รายการประกอบแบบ
มาตรฐานงานก่อสร้างสะพาน
และท่อลอดเหลี่ยม
องค์การบริหารส่วนจังหวัดสระบุรี

สารบัญรายมาตรฐาน

หมวดที่ 1 : งานโครงสร้างและปฐพีวิศวกรรม	หน้า
มทถ. 101-2562 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก	1-1
มทถ. 102-2562 : มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง	1-14
มทถ. 103-2562 : มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต	1-24
มทถ. 104-2562 : มาตรฐานงานไม้	1-36
มทถ. 105-2562 : มาตรฐานงานฐานราก	1-43
มทถ. 106-2562 : มาตรฐานงานเสาเข็ม	1-49
มทถ. 107-2562 : มาตรฐานงานแผ่นยางรองรับพื้นสะพาน (Elastomeric Bearing)	1-69

มทถ. 101 – 2562
มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก
(Concrete and Reinforced Concrete Works)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง ดังต่อไปนี้ อาคารทั่วไป สะพาน ที่ขังน้ำ และเขื่อน เป็นต้น นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานจะระบุเป็นอย่างอื่น

2. ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้างและการทดสอบ (Specifications and Tests for Materials)

2.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานโครงสร้าง ให้ใช้ปูนซีเมนต์ดังต่อไปนี้

2.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ 5 ประเภท ดังนี้

2.1.1.1 ประเภท 1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ทั่วไป ที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษ

2.1.1.2 ประเภท 2 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความทนซัลเฟตปานกลางหรือเกิดความร้อนปานกลาง ขณะทำปฏิกิริยากับน้ำ

2.1.1.3 ประเภท 3 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการค่าความต้านแรงอัดสูงได้เร็ว

2.1.1.4 ประเภท 4 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความร้อนต่ำ ขณะทำปฏิกิริยากับน้ำ

2.1.1.5 ประเภท 5 ปูนซีเมนต์ที่ใช้เมื่อต้องการความทนซัลเฟตสูง

2.1.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.849 : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้างที่สัมผัสหรือได้รับอิทธิพลจากดินเค็ม น้ำเค็ม หรือน้ำกร่อย

2.1.3 ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2594 : ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ชนิดใช้งานทั่วไป สัญลักษณ์ GU

2.2 มวลรวมละเอียด (ทราย)

2.2.1 ต้องเป็นทรายน้ำจืดหรือทรายบก ที่มีเม็ดหยาบ คม แข็งแกร่ง สะอาดปราศจากวัสดุอื่น เช่น เปลือกหอย ดิน เถ้าถ่าน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ เจือปน

2.2.2 ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องมีค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus) ตั้งแต่ 2.3 ถึง 3.1

2.2.3 ทรายที่ใช้ในการก่อสร้าง ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มทถ.(ท) 101 : มาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลผสมคอนกรีต

2.3 มวลรวมหยาบ (หินหรือกรวด)

2.3.1 มวลรวมหยาบที่ใช้ต้องแข็งแกร่ง เหนียว ไม่ผุ และสะอาด ปราศจากวัสดุอื่น ๆ

2.3.2 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ต้องไม่ใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร และไม่ใหญ่กว่า 1/5 ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อ และต้องไม่ใหญ่กว่า 3/4 ของระยะช่องว่าง (Clear Spacing) ระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด และขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบจะต้องมีค่าไม่เกินกว่าค่าที่ยอมให้ในตารางที่ 1

2.3.3 มวลรวมหยาบที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มทถ.(ท) 101 : มาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลผสมคอนกรีต

ตารางที่ 1 ขนาดใหญ่สุดที่ยอมให้ของมวลรวมหยาบสำหรับโครงสร้างแต่ละชนิด

ชนิดของโครงสร้าง	ขนาดใหญ่สุดที่ยอมให้ (มิลลิเมตร)
ฐานราก เสา คาน	40
พื้นและครีบ	25
ผนังซึ่งมีความหนา ≥ 12.5 เซนติเมตร	40
ผนังซึ่งมีความหนา < 12.5 เซนติเมตร	25

2.4 น้ำ

2.4.1 น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตให้ใช้น้ำประปา

2.4.2 ในกรณีที่หาน้ำประปาไม่ได้ ต้องเป็นน้ำจืดปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตและเหล็กเสริม และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตาม มทถ.(ท) 104 : มาตรฐานการทดสอบหาค่าน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต

2.5 สารผสมเพิ่ม

2.5.1 สารเคมีผสมเพิ่ม (Chemical Admixtures) จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 733 : สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต สามารถใช้สารเคมีผสมเพิ่ม ปรับปรุงคุณสมบัติบางประการของคอนกรีตได้ เช่น

ก. สารลดน้ำ (Water Reducers หรือ Plasticizers) เพื่อลดปริมาณน้ำต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีต โดยที่ความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตคงเดิม หรือเพื่อเพิ่มความสามารถในการเทได้ของคอนกรีต โดยคงปริมาณน้ำต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีตไว้

ข. สารเร่งการแข็งตัว (Accelerators) เพื่อลดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตให้สั้นลง

ค. สารหน่วงการแข็งตัว (Retarders) เพื่อยืดระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตให้ยาวนานขึ้น

2.5.2 การใช้สารเคมีผสมเพิ่มมากกว่า 1 ชนิด ในส่วนผสมเดียวกันจะต้องคำนึงถึงผลที่มีต่อกันของสารเคมีผสมเพิ่มแต่ละชนิดด้วย ดังนั้นจึงควรปรึกษาผู้ผลิตหรือทำการทดลองผสมก่อนตัดสินใจใช้

2.5.3 การใช้สารเคมีผสม ผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายละเอียดส่วนประกอบหลักทางเคมี ข้อแนะนำในการใช้ รวมถึงปริมาณสูงสุดที่จะใช้ แต่หากไม่มีรายละเอียดดังกล่าว ผู้รับจ้างจะต้องทดลองผสมและทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของคอนกรีต เช่น ความสามารถในการเท กำลังที่ระยะต้น กำลังที่ระยะยาว และความคงทน เป็นต้น และต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนนำไปใช้

2.6 คอนกรีต

2.6.1 คอนกรีตทั่วไป เป็นคอนกรีตที่ได้จากการผสมปูนซีเมนต์ ตามข้อ 2.1 กับมวลรวมและน้ำ และ/หรือสารผสมเพิ่ม ตามข้อ 2.5 ในอัตราส่วนผสมที่ได้ออกแบบไว้ด้วยเครื่องผสม โดยแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 และหากไม่มีการระบุชนิดคอนกรีตไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือว่าคอนกรีตที่ใช้ในโครงสร้างทั่วไปเป็นชนิด ค1

