	2.1 Abrasion Test 2.2 Soundness Test	ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม.
(ข) ที่ตัวเขื่อน	2.3 ความแน่นในสนาม 2.4 ความแน่นสัมพัทธ์ 2.5 ขนาดผละ	ทุก 3,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม.
<u>หินทิ้งหน้าเขื่อน</u>		
ที่ตัวเขื่อน	3.1 ความถ่วงจำเพาะ 3.2 การดูดซึมน้ำ 3.3 ขนาดผละ	ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม.

ภาคผนวก

การแต่งตั้งอย่างเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกล
และแบบตรวจสอบความถูกต้องรายการวัสดุทดสอบ

ขนาดและตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION เหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวง
แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตาม มอก. 107-2533

ทดสอบ TENSION



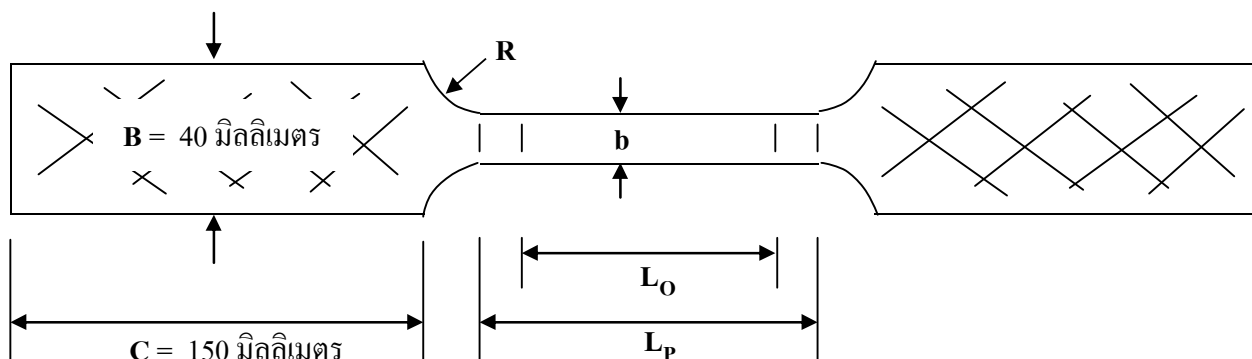
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้างของชิ้นทดสอบ ระหว่างความยาวของส่วนขนาน B	ความยาวพิคัด L_0	ความยาว ของส่วนขนาน L_c	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า R ต่ำสุด	ความยาว สำหรับหัวจับ C
12.5 ± 0.5	50 ± 0.5	ประมาณ 60	20	ประมาณ 150
25 ± 0.7	50 ± 0.5	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150

หมายเหตุ ความกว้างของชิ้นทดสอบตลอดความยาวของส่วนขนาน จะแตกต่างกันได้ไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตร

ขนาดและตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING เหล็กเส้นแบน และสียเหล็กมจตุรัส ตาม มอก.55

1. การทดสอบแรงดึง (Tension Test)



หมายเหตุ 1. หากเหล็กเส้นแบนหรือสียเหล็กมจตุรัสมีขนาดไม่กว้างกว่า 30 มิลลิเมตร ไม่ต้องแต่งลดขนาด

2. หากเหล็กเส้นแบนหรือสียเหล็กมจตุรัสมีขนาดกว้างกว่า 30 มิลลิเมตร ให้แต่งตัวอย่าง ดังนี้

b คือ ความกว้าง หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง = 20 มิลลิเมตร

L_O คือ ความยาวพิคัด = $5.65 A^{1/2}$ มิลลิเมตร

L_P คือ ความยาวของด้านขนาน

- สำหรับเหล็กเส้นแบนที่มีความกว้างมากกว่า 30 มิลลิเมตร

$$L_P = L_O + 1.5 A^{1/2} \text{ ถึง } L_O + 2.5 A^{1/2} \text{ มิลลิเมตร}$$

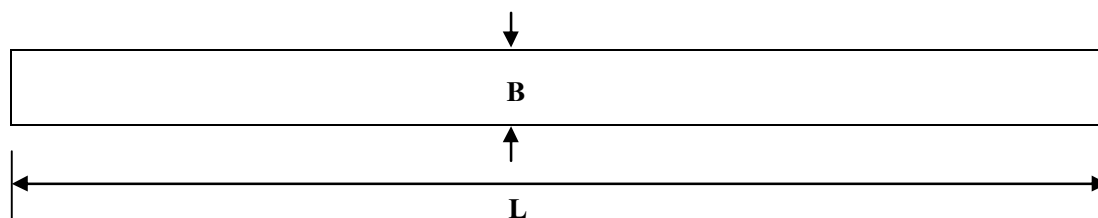
- สำหรับเหล็กสียเหล็กมจตุรัสที่มีขนาดมากกว่า 30 มิลลิเมตร

$$L_P = L_O + b/2 \text{ ถึง } L_O + 2b \text{ มิลลิเมตร}$$

R คือ รัศมีของการลดขนาด ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ เป็นตารางมิลลิเมตร

2. การทดสอบการดัดโค้งเย็น (Bending Test)



หมายเหตุ 1. หากเหล็กเส้นแบนหรือสียเหล็กมจตุรัสมีขนาดไม่กว้างกว่า 30 มิลลิเมตร ไม่ต้องแต่งลดขนาด

2. หากเหล็กเส้นแบนหรือสียเหล็กมจตุรัสมีขนาดกว้างกว่า 30 มิลลิเมตร ให้แต่งตัวอย่าง ดังนี้

B คือ ความกว้าง = 30 มิลลิเมตร

L คือ ความยาว = 300 มิลลิเมตร

ขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบท่อเหล็กกล้าอบสังกะสี ตาม มอก.277-2532

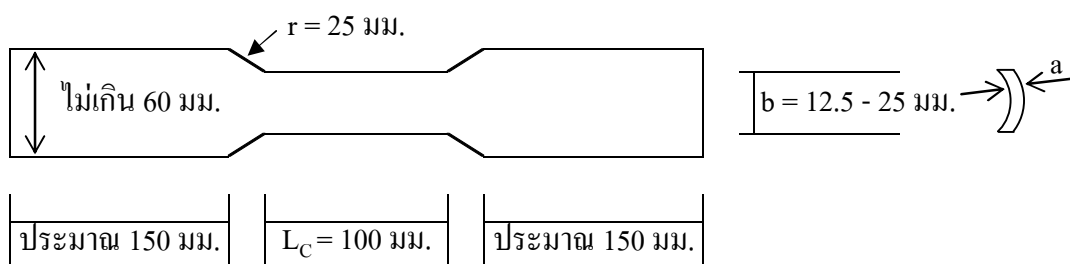
1. การทดสอบแรงดึงและส่วนยืด

1.1 ขนาดระบุ (D) ไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

- ตัดตัวอย่างขึ้นทดสอบตามรูปพรรณเดิมยาว 400 มิลลิเมตร จำนวน 3 ท่อน / 1 ตัวอย่าง

1.2 ขนาดระบุ (D) เกิน 25 มิลลิเมตร

- ตัดตัวอย่างขึ้นทดสอบตามรูปพรรณเดิม จำนวน 3 ท่อน / 1 ตัวอย่าง โดยแต่ละท่อนแต่งตัวอย่างตามแนวยาวให้มีรูปร่างและขนาดดังรูป