2.6.2 คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready-Mixed Concrete) เป็นคอนกรีตที่ได้จากการผสมปูนซีเมนต์ ตามข้อ 2.1 กับมวลรวมและน้ำ และ/หรือสารผสมเพิ่ม ตามข้อ 2.5 ในอัตราส่วนผสมที่ได้ออกแบบไว้ โดยผสมจากโรงงานหรือรถผสมคอนกรีต แล้วส่งจนถึงสถานที่ก่อสร้างตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.213 : คอนกรีตผสมเสร็จ โดยแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 และหากไม่มีการระบุชนิดคอนกรีตไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือว่าคอนกรีตที่ใช้ในโครงสร้างทั่วไปเป็นชนิด ค1

DEPARTMENT OF RURAL ROADS

ตารางที่ 2 ชนิดของคอนกรีต และค่าแรงอัดประลัยต่ำสุด

ชนิดของคอนกรีต	ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต่อคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร (เป็นกิโลกรัม) ต้องไม่น้อยกว่า	แรงอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานที่อายุ 28 วัน (เป็นกิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	
		ลูกบาศก์ 15x15x15 เซนติเมตร	ทรงกระบอก ∅ 15x30 เซนติเมตร
ค 1	290	180	145
ค 1-2	300	210	175
ค 2	320	240	200
ค 3	350	300	250
ค 4	400	420	350

หมายเหตุ งานผิวจราจรคอนกรีต ที่มีค่ากำลังอัดประลัยคอนกรีต 325 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ให้เป็นไปตาม มทถ.231 : มาตรฐานงานผิวจราจรแบบคอนกรีต

2.7 เหล็กเสริมคอนกรีต

ให้เป็นไปตาม มทถ.103 : มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

3. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง (Construction Requirements)

การก่อสร้างงานคอนกรีต ต้องทำการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตทุกขั้นตอนเป็นอย่างดี ตั้งแต่การเตรียมวัสดุ การกำหนดอัตราส่วนผสม การผสม การลำเลียง การเท การทำให้แน่น การบ่มและอื่น ๆ เพื่อให้คอนกรีตที่ได้มีความแข็งแรงและความคงทนตามต้องการ

3.1 ปูนซีเมนต์

3.1.1 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมด ถ้าแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้กำหนดว่าเป็นปูนซีเมนต์ประเภทใด ให้ถือว่าเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ตามข้อ 2.1.1.1 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ชนิดใช้งานทั่วไป สัญลักษณ์ GU ตามข้อ 2.1.3

3.1.2 โครงสร้างที่ต้องการให้รับกำลังอัดสูงได้เร็ว ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 ตามข้อ 2.1.1.3

3.1.3 ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องบรรจุถุงเรียบร้อย หรือเป็นปูนซีเมนต์ที่เก็บในภาชนะบรรจุของบริษัทผู้ผลิต

3.1.4 ปูนซีเมนต์บรรจุถุงต้องเก็บไว้บนพื้นที่ยกสูงกว่าพื้นดินไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ภายในอาคารที่มีหลังคาคลุม และมีฝากั้นกันฝนได้ดี

3.1.5 ห้ามใช้ปูนซีเมนต์เสื่อมคุณภาพ เช่น ปูนซีเมนต์ซึ่งแข็งตัวจับกันเป็นก้อน เป็นต้น

3.1.6 ในโครงสร้างชิ้นเดียวกัน เช่น เสา คาน พื้น เป็นต้น ห้ามใช้ปูนซีเมนต์ต่างประเภทผสมคอนกรีตปนกัน

3.2 มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด

3.2.1 มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ต้องกองในลักษณะที่แยกขนาด และป้องกันไม่ให้ปะปนกัน

3.2.2 มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด ต้องกองในที่ที่เหมาะสม ควรกองในลักษณะป้องกันไม่ให้มวลรวมเปียกเกินไป และมวลรวมต้องไม่แห้งและมีอุณหภูมิสูงจนทำให้อุณหภูมิของคอนกรีตสูงขึ้นตาม

3.2.3 ในการกองหรือการเคลื่อนย้ายมวลรวม ต้องไม่ก่อให้เกิดการแยกตัวของขนาดมวลรวม และไม่ให้มีสิ่งสกปรกเข้าปะปน รวมทั้งไม่ทำให้เกิดการแตกหักเป็นชิ้นของมวลรวม

3.3 สารผสมเพิ่ม

3.3.1 การเก็บสารผสมเพิ่มต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อน

3.3.2 ไม่ใช้สารผสมเพิ่มที่เสื่อมสภาพหรือมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปแล้ว

3.3.3 ควรป้องกันไม่ให้สารผสมเพิ่มที่เป็นของเหลวมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มากเกินไป ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารผสมเพิ่ม

3.4 คอนกรีต

3.4.1 ก่อนเริ่มงานในระยะเวลาสมควร ผู้รับจ้างต้องเสนอผลการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตต่อผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณาตรวจสอบ หรือส่งให้หน่วยงานราชการหรือสถาบันการศึกษาที่มีศักยภาพ เป็นผู้ออกแบบส่วนผสม อย่างไรก็ดี ส่วนผสมดังกล่าวนี้ไม่เป็นการทำให้ผู้รับจ้างพ้นภาระความรับผิดชอบในกรณีคอนกรีตมีกำลังอัดประลัยต่ำกว่าค่าที่กำหนด

3.4.2 การเลือกส่วนผสมให้ถือหลักดังนี้

3.4.2.1 เลือกปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีตที่น้อยที่สุดที่ทำให้คอนกรีตมีความข้นเหลวพอเหมาะ และมีความคล่องตัวในการเท (Workability)

3.4.2.2 อัตราส่วนผสมและขนาดของมวลผสมต้องเหมาะสมกับประเภทของโครงสร้างและการใช้งาน

3.4.2.3 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ไม่ควรใช้มากจนเกินไป ซึ่งจะทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรงและความคงทนลดลง เกิดการเยิ้มหรือการแยกตัวของส่วนผสมจนเป็นปัญหาต่อการเท ปริมาณน้ำที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่ายุบตัวของคอนกรีตการตามการใช้งาน และขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบตามหลักการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

3.4.2.4 กรณีที่ต้องการให้คอนกรีตมีความคงทนเมื่อพิจารณาตามสภาวะการใช้งาน ต้องกำหนดอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (Water to Cement Ratio หรือ W/C) ให้เหมาะสมตามหลักวิชาการ

3.4.2.5 กรณีมีการใช้ทรายหรือมีการใช้สารเคมีผสมเพิ่มที่มีส่วนประกอบของคลอไรด์อยู่ด้วย ปริมาณคลอไรด์ในคอนกรีตที่เกิดจากส่วนผสมแต่ละชนิดรวมกัน จะต้องมีค่าไม่เกินกว่าที่แบบกำหนด

3.5 การผสมคอนกรีต

3.5.1 ในการผสมที่หน้างาน เครื่องผสมคอนกรีตที่หน้างานจะต้องเดินเครื่องให้โม่ผสมหมุนด้วยความเร็วระหว่าง 14 - 20 รอบต่อนาที การปล่อยวัสดุส่วนผสมต่าง ๆลงในโม่ จะต้องเปิดให้น้ำบางส่วนลงไปในโม่ก่อนเทวัสดุมวลรวมและปูนซีเมนต์จากถังหรือภาชนะบรรจุ หลังจากที่ปล่อยวัสดุมวลรวมและปูนซีเมนต์ลงในโม่หมดแล้ว ให้เติมน้ำลงไปจนได้ปริมาณน้ำตามที่กำหนด โดยการเติมให้น้ำไหลลงติดต่อกันไปภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วินาที และไม่เกินหนึ่งในสี่ของระยะเวลาผสมที่ได้กำหนดไว้ ระยะเวลาผสมให้เริ่มนับหลังจากใส่วัสดุส่วนผสมต่าง ๆ นอกจากน้ำลงในโม่หมดแล้ว เครื่องผสมที่มีขนาดความจุผสมได้ไม่มากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาผสมจะต้องไม่น้อยกว่า 60 วินาทีและไม่มากกว่า 80 วินาที สำหรับเครื่องผสมที่มีขนาดความจุผสมได้มากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาผสมให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน ถ้าเครื่องผสมเป็นแบบโม่คู่ ระยะเวลาที่เหลื่อมกันระหว่างโม่ ไม่นับรวมเป็นระยะเวลาผสม ให้เทคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วออกจากโม่แต่ละโม่ให้หมด ก่อนที่จะใส่วัสดุส่วนผสมสำหรับโม่ต่อไป คอนกรีตที่ผสมไม่ถึงระยะเวลาผสมที่กำหนด ห้ามนำมาใช้งาน

ปริมาณคอนกรีตที่ผสมในแต่ละโม่จะต้องไม่มากกว่าขนาดของความจุ ซึ่งเครื่องผสมนั้นผสมได้ตามที่ได้ระบุไว้บนแผ่นป้ายรับรองขนาดความจุของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งติดอยู่ที่เครื่องผสม แต่ก็อาจได้รับอนุญาตให้ผสมได้เกินอีกถึงร้อยละ 10 ของขนาดความจุดังกล่าว ถ้าหากผสมเกิน ผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีตและความข้นเหลวของคอนกรีตจะต้องสม่ำเสมอและเป็นไปตามข้อกำหนด อีกทั้งคอนกรีตจะต้องไม่แยกตัวและไม่ล้นออกจากโม่

คอนกรีตที่มีความข้นเหลวไม่ถูกต้องตามที่กำหนดขณะที่จะเท ห้ามนำมาใช้งาน คอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้วห้ามทำการผสมใหม่โดยการเติมน้ำหรือวิธีอื่นใดก็ตาม

3.5.2 การผสมในโรงผสม การปล่อยวัสดุส่วนผสมต่าง ๆ และการเติมน้ำลงในโม่ จะต้องถือปฏิบัติตามข้อกำหนดในข้อ 3.5.1 เครื่องผสมที่มีขนาดความจุผสมได้ไม่มากกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาผสมจะต้องไม่น้อยกว่า 80 วินาที และเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 20 วินาที ต่อความจุที่เพิ่มขึ้น 1 ลูกบาศก์เมตร ยกเว้นแต่มีการตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อคอนกรีต และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเป็นอย่างอื่น

3.5.3 การผสมโดยรถผสมคอนกรีต อาจจะใช้รถผสมคอนกรีตทำการผสมให้แล้วเสร็จที่โรงผสมแล้วใช้รถผสมนั้นขนคอนกรีตไปเทที่หน้างาน โดยในระหว่างการขนส่งให้กวนคอนกรีตไปด้วยหรือ

อาจจะใช้รถผสมคอนกรีตทำการผสมให้แล้วเสร็จที่หน้างานก็ได้ ถังผสมคอนกรีตอาจเป็นแบบโม่หมุน แบบใบมีดหรือแบบใบพายหมุนกวนคอนกรีตก็ได้

ระยะเวลาการผสมให้กำหนดจากจำนวนรอบหมุนของโม่ผสม โดยให้โม่หรือใบมีดหมุนไม่น้อยกว่า 70 รอบและไม่มากกว่า 100 รอบ โดยหมุนด้วยอัตราความเร็วในการผสมซึ่งผู้ผลิตโม่หมุนได้ระบุไว้บนแผ่นป้ายโลหะ ในการผสมคอนกรีตแต่ละครั้ง ถ้าปริมาณจากการผสมคอนกรีตในแต่ละโม่ลดลงมากกว่า 0.4 ลูกบาศก์เมตร จากปริมาณที่ผู้ผลิตได้ระบุไว้บนแผ่นป้ายโลหะก็อาจลดจำนวนรอบในการผสมลงได้ แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 50 รอบ หากคอนกรีตที่ผสมถึงจำนวนรอบ 100 รอบแล้ว มีความสม่ำเสมอไม่เพียงพอหรือใช้ไม่ได้ ห้ามใช้รถผสมนั้น ๆ จนกว่าจะได้มีการแก้ไขให้ถูกต้องและอนุญาตให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงาน การนับจำนวนรอบของโม่หรือใบมีดในโม่ให้ใช้เครื่องนับรอบและให้เริ่มนับจำนวนรอบเมื่อใส่วัสดุทั้งหมดรวมทั้งน้ำลงในโม่ผสมเสร็จแล้ว

ในกรณีที่จะใช้น้ำล้างโม่เป็นส่วนหนึ่งของปริมาณน้ำที่จะใช้ผสมคอนกรีต ในโม่ต่อไปก็จะต้องวัดปริมาณของน้ำนั้นให้ถูกต้องแน่นอน เพื่อคิดคำนวณน้ำที่จะใส่เพิ่มให้ถูกต้องสำหรับผสมคอนกรีตในโม่ต่อไปตามที่ต้องการ โดยผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดปริมาณน้ำส่วนนี้ แต่ถ้าไม่สามารถวัดหรือควบคุมปริมาณของน้ำส่วนนี้ได้ ก็ต้องทำให้ไม่มีน้ำเหลืออยู่ในโม่ก่อนการผสมครั้งต่อไป

3.5.4 การนับเวลาที่ใช้ผสมให้เริ่มนับเมื่อใส่มวลวัสดุต่าง ๆที่ใช้ผสมทั้งหมดลงในเครื่องผสมแล้ว

3.5.5 การผสมต้องทำให้คอนกรีตเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอโดยตลอด มีความข้นเหลวเหมาะสมที่สามารถเทและทำให้แน่นได้