2. การทดสอบการดัดโค้งหรือการกดแบน

2.1 ขนาดระบุ (D) ไม่เกิน 50 มิลลิเมตร

- ตัดตัวอย่างขึ้นทดสอบตามรูปพรรณเดิมยาว 300 มิลลิเมตร เพื่อทดสอบการดัดโค้ง จำนวน 1 ท่อน / 1 ตัวอย่าง

2.2 ขนาดระบุ (D) เกิน 50 มิลลิเมตร

- ตัดตัวอย่างขึ้นทดสอบตามรูปพรรณเดิมยาวไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร (ไม่ควรยาวเกิน 100 มม.) เพื่อทดสอบการกดแบน จำนวน 1 ท่อน / 1 ตัวอย่าง

3. การทดสอบน้ำหนักสังกะสีที่อาบ

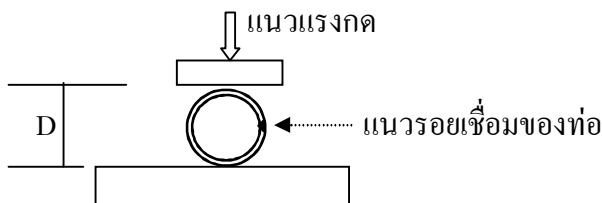
- ตัดตัวอย่างขึ้นทดสอบจากปลายท่อทั้ง 2 ข้าง ข้างละ 1 ชิ้น เป็นขึ้นทดสอบ 2 ชิ้น / 1 ตัวอย่าง ยาวประมาณ 100 มิลลิเมตร (ตัดส่วนปลายที่เป็นเกลียวออกก่อน-ถ้ามี)

หมายเหตุ

$$L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$$

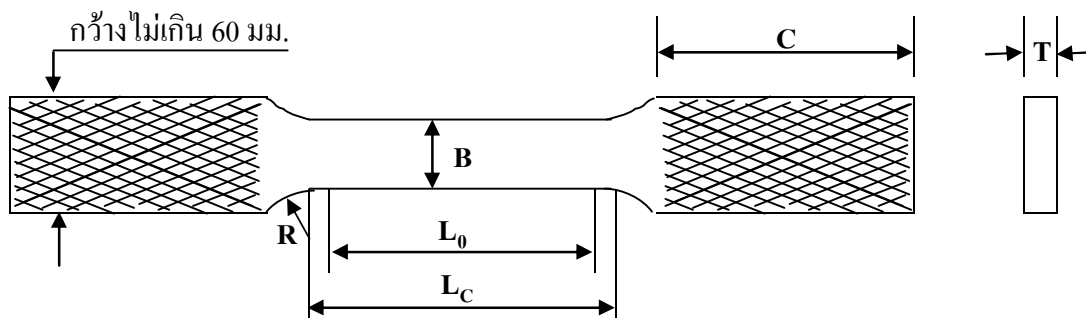
$$L_c = L_0 + 2b$$

$$S_0 = ab \left(1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{b^2}{Dd} \right)$$



ขนาดและตัวอย่างหลักใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING ท่อเหล็กกล้าเชื่อม
ด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ ตาม มอก. 427-2531

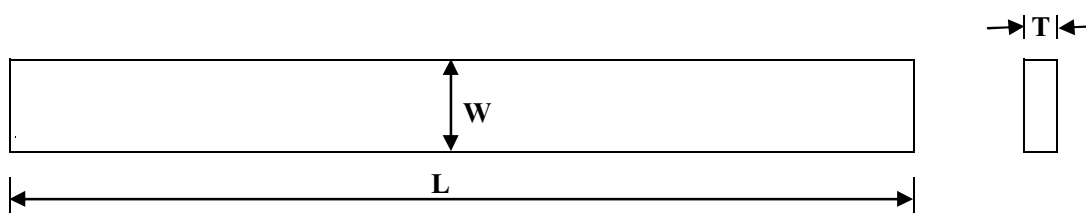
ทดสอบ TENSION



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความกว้าง ของส่วนขนาน	ความยาวพิคัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า	ความยาว สำหรับหัวจับ
T	B	L_0	L_C	R ต่ำสุด	C
ไม่เกิน 6	25 ± 0.7	50 ± 5	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150
เกิน 6	40 ± 0.7	200 ± 20	ประมาณ 220	25	ประมาณ 120

ทดสอบ BENDING

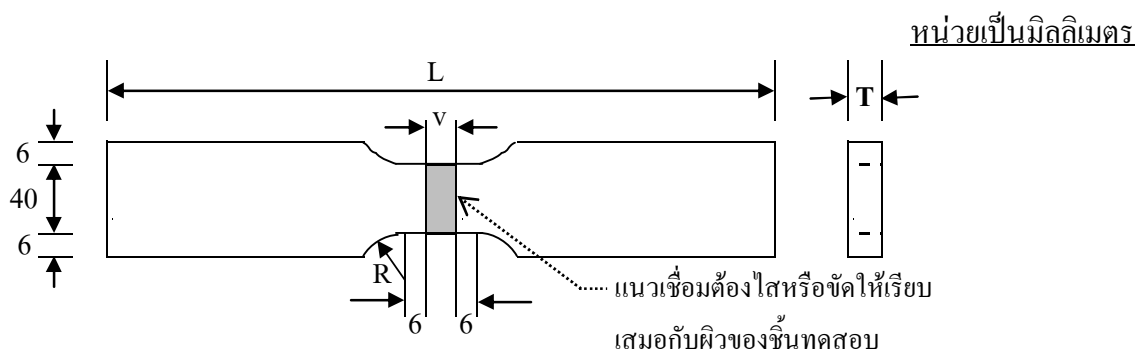


$L = 300 \text{ mm}$ $W = 40 \text{ mm}$

ขนาดและตัวอย่างหลักใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING รอยเชื่อม

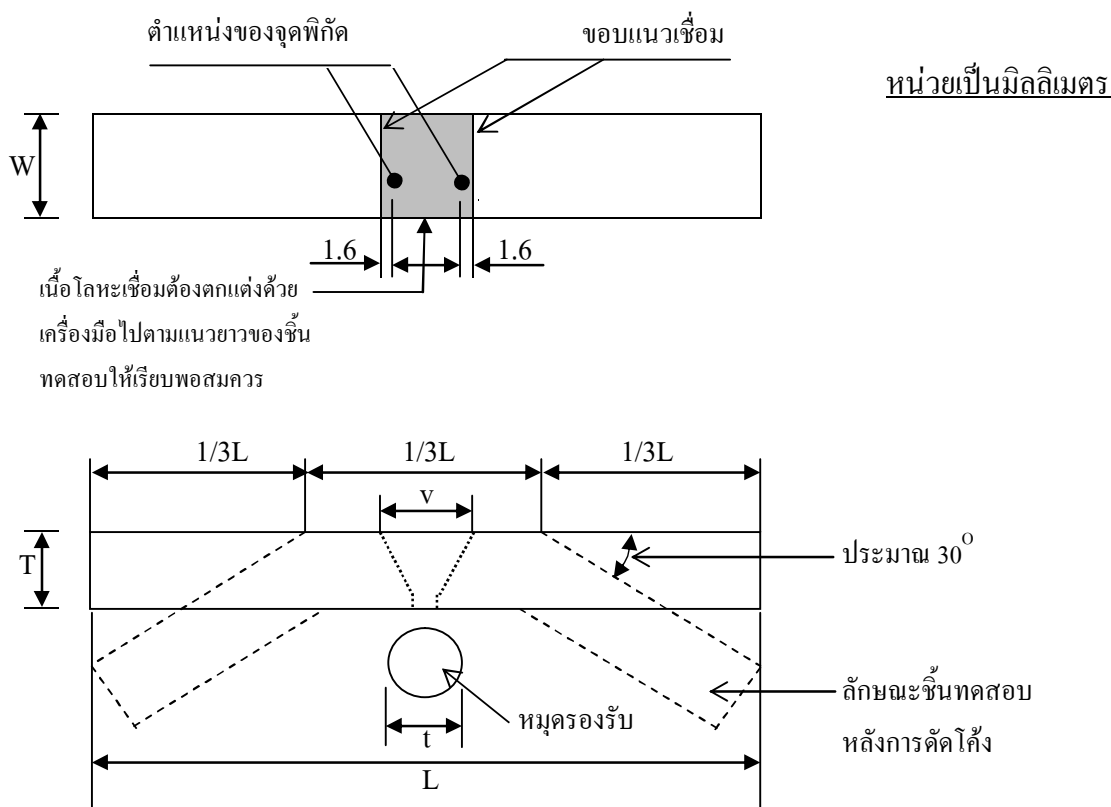
ท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำ มอก. 427-2531

ทดสอบ TENSION รอยเชื่อม



L คือ ความยาวต่ำสุดของชิ้นทดสอบ 400 มิลลิเมตร R คือ รัศมีความโค้งของบ่าชิ้นทดสอบ 50 มิลลิเมตร
v คือ ความกว้างสุดของแนวเชื่อม T คือ ความหนาของชิ้นทดสอบ

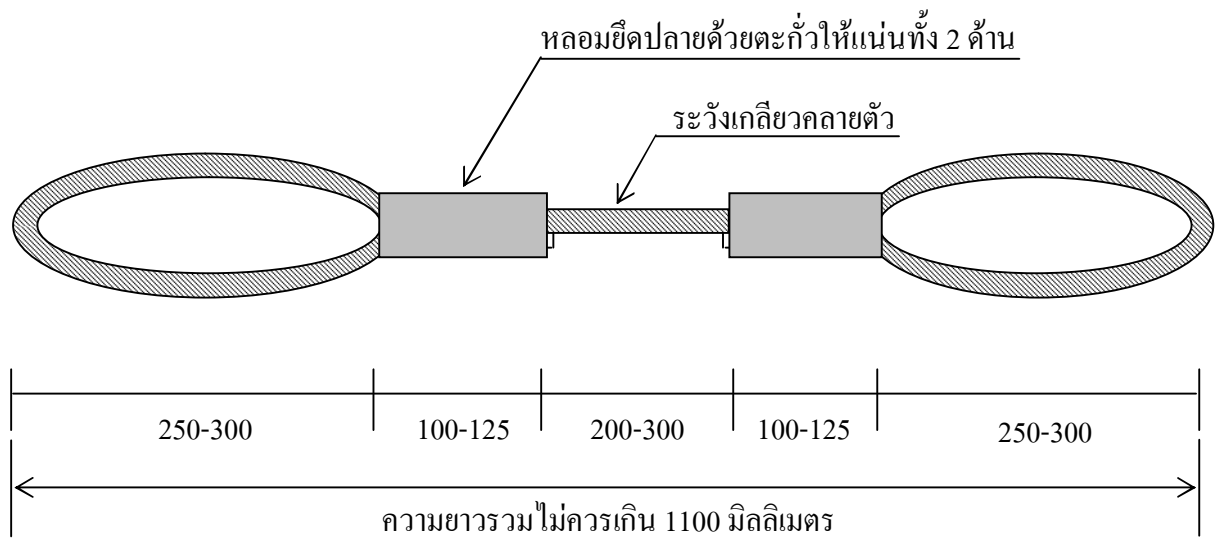
ทดสอบ BENDING รอยเชื่อม



L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ ต่ำสุด 75 มิลลิเมตร+3v W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เท่ากับ 1.5T
v คือ ขนาดของแนวเชื่อม T คือ ความหนาของชิ้นทดสอบ

รูปแบบตัวอย่างสลิง (เชือกถลกเหล็ก) ตาม มอก.514

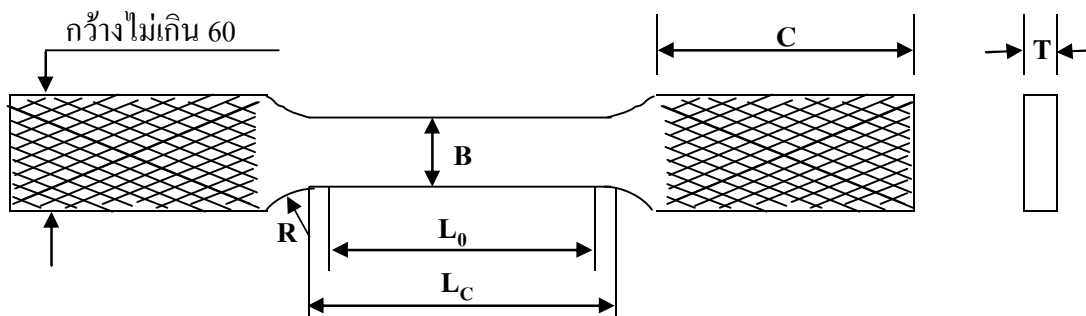
หน่วย : มิลลิเมตร



ขนาดและตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

ชนิดรีดร้อน ตาม มอก. 1227-2539

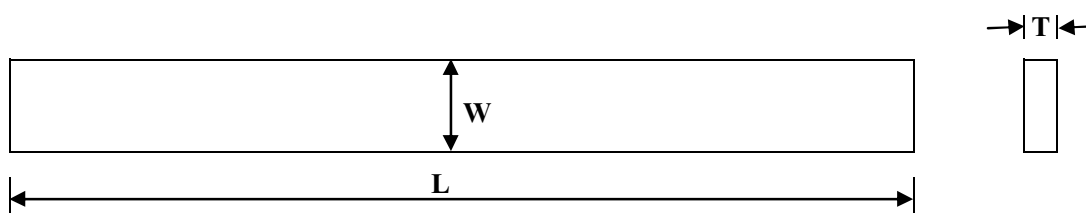
ทดสอบ TENSION



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความกว้าง ของส่วนขนาน	ความยาวพิคัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า	ความยาว สำหรับหัวจับ
T	B	L_0	L_C	R ต่ำสุด	C
ไม่เกิน 6	25 ± 0.7	50 ± 5	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150
เกิน 6	40 ± 0.7	200 ± 20	ประมาณ 220	25	ประมาณ 120

ทดสอบ BENDING



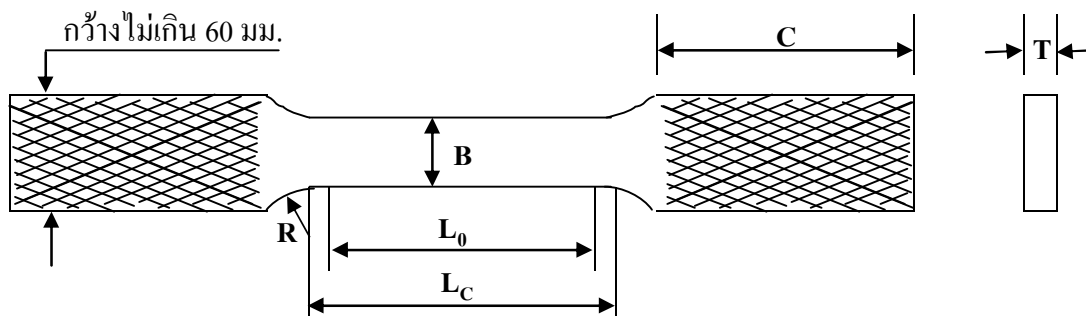
$L = 300 \text{ mm}$ $W = 40 \text{ mm}$