3.6 การลำเลียงและการเทคอนกรีต

3.6.1 ต้องตรวจดูแบบหล่อและการวางเหล็กเสริมให้มั่นคงและถูกต้องตามแบบรายละเอียด พร้อมทั้งทำความสะอาดให้ปราศจากเศษวัสดุที่อยู่ในแบบที่จะเท และอุดรอยรั่วต่าง ๆเพื่อมิให้น้ำปูนรั่วออกให้เรียบร้อยแล้ว จึงจะทำการเทคอนกรีตได้

3.6.2 การลำเลียงและการเทคอนกรีต ต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดการแยกตัวของคอนกรีต

3.6.3 คอนกรีตที่ผสมแล้ว ต้องรีบนำไปเทลงในแบบโดยเร็วก่อนที่คอนกรีตนั้นจะแข็งตัว (ไม่ควรเกิน 30 นาที ยกเว้นมีการใช้สารเคมีผสมเพิ่มที่สามารถยืดเวลาการก่อตัวของคอนกรีตออกไปได้) และต้องระมัดระวังมิให้เหล็กเสริมเคลื่อนหรือเปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิม

3.6.4 ถ้าหากเทคอนกรีตในโครงสร้าง ส่วนหนึ่งส่วนใดไม่เสร็จในรวดเดียวแล้วต้องหยุดเทคอนกรีตตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด หรือตามตำแหน่งดังนี้

ก. สำหรับเสา ที่ระดับไม่เกิน 7.5 เซนติเมตร ต่ำจากท้องคานหัวเสา

ข. สำหรับคาน ที่กลางคานโดยใช้ไม้กั้นตั้งฉาก ในกรณีที่คานซอยตัดกับคานหลักตรงบริเวณกึ่งกลางช่วง ให้เลื่อนรอยต่อในคานออกไปอีกระยะ 1 เท่าของความลึกของคานหลัก

ค. สำหรับพื้น ที่กลางแผ่นโดยใช้ไม้กั้นตั้งฉาก เมื่อจะเทคอนกรีตต่อให้ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับการรับรองแล้ว จนเห็นเม็ดหินโผล่โดยตลอด ปราศจากฝ้าน้ำปูน หรือเศษหินปูนทรายที่หลุดร่วง ล้างผิวที่ทำหยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันที ก่อนเทคอนกรีตใหม่ให้พรมน้ำที่ผิวคอนกรีตให้ชื้นแต่ไม่เปียกโชก

3.6.5 ห้ามเทคอนกรีตในขณะที่มีฝนตก เว้นแต่จะมีที่ป้องกัน

3.7 การทำให้คอนกรีตแน่นตัว

การทำให้คอนกรีตแน่น สามารถทำได้หลายวิธีตามความเหมาะสม ดังนี้

3.7.1 การกระทุ้งด้วยมือ ซึ่งจะต้องกระทุ้งให้สุดความหนาของชั้นที่กำลังเทหรืออาจจะกระทุ้งเลยไปในชั้นคอนกรีตข้างใต้ลงไปประมาณ 10 เซนติเมตร

3.7.2 การใช้เครื่องสั่นสะเทือนภายในแบบหล่อ

3.7.2.1 ให้จุ่มปลายขึ้นลงตรง ๆ ช้า ๆ การจุ่มต้องจุ่มจนสุดชั้นคอนกรีตที่เทใหม่และเลยเข้าไปในชั้นใต้เล็กน้อย

3.7.2.2 ให้จุ่มหัวสั่นสะเทือนเป็นจุด ๆ ระยะห่างตั้งแต่ 45 ถึง 75 เซนติเมตร โดยใช้เวลาจุ่มนาน 5 ถึง 15 วินาที

3.7.2.3 การถอนหัวสั่นสะเทือนขึ้น ให้ถอนช้า ๆประมาณ 7.5 เซนติเมตรต่อวินาที

3.7.2.4 ในการจุ่มต้องระวังอย่าให้หัวสั่นสะเทือนถูกแบบหล่อและเหล็กเสริม เพราะจะทำให้แบบหล่อเสียรูปหรือเหล็กเสริมเคลื่อนผิดตำแหน่งได้

3.7.2.5 ห้ามจุ่มหัวสั่นสะเทือนทิ้งไว้นานเกินไป หรือจุ่มซ้ำที่บริเวณเดียวกันเพราะจะทำให้คอนกรีตแยกตัวและห้ามใช้เกลี่ยคอนกรีต

3.7.3 การใช้เครื่องสั่นสะเทือนตรึงติดแบบหล่อ สามารถใช้ได้ในโครงสร้างที่มีความหนาน้อย ๆ หรือตำแหน่งที่เข้าไม่ถึง ควรเคลื่อนย้ายเครื่องสั่นสะเทือนบ่อย ๆ เพื่อให้เนื้อคอนกรีตมีความแน่นอย่างทั่วถึง

3.8 การบ่มคอนกรีต

เมื่อเทคอนกรีตแล้วเสร็จ ในระหว่างที่คอนกรีตยังไม่แข็งตัวต้องปกคลุม มิให้ถูกแสงแดดและกระแสลมร้อน และต้องป้องกันมิให้คอนกรีตได้รับความสะเทือน การกระแทก หรือการรับน้ำหนักมากเกินไป เมื่อพ้นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หรือเมื่อเสร็จสิ้นการแต่งผิวหน้าและคอนกรีตเริ่มแข็งตัวแล้ว ต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตทันที

3.8.1 สำหรับผิวคอนกรีตที่ไม่สัมผัสกับไม้แบบ หลังเสร็จสิ้นการแต่งผิวหน้าและคอนกรีตเริ่มแข็งตัว ต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตทันที

3.8.2 สำหรับผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับไม้แบบ ต้องรักษาไม้แบบให้มีความชื้นอยู่เสมอ จนกระทั่งถึงเวลาที่ถอดไม้แบบ หลังจากนั้นต้องจัดให้มีการบ่มคอนกรีตทันที

3.8.3 การบ่มคอนกรีตสามารถกระทำได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีรวมกันดังนี้

3.8.3.1 การบ่มแบบเปียก เป็นการทำให้ผิวหน้าของคอนกรีตที่สัมผัสกับบรรยากาศยังคงมีความเปียกชื้นอยู่ กรณีคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หรือปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก ชนิดใช้งานทั่วไป สัญลักษณ์ GU ต้องบ่มตลอดเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 7 วัน หลังจากการเทคอนกรีตเสร็จ และไม่น้อยกว่า 3 วัน สำหรับกรณีใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 3 สามารถทำการบ่มทำได้ดังนี้

ก. การขังน้ำ การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่อยู่ในแนวราบ เช่น แผ่นพื้น พื้นสะพาน เป็นต้น

ข. การใช้วัสดุเปียกชื้นคลุม โดยการนำผ้าใบหรือผ้ากระสอบคลุมให้ทั่ว และรดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ กรณีที่ใช้ผ้าใบ สีของผ้าใบควรเป็นสีขาวหรือสีอ่อน เพราะสามารถสะท้อนความร้อนได้ดี การบ่มโดยวิธีนี้ใช้ได้ทั้งกับโครงสร้างที่อยู่ในแนวราบและแนวดิ่ง

ค. การฉีดหรือพรมน้ำ การบ่มโดยวิธีนี้ใช้ได้ทั้งสำหรับโครงสร้างที่อยู่ในแนวราบและแนวดิ่ง เช่น ผนัง กำแพง พื้น เป็นต้น

3.8.3.2 การบ่มโดยป้องกันการเสียน้ำของเนื้อคอนกรีต สามารถทำการบ่มทำได้ดังนี้

ก. การใช้กระดาษกันน้ำซึมได้คลุม กระดาษที่ใช้ควรเป็นกระดาษเหนียวเป็นชั้น ยึดติดกันด้วยกาวประเภทยางมะตอยและเสริมความเหนียวด้วยใยแก้ว การบ่มโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่อยู่ในแนวราบ

ข. การใช้แผ่นพลาสติกคลุม แผ่นพลาสติกที่ใช้ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร เหมาะสำหรับงานโครงสร้างที่ ไม่เน้นความสวยงามของผิว เช่น รางน้ำ เป็นต้น

ค. การใช้สารเคมี ทำได้โดยฉีดพ่นสารเคมีสำหรับการบ่มลงบนผิวหน้าของคอนกรีตที่ต้องการบ่มและควรฉีดพ่นซ้ำมากกว่า 1 เที่ยว เพื่อให้แผ่นฟิล์มเคลือบผิวหน้าคอนกรีตมีความหนาเพียงพอ และควรฉีดพ่นทันทีที่ผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้ง การบ่มโดยวิธีนี้จะใช้ได้ต่อเมื่อไม่สามารถบ่มคอนกรีตแบบอื่นได้

3.9 การแต่งผิวคอนกรีต

3.9.1 เมื่อถอดแบบออกแล้ว ถ้าเนื้อคอนกรีตมีลักษณะเป็นรูพรุน หรือขรุขระก่อนที่จะดำเนินการต่อไป ให้แจ้งผู้ควบคุมงานตรวจสอบพิจารณาเสียก่อน

3.9.2 เมื่อต้องการจะฉาบปูนทับผิวหน้าคอนกรีตเพื่อทำให้ผิวหน้าคอนกรีตเรียบ ควรราดน้ำให้ชื้นแล้วจึงฉาบปูน เมื่อฉาบปูนเสร็จแล้วให้มีการป้องกันผิวหน้าแห้งเป็นเวลาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3 วัน

3.9.3 การฉาบปูนภายในของผิวคอนกรีตที่จะใช้ขังน้ำ ให้ฉาบปูนขัดมัน ส่วนผิวคอนกรีตภายนอกให้ฉาบปูนตกแต่งให้เรียบร้อยหรือตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

3.10 ส่วนหุ้มของคอนกรีต

ถ้ามิได้แสดงไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว ให้ใช้ส่วนหุ้มคอนกรีตจากผิวไม้แบบถึงผิวนอกเหล็กเสริมดังต่อไปนี้

พื้นทั่วไป ทางเท้า รางระบายน้ำ ที่หนาไม่เกิน 12 เซนติเมตร	1.5 เซนติเมตร
พื้นสะพาน และโครงสร้างระบายน้ำ	2.5 เซนติเมตร
เสา และคาน	2.5 เซนติเมตร
เสาตอม่อ	4.0 เซนติเมตร
ฐานราก	5.0 เซนติเมตร
เสาเข็ม	5.0 เซนติเมตร
โครงสร้างที่สัมผัสดินเค็มหรือน้ำเค็ม	7.5 เซนติเมตร

3.11 การหล่อตัวอย่างคอนกรีตและการทดสอบ

3.11.1 ในการเทคอนกรีตต้องทำการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) ทุกครั้งที่เปลี่ยนอัตราส่วนผสมของน้ำกับปูนซีเมนต์ หรือเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นว่าคอนกรีตข้นหรือเหลวเกินไป โดยวิธีทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต ให้เป็นไปตาม มทถ.(ท) 103.1 : มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) ซึ่งค่าการยุบตัวของคอนกรีตควรเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าการยุบตัวสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

งานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ	ค่าการยุบตัวที่ยอมให้ (เซนติเมตร)	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ฐานราก	7.5	5.0
แผ่นพื้น คาน ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	5.0
เสา ตอม่อ	12.5	5.0
ครีบคอนกรีตเสริมเหล็กและผนังบาง ๆ	15.0	5.0

3.11.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแบบเหล็กหล่อตัวอย่างคอนกรีตขนาดมาตรฐานรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร หรือทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร แล้วเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่หน้างานลงในแบบหล่อต่อหน้าผู้ควบคุมงาน แล้วนำไปเก็บบำรุงรักษาตาม มทถ.(ท) 102 : มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างาน และการนำไปบำรุงรักษา

3.11.3 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตให้เก็บทุกวันที่มีการเทคอนกรีตอย่างน้อยวันละ 3 ก้อน เพื่อนำไปทดสอบหาค่ากำลังอัดคอนกรีต โดยวิธีการเก็บดังนี้

3.11.3.1 เก็บเมื่อหล่อคอนกรีตแต่ละส่วนของโครงสร้าง เช่น ฐานราก เสา คาน และพื้น

3.11.3.2 เก็บทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งทราย หรือหิน-กรวด

3.11.3.3 เก็บตัวอย่างคอนกรีตไม่น้อยกว่า 1 ครั้งในแต่ละวันที่มีการเทคอนกรีต

3.11.3.4 หากไม่มีการกำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานแล้ว ให้ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุก ๆ 50 ลูกบาศก์เมตร และเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตร ในกรณีเทพื้นและผนังให้เก็บตัวอย่างคอนกรีตทุก ๆ การเทคอนกรีต 250 ตารางเมตร

3.11.3.5 สำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) การเก็บให้เก็บที่ปาก กลาง และก้นโม่จำนวนตัวอย่างที่เก็บให้เป็นไปตามข้อ 3.11.3.1 ถึง 3.11.3.3

3.11.3.6 การเก็บจากเครื่องผสม (โม่) ที่ประจำอยู่ในที่ก่อสร้างให้เก็บตัวอย่างจากที่กลางๆ ของปริมาณคอนกรีตที่เทลงในภาชนะรองรับ (กระบะหรือรถเข็นปูน)

3.12 การพิจารณาผลการทดสอบ

คอนกรีตที่หล่อแล้วจะยอมรับได้ต่อเมื่อ ผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