หมายเหตุ ทดสอบการดัดโค้งเย็น (Bending) เฉพาะเหล็กชั้นคุณภาพ SS400, SS490 และ SS540 เท่านั้น

ขนาดและตัวอย่างหลักใช้ทดสอบ TENSION เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

ชนิดขึ้นรูปเย็น ตาม มอก. 1228-2537

ทดสอบ TENSION

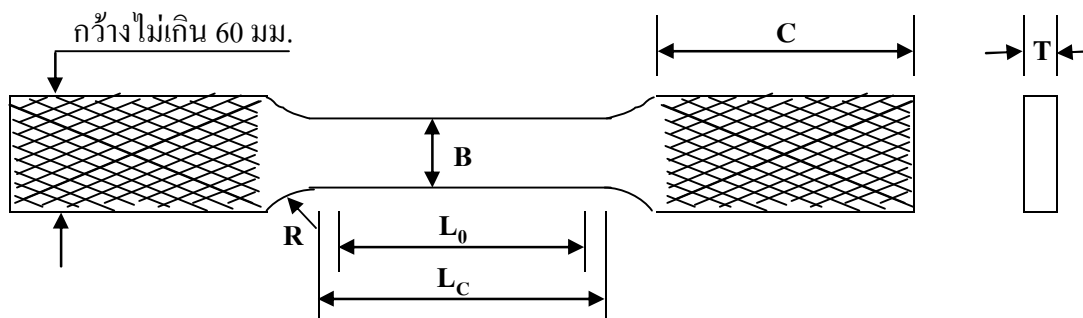


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความกว้าง ของส่วนขนาน	ความยาวพิคัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า	ความยาว สำหรับหัวจับ
T	B	L_0	L_C	R ต่ำสุด	C
ไม่เกิน 6	25 ± 0.7	50 ± 5	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150
เกิน 6	40 ± 0.7	200 ± 20	ประมาณ 220	25	ประมาณ 120

ขนาดและตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING ตาม JIS G3101

ทดสอบ TENSION แบบแผ่น



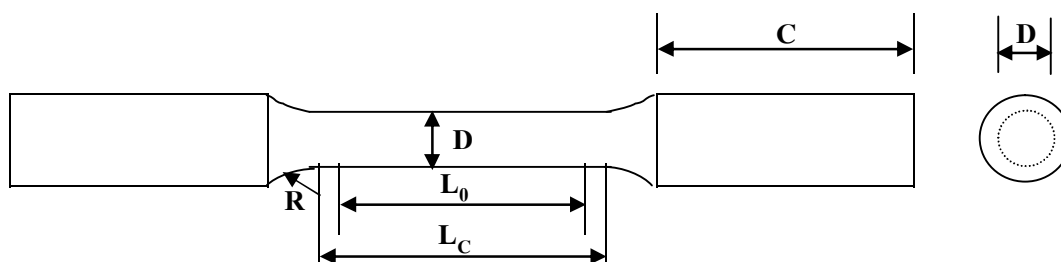
1. เหล็กหนา 5 มม. หรือน้อยกว่า ($t \leq 5 \text{ mm}$)

$B = 25 \text{ mm}$ $L_0 = 50 \text{ mm}$ $L_C = 60 \text{ mm (approx.)}$ $R = 15 \text{ mm (min)}$ $C = 150 \text{ mm (approx.)}$

2. เหล็กหนา มากกว่า 5 มม. - 19 มม. ($5 < t \leq 19 \text{ mm}$)

$B = 40 \text{ mm}$ $L_0 = 200 \text{ mm}$ $L_C = 220 \text{ mm (approx.)}$ $R = 25 \text{ mm (min)}$ $C = 120 \text{ mm (approx.)}$

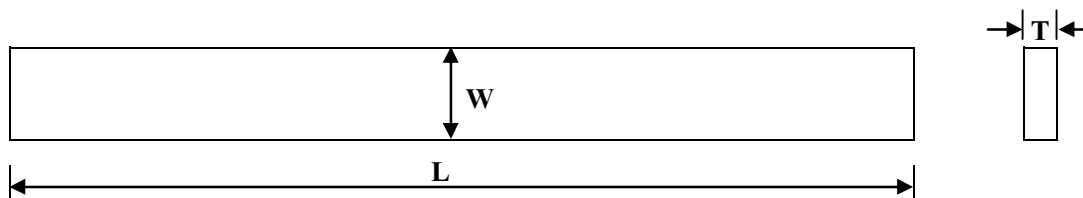
ทดสอบ TENSION แบบกลีงกลม



1. เหล็กหนา มากกว่า 19 มม. - 50 มม. ($19 < t \leq 50 \text{ mm}$)

$D = 14 \text{ mm}$ $L_0 = 50 \text{ mm}$ $L_C = 60 \text{ mm (approx.)}$ $R = 15 \text{ mm (min)}$ $C = 150 \text{ mm (approx.)}$

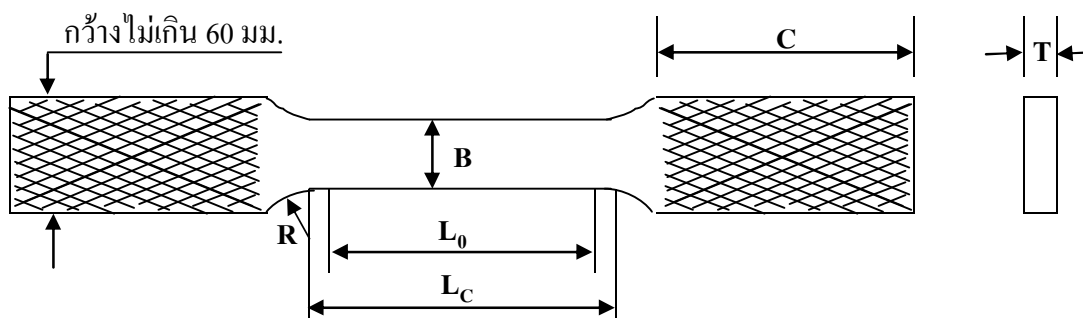
ทดสอบ BENDING



$L = 300 \text{ mm}$ $W = 40 \text{ mm}$

ขนาดและตัวอย่างหลักใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING เหล็กกล้าคาร์บอน
รีดร้อนแผ่นม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนา และแผ่นบาง สำหรับงานโครงสร้างทั่วไป ตาม มอก. 1479