3.12.1 กำลังอัดประลัยของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด ถ้าแท่งตัวอย่างคอนกรีตใดมีกำลังอัดต่ำกว่าที่กำหนด กำลังอัดเฉลี่ยทั้ง 3 ของตัวอย่าง ต้องสูงกว่าที่กำหนดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และผลต่างของกำลังอัดที่มีกำลังต่ำสุดกับค่าที่กำหนดต้องไม่เกินร้อยละ 10

3.12.2 การพิจารณากำลังอัดประลัยเพื่อการตรวจรับงานคอนกรีตก่อนอายุคอนกรีตครบ 28 วัน ให้ตรวจรับได้ แต่ต้องมีผลการทดสอบกำลังอัดประลัยของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บจากการเทโครงสร้างจริงในหน้างาน ซึ่งต้องมีค่ากำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด ทั้งนี้อายุของคอนกรีตต้องไม่น้อยกว่า 7 วัน

3.12.3 หากปรากฏว่าค่ากำลังอัดประลัยของผลการทดสอบดังกล่าว ไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด ผู้รับจ้างต้องสกัดหรือรื้อส่วนที่เทคอนกรีตไปแล้วนั้นออกเสียแล้วจัดการหล่อใหม่โดยใช้คอนกรีตซึ่งมีคุณภาพได้กำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 หรือตามที่แบบกำหนด หรือผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีตรวจสอบที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ความเสียหายและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหล่อคอนกรีตใหม่ หรือการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างส่วนนั้น ๆ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

3.12.4 การทดสอบหาค่ากำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีต ผู้รับจ้างจะต้องส่งให้หน่วยงานราชการหรือสถาบันการศึกษาที่มีศักยภาพ เป็นผู้ทดสอบ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

3.13 แบบหล่อ

3.13.1 แบบหล่อต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรง ไม่ผุ ไม่คดงอ อาทิ เหล็ก ไม้ ฯลฯ

3.13.2 แบบหล่อต้องเข้าแบบให้สนิทเพื่อกันน้ำปูนรั่ว ผิวด้านในของแบบที่สัมผัสกับคอนกรีตต้องเรียบและต้องล้างให้สะอาดก่อนลงมือเทคอนกรีตเสมอและลบมุมชิ้นส่วนคอนกรีตที่เป็นมุมแหลม นอกจากจะมีข้อกำหนดห้ามไว้

3.13.3 จัดให้มีช่องว่างเปิดชั่วคราวที่ด้านล่างของแบบหล่อคอนกรีตเสาหรือผนังเพื่อให้สามารถทำความสะอาดหรือตรวจสอบก่อนการเทคอนกรีต

3.13.4 ต้องยึดลิ่มสำหรับปรับแต่งระดับหรือระยะของแบบหล่อให้แน่นอยู่กับที่ได้ ภายหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนการเทคอนกรีต

3.13.5 แบบหล่อและนั่งร้านรองรับคอนกรีตเหลวต้องมั่นคงแข็งแรงพอรับน้ำหนักและแรงสั่นสะเทือนเมื่อใช้เครื่องสั่นสะเทือนคอนกรีตได้ โดยไม่ทรุดตัวหรือแอ่นตัวจนเสียระดับหรือแนว

3.13.6 หากเกิดการเสียระดับหรือแนวหรือผิดขนาดจนเห็นว่าจะเกิดผลเสียหาย ผู้รับจ้างต้องทุบทำลายชิ้นส่วนนั้นทั้งชิ้นแล้วหล่อใหม่ให้ถูกต้องโดยจะคิดมูลค่าเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างไม่ได้ ทั้งนี้มิได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นความรับผิดชอบต่อผลเสียหายใด ๆ ที่อาจจะเกิดจากการทุบทำลายชิ้นส่วนนั้น ๆ

3.13.7 แบบหล่อจะถอดออกไม่ได้จนกว่าจะได้กำหนดเวลา การถอดแบบต้องไม่ให้คอนกรีตได้รับความกระเทือน และให้ถือกำหนดเวลาการถอดแบบดังต่อไปนี้

แบบข้างคาน กำแพง ฐานราก	2	วัน
แบบข้างเสา	3	วัน
แบบล่างรองรับพื้นคาน	14	วัน
และเมื่อถอดแล้วให้ค้ำตามจุดต่าง ๆ ที่เหมาะสมไว้อีก	14	วัน

ทั้งนี้ ให้ยกเว้นในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็ว ให้ถือกำหนดถอดแบบได้เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน

3.13.8 กรณีไม่ถอดแบบตามกำหนดในข้อ 3.13.7 สามารถถอดแบบหล่อได้โดยกำลังอัดประลัยของคอนกรีตต้องมีค่าไม่ต่ำกว่ากำลังอัดประลัยขั้นต่ำดังต่อไปนี้

3.13.8.1 แบบข้างเสา คาน กำแพง ฐานราก มีค่ากำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่า 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

3.13.8.2 แบบล่างรองรับพื้น คาน มีค่ากำลังอัดประลัยไม่ต่ำกว่า 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

3.13.9 แบบหล่อจะต้องมีขนาดที่แน่นอนและมีพื้นที่ผิวที่เรียบพอสมควร

3.13.10 ห้ามทำการก่อสร้างหรือองค์ประกอบใด ๆ บนคอนกรีตที่เทแล้วเสร็จ จนกว่าจะผ่าน 24 ชั่วโมง หลังจากเทคอนกรีตครั้งสุดท้ายในแบบหล่อส่วนนั้น

3.13.11 แบบหล่อที่รื้อออกแล้ว ก่อนที่จะนำมาใช้ใหม่จะต้องทำความสะอาดและตกแต่งให้เรียบร้อยเสียก่อนจึงจะนำไปใช้อีกได้

4. เอกสารอ้างอิง

4.1 มาตรฐานที่ มทช. 101 – 2561 มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก (Concrete and Reinforced Concrete Works), กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม

มทถ. 102 - 2562
มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างทุกประเภทที่เป็นคอนกรีตอัดแรง

2. วัสดุ

2.1 คอนกรีต

2.1.1 ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ประเภท 3 หรือ ประเภท 5 ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และค่าของแรงอัดประลัย (Ultimate Compressive Strength) ของแท่งคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15x30 เซนติเมตร ถ้าไม่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว ให้ใช้คอนกรีตชนิด ค 4 ตาม มทถ. 101 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยเมื่อมีอายุครบ 28 วัน ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.1.2 ปูนซีเมนต์ ทราย หิน และน้ำ ที่นำมาใช้ผสมคอนกรีตนั้น จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มทถ.101 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.2 งานเหล็กเสริมสำหรับคอนกรีตอัดแรงลวดเหล็ก

การจัดหาเหล็กอัดแรงและประกอบติดตั้งให้ถูกต้องตามตำแหน่งและขนาดของเหล็กเสริมอัดแรง รวมทั้งการดึงเหล็กอัดแรง ด้วยวิธีการดึงเหล็กอัดแรงทีหลัง (Post-Tensioning) หรือวิธีการดึงเหล็กอัดแรงก่อน (Pre-Tensioning) ให้ถูกต้องตามที่ระบุไว้ในแบบละรายละเอียดข้อกำหนดนี้

2.2.1 วิธีดึงเหล็กอัดแรงทีหลัง หมายถึง วิธีการอัดแรงคอนกรีตใดๆ โดยดึงเหล็กอัดแรงหลังจากเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อยแล้ว

2.2.2 วิธีดึงเหล็กอัดแรงก่อน หมายถึง วิธีการอัดแรงคอนกรีตใดๆ โดยดึงเหล็กอัดแรงก่อนการเทคอนกรีต

2.2.3 เหล็กเสริมอัดแรง จะต้องเป็นลวดเหล็กกล้าสำหรับคอนกรีตอัดแรง (PC Wire) หรือลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง (PC Strand)

2.2.3.1 ลวดเหล็กกล้า จะต้องเป็นลวดกลมแบบมีรอยย้ำประเภทคลายความเค้นคุณภาพถูกต้องตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 95 : ลวด เหล็กกล้าสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง ลวดแต่ละขดจะต้องเป็นเส้นเดียวกันตลอดปราศจากส่วนที่หงิกงอ ผิวลวดต้องมีฉลากระบุขนาด แบบ ปริมาณน้ำหนักสุทธิ ความทนแรงดึงระบุ หมายเลขขด หมายเลขการหลอมและชื่อหรือเครื่องหมายของผู้ผลิตติดแน่นไว้ที่ขดลวดทุกขด

ลวดเหล็กกล้าที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติต่าง ๆ ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตรและค่าลักษณะเฉพาะของลวดเหล็กกล้าชนิดคลายความเค้น

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ มิลลิเมตร	ความทนแรงดึงระบุ[1] นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	มวลต่อเมตร		ค่าลักษณะเฉพาะ[2] ต่ำสุด			
			ค่าระบุ[3] กรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน กรัม	แรงดึงสูงสุด[4] กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์		รัศมีการตัดโค้ง มิลลิเมตร
						ร้อยละ[4)5)6)] 0.1 กิโลนิวตัน	ร้อยละ[4)6)] 0.2 กิโลนิวตัน	
4	1 770	12.6	98.9	+ 2.0	22.3	18.5	19.0	10
4	1 670	12.6	98.9	+ 2.0	21.0	17.5	17.9	10
5	1 770	19.6	154	+ 3.1	34.7	28.8	29.5	15
5	1 670	19.6	154	+ 3.1	32.7	27.2	27.8	15
6	1 770	28.3	222	+ 3.7	50.1	41.6	42.6	15
6	1 670	28.3	222	+ 3.7	47.3	39.3	40.2	15
7	1 670	38.5	302	+ 4.3	64.3	53.4	54.7	20
7	1 570	38.5	302	+ 4.3	60.4	50.1	51.3	20
8	1 670	50.3	395	+ 5.9	84.0	69.7	71.4	20
8	1 570	50.3	395	+ 5.9	79.0	65.6	67.1	20
9	1 470	63.6	499	+ 7.2	93.5	74.8	76.7	25
10	1 570	78.5	617	+ 8.6	123	98.6	101	25
10	1 470	78.5	617	+ 8.6	115	92.3	94.3	25
12.2	1 570	117	918	+ 10.5	184	147	151	30
12.2	1 470	117	918	+ 10.5	172	138	141	30

หมายเหตุ

1) ความทนแรงดึงระบุใช้ประโยชน์เพื่อการเรียกเท่านั้น และคำนวณจากพื้นที่หน้าตัดระบุกับค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุด โดยปัดเศษถึง 10 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรที่ใกล้เคียงที่สุด

2) กำหนดให้ใช้ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงแทนความทนแรงดึงระบุเนื่องจากเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อความยาวมีค่าน้อย

3) มวลต่อความยาวคำนวณจากความหนาแน่นของเหล็กซึ่งยอมรับกันเท่ากับ 7.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

4) สำหรับลวดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 8 มิลลิเมตร ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึง ที่ร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.2 จะมีค่าโดยประมาณเท่ากับร้อยละ 80 และร้อยละ 82 ของค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงสูงสุดตามลำดับ ส่วนลวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร และเล็กกว่าจะประมาณร้อยละ 83 และร้อยละ 85 ตามลำดับ

5) มอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) อาจใช้ค่า 205 + 10 กิโลนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

6) แรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.1 เป็นค่าที่ใช้ทดสอบ ส่วนแรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.2 เป็นเพียงข้อแนะนำ (ตาม ISO 6934-1)

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียว ต้องเป็นชนิด 2 เส้น หรือ 3 เส้น หรือ 7 เส้น หรือ 19 เส้น แบบธรรมดา (Ordinary) หรือแบบอัดแน่น (Compacted) มีคุณภาพถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.420 : ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวสำหรับคอนกรีตอัดแรง โดยมีขนาดระบุเป็นนิ้วหรือมิลลิเมตร และจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวต้องปราศจากรอยปริ รอยแตกร้าว มีระยะเกลียวสม่ำเสมอ เมื่อตัดลวดตีเกลียวนั้นโดยไม่ได้มัดหรือจับปลายที่ตัดไว้ปลายเส้นลวดจะต้องไม่แยกกระจายออกจากตำแหน่ง

(2) ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทผ่อนคลายธรรมดา (NR) และประเภทผ่อนคลายต่ำ (LR)

(3) ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวต้องม้วนเป็นขดกลมมัดแน่น ในม้วนหรือขดหนึ่ง ๆ ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวจะต้องเป็นเส้นเดียวกันตลอด โดยไม่มีรอยต่อเชื่อมหรือรอยต่อเหลื่อมซ้อนและจะต้องห่อหุ้มป้องกันอย่างดี เพื่อมิให้เกิดความเสียหายจากการขนส่งพร้อมทั้งมีฉลากที่แข็งแรงระบุ ชนิด แบบ เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ ความทนแรงดึงระบุ ประเภทความผ่อนคลาย ทิศทางการตี เกลียวลวด น้ำหนักสุทธิ หมายเลขขด และชื่อหรือเครื่องหมายของผู้ผลิตติดไว้อย่างมั่นคง และเห็นได้ชัดเจนที่ขดลวดทุกขด ผิวของลวดเหล็กกล้าตีเกลียวจะต้องปราศจากคราบน้ำมันหรือสารอื่นใดที่จะมีผลทำให้แรงยึดระหว่างคอนกรีตกับลวดเหล็กเสียไป และไม่เป็นสนิมขุม

ลวดเหล็กกล้าตีเกลียวต้องมีคุณสมบัติตามตารางต่อไปนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ พื้นที่หน้าตัดระบุ มวลต่อเมตร และค่าลักษณะเฉพาะของลวดเหล็กกล้าตีเกลียว