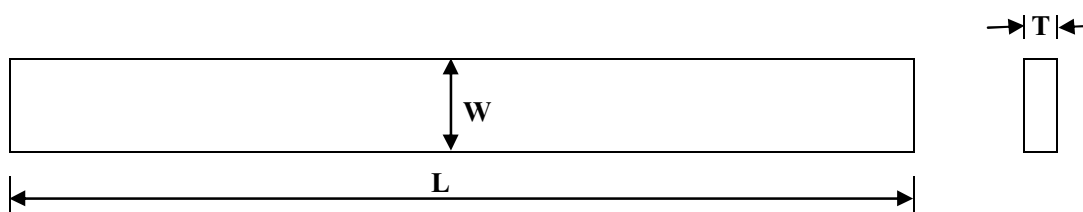
ทดสอบ TENSION



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา T	ความกว้าง ของส่วนขนาน B	ความยาวพิคัด L_0	ความยาว ของส่วนขนาน L_C	รัศมีส่วนโค้ง ของป้า R ต่ำสุด	ความยาว สำหรับหัวจับ C
ไม่เกิน 5	25 ± 0.7	50 ± 5	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150
เกิน 5	40 ± 0.7	200 ± 20	ประมาณ 220	25	ประมาณ 120

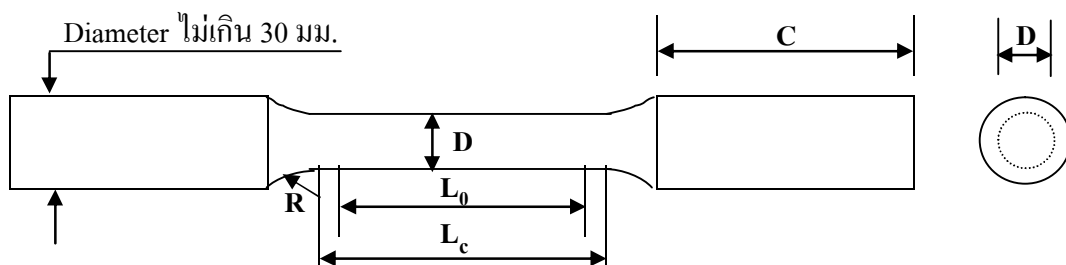
ทดสอบ BENDING



$L = 300 \text{ mm}$ $W = 40 \text{ mm}$

ขนาดของตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และระยะการตอก GAGE LENGTH

ของเหล็กเหลาตามมาตรฐาน JIS G3123 หรือ มอก.864



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

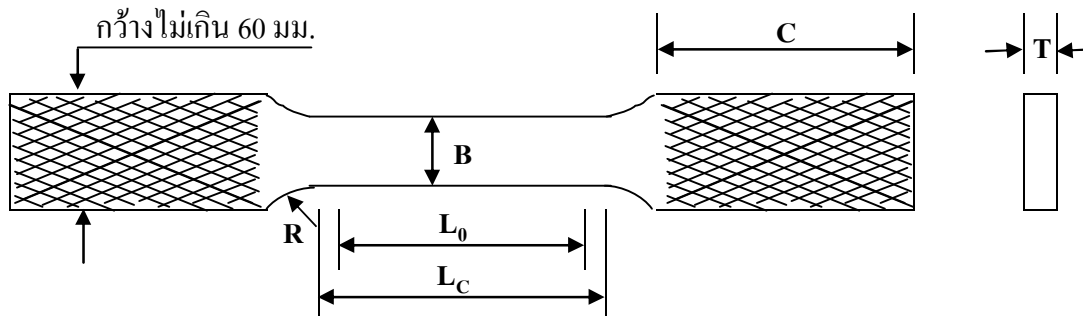
เส้นผ่านศูนย์กลาง ระบุ	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง D	ความยาวพิคัด L ₀	ความยาว ของส่วนขนาน L _c	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า R ต่ำสุด	ความยาว สำหรับหัวจับ C
20 หรือน้อยกว่า	D	8D	L ₀ + 2D	-	ประมาณ 150
มากกว่า 20	20	80	100	15	ประมาณ 150

****ทดสอบความแข็งแรงของเหล็กสำหรับเหล็กกล้า HRB****

ขนาดและตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING ตาม JIS G3114

(Hot-rolled Atmospheric Corrosion Resisting Steels for Welded Structure - ไม่มี Bending Test)

ทดสอบ TENSION แบบแผ่น



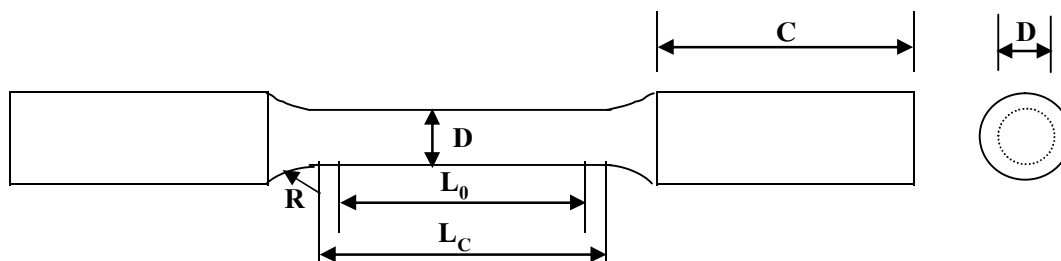
1. เหล็กหนา 3 มม. หรือน้อยกว่า ($T \leq 3 \text{ mm}$)

$B = 25 \text{ mm}$ $L_0 = 50 \text{ mm}$ $L_C = 60 \text{ mm (approx.)}$ $R = 15 \text{ mm (min)}$ $C = 150 \text{ mm (approx.)}$

2. เหล็กหนา มากกว่า 3 มม. ($T > 3 \text{ mm}$)

$B = 40 \text{ mm}$ $L_0 = 200 \text{ mm}$ $L_C = 220 \text{ mm (approx.)}$ $R = 25 \text{ mm (min)}$ $C = 120 \text{ mm (approx.)}$

ทดสอบ TENSION แบบกลิ้งกลม

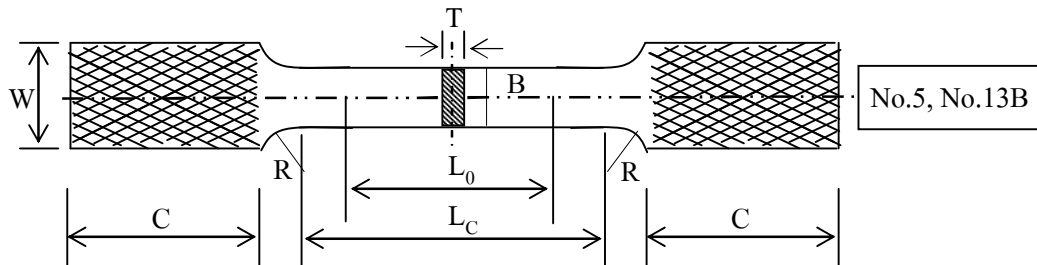


$D = 14 \text{ mm}$ $L_0 = 50 \text{ mm}$ $L_C = 60 \text{ mm (approx.)}$ $R = 15 \text{ mm (min)}$ $C = 150 \text{ mm (approx.)}$

ขนาดของตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และระยะการตอก GAGE LENGTH

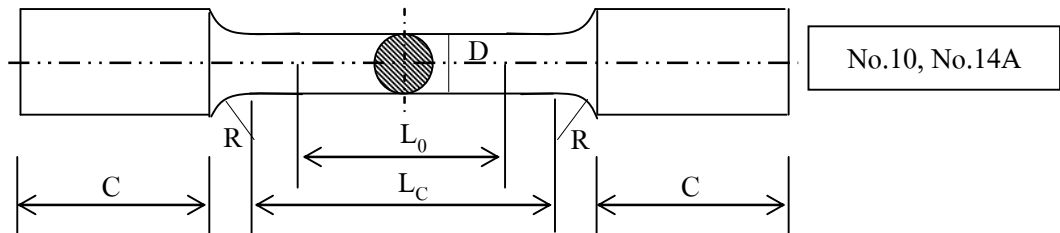
ของเหล็ก STAINLESS ตามมาตรฐาน JIS G4304

ทดสอบ TENSION แบบแผ่น



1. สเตนเลสหนา 3 มม. หรือ น้อยกว่า (Test Piece No.5) $B = 25$ มม. $L_0 = 50$ มม. $L_C = 60$ มม.(approx.) $R = 15$ มม.(min) $W = 30$ มม.(min) $T =$ ความหนา, มม. $C = 130$ มม. (approx.)
2. สเตนเลสหนา มากกว่า 3 มม. (Test Piece No.13B) $B = 12.5$ มม. $L_0 = 50$ มม. $L_C = 60$ มม.(approx.) $R = 20 - 30$ มม. $W = 20$ มม.(min) $T =$ ความหนา, มม. $C = 150$ มม. (approx.)

ทดสอบ TENSION แบบกลิ้งกลม



1. สเตนเลส กลิ้งขนาด 12.5 มม. $D =$ เส้นผ่านศูนย์กลางที่กลิ้งแล้ว = 12.5 มม. $L_0 = 50$ มม. (Test Piece No.10) $L_C = 60$ มม.(approx.) $R = 15$ มม.(min) $C = 150$ มม. (approx.)
2. สเตนเลส กลิ้งขนาดไม่เท่ากับ 12.5 มม. (Test Piece No.14A) $D =$ เส้นผ่านศูนย์กลางที่กลิ้งแล้ว, มม. $L_0 = 5.65\sqrt{A}$ มม. $L_C = 5.5D - 7D$ มม. $R = 15$ มม.(min) $C = 150$ มม. (approx.)

หมายเหตุ เมื่อตั้งขึ้นทดสอบเป็นรูปร่างต่างๆ สามารถหาค่า L_0 ได้ดังนี้

-หน้าตัดรูปทรงกลม

$$L_0 = 5D$$

-หน้าตัดรูปหกเหลี่ยม

$$L_0 = 5.65D$$

-หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม

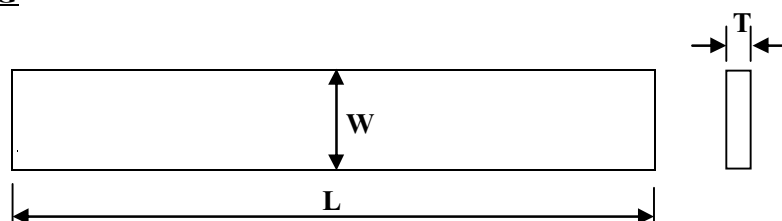
$$L_0 = 5.26D$$

โดยให้ $L_C \geq 8D$

ทดสอบ BENDING

$$L = 300 \text{ mm}$$

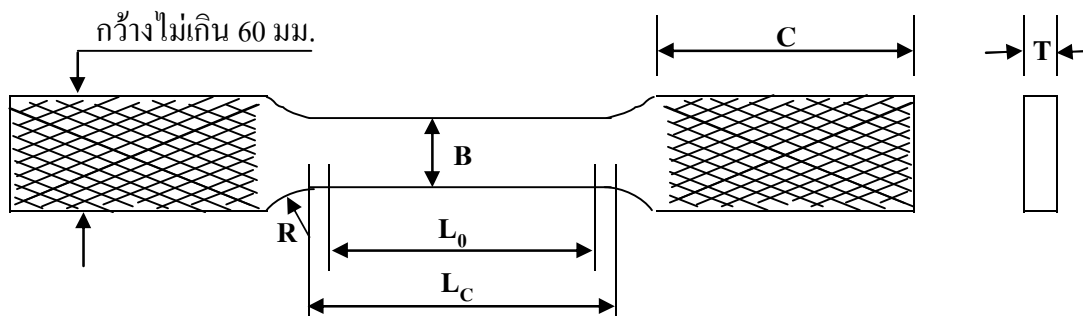
$$W = 25 \text{ mm}$$



ขนาดของตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และระยะการตอก GAGE LENGTH

ของเหล็ก STAINLESS ตามมาตรฐาน ASTM A240 Type 304 (ไม่มี Bending Test)

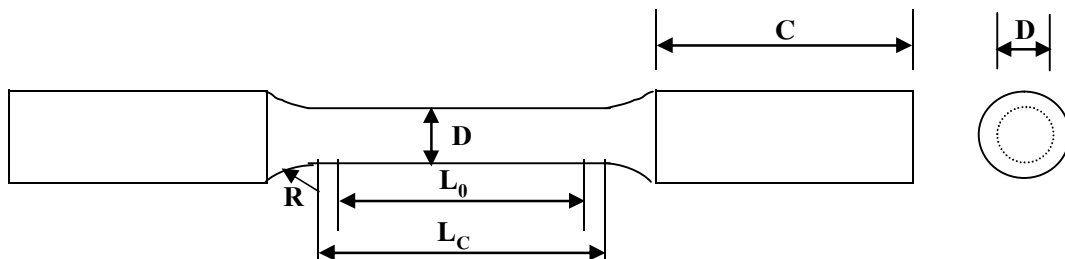
ทดสอบ TENSION



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดตัวอย่าง	ความกว้าง ของส่วนขนาน B	ความยาวพิคัด L_0	ความยาว ของส่วนขนาน L_C	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า R ต่ำสุด	ความยาว สำหรับหัวจับ C
Sheet-Type	12.5 ± 0.25	50.0 ± 0.10	ประมาณ 60	13	ประมาณ 150

ขนาดและตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และ BENDING ของเหล็กเหนียวหล่อ
(Carbon Steel Castings)



ทดสอบ TENSION ตาม JIS G5101

Unit : mm

Diameter D	Gauge Length L_0	Parallel Length L_c	Radius of Fillet R	ความยาวหัวจับ C
12.5 min.	$5.65\sqrt{A}$	5.5D - 7D	15 min.	150 Approx.

A : Crosssectional Area of Parallel Portion

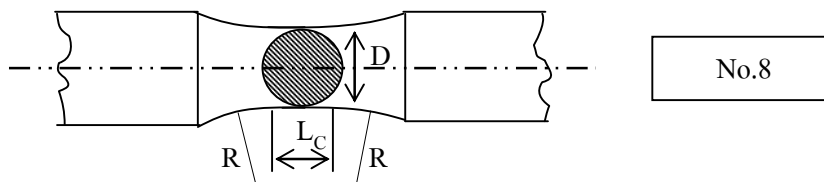
ทดสอบ TENSION ตาม ASTM A27

Unit : in

Diameter D	Gauge Length L_0	Parallel Length L_c	Radius of Fillet R	ความยาวหัวจับ C
0.500±0.010	2.000±0.005	2 1/4 min.	3/8 min.	6 Approx.

ขนาดของตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION ของเหล็กหล่อเทา

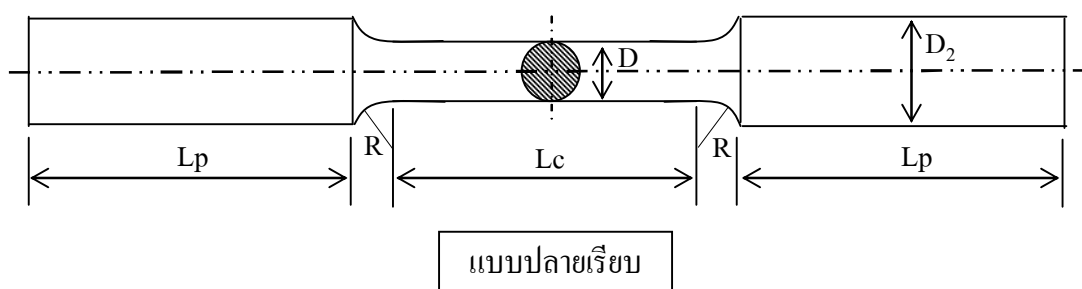
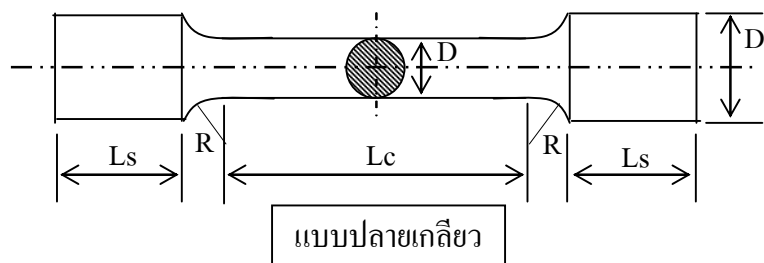
ทดสอบ TENSION ของเหล็กหล่อ ตามมาตรฐาน JIS G5501



Unit : mm

Type of Test Piece	Casting Dimension of Test Coupon (dia.)	Parallel Length L_C	Diameter D	Radius of Fillet R
8A	13 approx.	8 approx.	8	16 min.
8B	20 approx.	12.5 approx.	12.5	25 min.
8C	30 approx.	20 approx.	20	40 min.
8D	45 approx.	32 approx.	32	64 min.

ทดสอบ TENSION ของเหล็กหล่อ ตามมาตรฐาน มอก.536



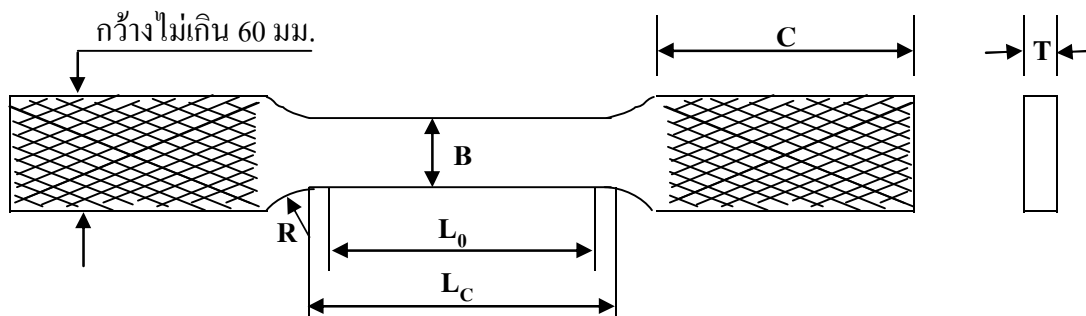
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

D	L_c ต่ำสุด	R ต่ำสุด	แบบปลายเกลียว		แบบปลายเรียบ	
			D_1	L_s ต่ำสุด	D_2	L_p ต่ำสุด
20 ± 0.5	55	25 - 30	25	30	25	150

ขนาดและตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION เหล็ก SHEET PILE

ตาม JIS A5528 (ไม่มี Bending Test)

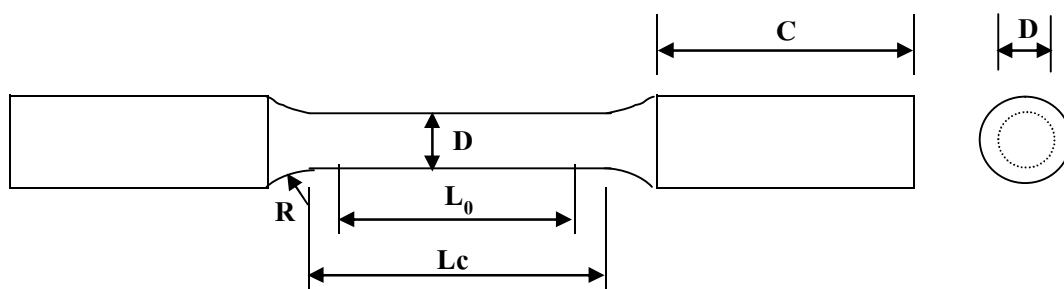
ทดสอบ TENSION แบบแผ่น



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความกว้าง ของส่วนขนาน	ความยาวพิักัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า	ความยาว สำหรับหัวจับ
T	B	L_0	L_c	R ต่ำสุด	C
ความหนาของเหล็ก	40	200	ประมาณ 220	25	ประมาณ 120

ทดสอบ TENSION แบบกลิ้งกลม



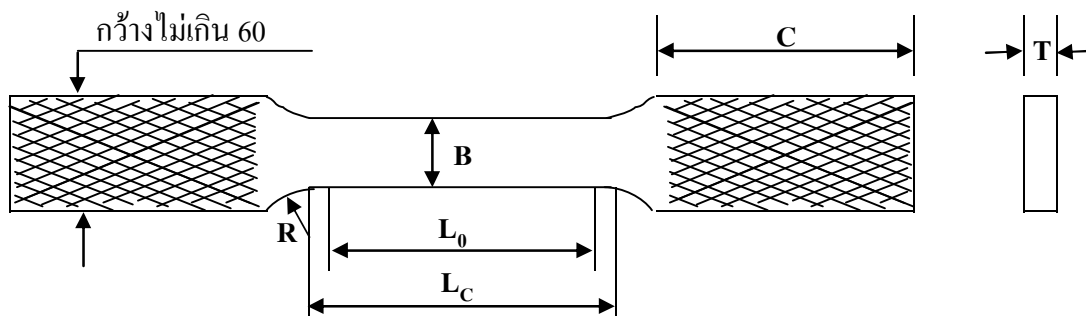
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความยาวพิักัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า	ความยาว สำหรับหัวจับ
D	L_0	L_c	R ต่ำสุด	C
14	50	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150

ขนาดของตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION เหล็ก SHEET PILE

ตาม ASTM A328 (ไม่มี Bending Test)

ทดสอบ TENSION



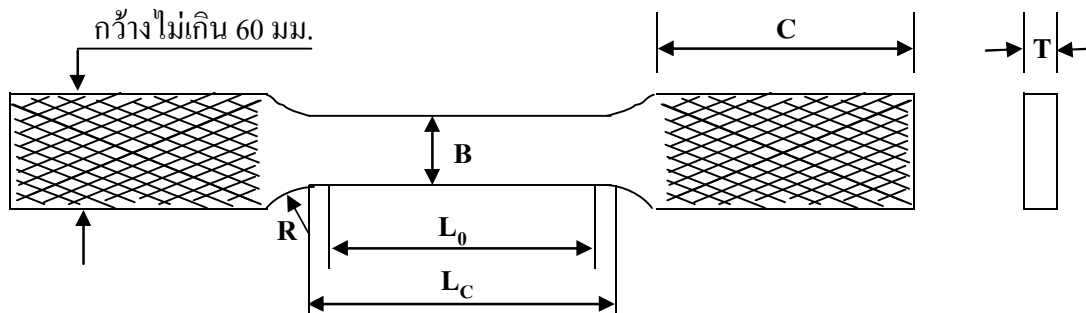
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดตัวอย่าง	ความกว้าง ของส่วนขนาน B	ความยาวพิักัด L ₀	ความยาว ของส่วนขนาน L _C	รัศมีส่วนโค้ง ของป๋า R ต่ำสุด	ความยาว สำหรับหัวจับ C
Sheet-Type	12.5 ± 0.25	50.0 ± 0.10	ประมาณ 60	13	ประมาณ 150
Plate-Type	40 + 3 - 6	200 ± 0.25	ประมาณ 225	13	ประมาณ 120

ขนาดของตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และระยะการตอก GAGE LENGTH

ของ Copper and Copper Alloy Sheets, Plates and Strip (ทองเหลือง) ตามมาตรฐาน JIS H3100

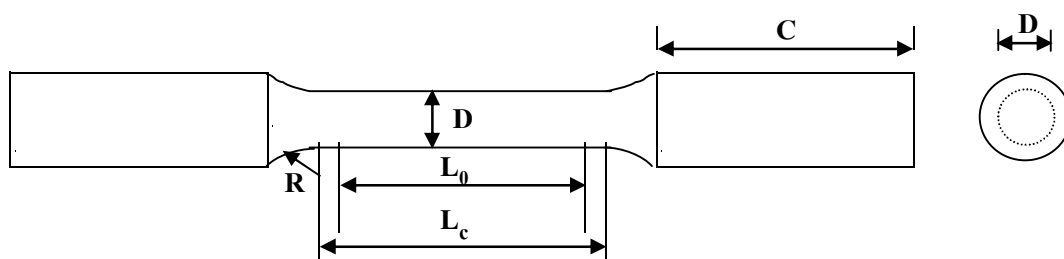
1. ความหนาไม่เกิน 20 มิลลิเมตร



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้างของส่วนขนาน	ความยาวพิักัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของปาด้าสุด	ความยาว สำหรับหัวจับ
B	L_0	L_c	R	C
25	50	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150

2. ความหนามากกว่า 20 มิลลิเมตร

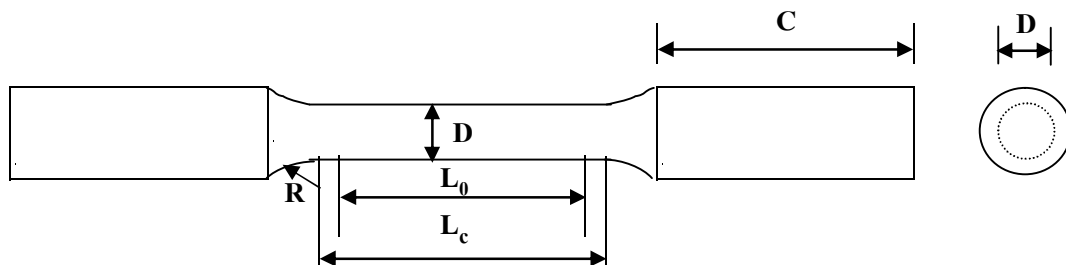


หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความยาวพิักัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของปาด้าสุด	ความยาว สำหรับหัวจับ
D	L_0	L_c	R	C
14	50	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150

หมายเหตุ ถ้า D มีขนาดคลาดเคลื่อนจาก 14 มม. ให้คำนวณระยะการตอกความยาวพิักัด $L_0 = 4\sqrt{A}$

**ขนาดของตัวอย่างเหล็กใช้ทดสอบ TENSION และระยะการตอก GAGE LENGTH
ของ Copper and Copper Alloy Rods and Bars (ทองเหลือง) ตามมาตรฐาน JIS H3250**



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความยาวพิักัด	ความยาว ของส่วนขนาน	รัศมีส่วนโค้ง ของบ่า	ความยาว สำหรับหัวจับ
D	L_0	L_c	R ต่ำสุด	C
14	50	ประมาณ 60	15	ประมาณ 150

หมายเหตุ ถ้า D มีขนาดคลาดเคลื่อนจาก 14 มม. ให้คำนวณระยะการตอกความยาวพิักัด $L_0 = 4\sqrt{A}$

➡ การทดสอบคุณสมบัติทางกลประกอบด้วยการทดสอบ Tensile Strength, Elongation และ Hardness (Vickers Hardness, HV) แต่สำหรับชั้นคุณภาพ C 3601, C 3602, C 3603, C 3604 และ C 3605 เมื่อกำหนดให้ทดสอบ Hardness แล้ว ไม่จำเป็นต้องทดสอบ Tensile Strength และ Elongation

แบบตรวจสอบความถูกต้องรายการวัสดุทดสอบ

งาน เลขที่สัญญา

โครงการ สำนัก

รายการวัสดุ

เหล็กเส้นกลม			เหล็กข้ออ้อย			ยางกันน้ำ / PVC กันน้ำ		แผ่นใยไสร้อยต่อคอนกรีต	
ขนาด	จำนวนท่อน	ขนาด	ชั้นคุณภาพ		จำนวนท่อน	ชนิด	จำนวนท่อน	ขนาด / หนา	จำนวนท่อน
☐ 6		☐ 12	☐ SD30	☐ SD40	.....	☐ A	.....	☐ 10 มม.	.....
☐ 9		☐ 16	☐ SD30	☐ SD40	.....	☐ B	.....	☐ 20 มม.	.....
☐ 12		☐ 20	☐ SD30	☐ SD40	.....	☐ C	.....		
☐ 15		☐ 25	☐ SD30	☐ SD40	.....	☐ D	.....		
☐ 19		☐ 28	☐ SD30	☐ SD40	.....	☐ J	.....		
.....									
.....									

* เหล็กเส้น ที่มีขนาดเกินกว่า 28 มม. ต้องทำการกลิ้งขึ้นตัวอย่างก่อน

เหล็กแผ่น , เหล็กรูปพรรณ และเหล็กอื่นๆ

รายละเอียด	ขนาด	ความหนา	มาตรฐาน (และชั้นคุณภาพ)	จำนวนท่อน	การตัดโค้งขึ้น
.....					☐
.....					☐
.....					☐
.....					☐
.....					☐
.....					☐

** เหล็กแผ่น , เหล็กรูปพรรณ และเหล็กอื่นๆ ต้องแต่งตัวอย่างเหล็กสำหรับทดสอบให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด

เชือกลวดเหล็ก (สลิ้ง)

ขนาด	ชนิด	แบบ	ชั้นคุณภาพ	จำนวน คย.
.....				
.....				

กล่องลวดตาข่าย Gabion และกล่องลวดตาข่าย Mattress

แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile)

กล่องลวดตาข่าย		ขนาด	หุ้ม PVC	ลวดพันกล่อง	จำนวน คย.	☐ Nonwoven	ลักษณะสี	จำนวน คย.
☐ Gabion	☐ Mattress	.....	☐	☐	.....	☐ Thermally -	.....	.....
☐ Gabion	☐ Mattress	.....	☐	☐	.....	Bonded		
☐ Gabion	☐ Mattress	.....	☐	☐	.....	☐ Needle -	.....	.....
☐ Gabion	☐ Mattress	.....	☐	☐	.....	Punched		
☐ Gabion	☐ Mattress	.....	☐	☐	.....	☐ Woven		.....

*** ลวดพันกล่องลวดตาข่าย ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 5 ม.

วัสดุอื่นๆ
.....
.....