ชนิด[1]	เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ[1] มิลลิเมตร	ความทนแรงดึงระบุ[1] นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดระบุ[1] ตารางมิลลิเมตร	มวลต่อเมตร		ค่าลักษณะเฉพาะ[2] ต่ำสุด		
				ค่าระบุ กรัม	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ	แรงดึงสูงสุด[2)3)4)] กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์[3)4)5)] ร้อยละ 0.1 กิโลนิวตัน	แรงดึงพิสูจน์[4)5)] ร้อยละ 0.2 กิโลนิวตัน
2 เส้น 2x2.90	5.8	1 910	13.2	104		25.2	21.4	22.3
3 เส้น 3x2.40	5.2	1 770	13.6	107		24.0	20.4	21.1
		1 960				26.7	22.7	23.5
3x2.90	6.2	1 910	19.8	155		37.8	32.1	33.2
3x3.50	7.5	1 770	29.0	228		51.2	43.5	45.0
		1 860				54.0	45.9	47.0
7 เส้น	9.3	1 720	51.6	405		88.8	728	75.4
	9.5	1 860	54.8	432	+4	102	83.6	86.6
	10.8	1 720	69.7	546	-2	120	98.4	102
	11.1	1 860	74.2	580		138	113	117
	12.4	1 720	92.9	729		160	131	136
	12.7	1 860	98.7	774		184	151	156
	15.2	1 720	139	1 101		239	196	203
	15.2	1 860	139	1 101		259	212	220
7 เส้น อัดแน่น	12.7	1 860	112	890		209	178	184
	15.2	1 820	165	1 295		300	255	264
	18.0	1 700	223	1 750		380	323	334
19 เส้น	17.8	1 860	208	1 652		387	317	329
	19.3	1 860	244	1 931		454	372	386
	20.3	1 810	271	2 149		491	403	417
	21.8	1 810	313	2 482		567	465	482

หมายเหตุ

1) ชนิด เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ และความทนแรงดึงระบุใช้สำหรับเรียกชื่อเท่านั้น

2) ความทนแรงดึงระบุได้จากการคำนวณค่าพื้นที่หน้าตัดระบุกับค่าลักษณะเฉพาะ แรงดึงสูงสุด (ดูหมายเหตุ 5)

3) ผลทดสอบแต่ละค่าต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าลักษณะเฉพาะ

4) กำหนดให้ใช้ค่าลักษณะเฉพาะแรงดึงแทนความทนแรงดึงระบุ เนื่องจากเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมวลต่อเมตรมีค่าน้อย

5) แรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.1 เป็นค่าที่กำหนดให้ใช้ทดสอบส่วนแรงดึงพิสูจน์ร้อยละ 0.2 ให้ไว้เพื่อแนะนำเท่านั้น ยกเว้นเมื่อมีการตกลงเป็นอย่างอื่น

2.2.4 เหล็กเสริมไม่อัดแรง

เหล็กเสริมไม่อัดแรง หมายถึง เหล็กเสริมธรรมดา หรือเหล็กเสริมอัดแรงที่ไม่ได้มีการใช้แรงภายนอกดึงเพื่ออัดแรง ทั้งนี้ให้ใช้ตามที่ระบุไว้ในแบบ

2.2.5 อุปกรณ์หัวยึด (Anchorage Assemblies)

อุปกรณ์หัวยึดปลายจะต้องออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อใช้กับงานคอนกรีตอัดแรงโดยเฉพาะต้องเป็นแบบที่เคยใช้ในงานอย่างเดียวกันมาแล้ว และปรากฏให้เห็นว่าทำงานให้ถูกต้องมีความคงทนถาวรเหมาะสำหรับงานประเภทนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างและเอกสารแสดงรายละเอียดรวมทั้งคุณสมบัติต่าง ๆ ของอุปกรณ์หัวยึดให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบและพิจารณาอนุญาตให้นำมาใช้ในงาน ห้ามนำอุปกรณ์หัวยึดที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบของผู้ควบคุมงานมาใช้งานโดยเด็ดขาด อนึ่ง หากเอกสารต่างๆ ที่เสนอประกอบพิจารณาอนุมัติให้ใช้อุปกรณ์หัวยึดมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะพิสูจน์ได้ว่าอุปกรณ์หัวยึดดังกล่าว มีคุณภาพดี เหมาะสมกับงานประเภทนี้แล้ว ผู้ควบคุมงานจะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดลองอุปกรณ์หัวยึด โดยที่อุปกรณ์หัวยึดดังกล่าวจะต้องสามารถยึดรั้งเหล็กอัดแรง ซึ่งดึงด้วยแรงดึงไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของแรงดึงสูงสุดขั้นต่ำตามที่กำหนดไว้สำหรับเหล็กเสริมอัดแรงนั้น โดยไม่เกิดความเสียหายและการที่ผู้ควบคุมงานอนุญาตให้นำอุปกรณ์หัวยึดดังกล่าวมาใช้งานนี้ ไม่เป็นเหตุให้ผู้รับจ้างพ้นภาระรับผิดชอบต่อความชำรุดเสียหายอันอาจเกิดขึ้นในระหว่างหรือภายหลังเทคอนกรีต

2.2.6 อุปกรณ์ต่อเหล็ก (Couplers)

ในกรณีที่จำเป็นต้องต่อเหล็กเสริมอัดแรง ให้ต่อเหล็กเสริมอัดแรงให้ต่อเนื่องกัน โดยใช้อุปกรณ์ต่อเหล็กที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อใช้กับงานนี้โดยเฉพาะอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องเป็นแบบที่เคยใช้ในงานอย่างเดียวกันมาแล้ว และปรากฏให้เห็นว่าทำงานได้ถูกต้องมีความคงทนถาวรเหมาะสำหรับงานประเภทนี้ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอตัวอย่างและเอกสารแสดงรายละเอียดรวมทั้งคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ต่อเหล็กให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบและพิจารณาอนุญาตให้นำมาใช้ในงาน ห้ามนำอุปกรณ์ต่อเหล็กที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ควบคุมงานมาใช้งานโดยเด็ดขาด หากเอกสารต่างๆ ที่เสนอประกอบการพิจารณาอนุมัติให้ใช้อุปกรณ์ต่อเหล็กมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะพิสูจน์ได้ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีคุณภาพดีเหมาะสมกับงานประเภทนี้แล้ว ผู้ควบคุมงานจะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบอุปกรณ์ต่อเหล็ก โดยที่อุปกรณ์ต่อเหล็กดังกล่าวจะต้องสามารถถ่ายทอดแรงดึงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของแรงดึงสูงสุดขั้นต่ำตามที่กำหนดไว้สำหรับเหล็กเสริมอัดแรงนั้น โดยไม่เกิดความเสียหาย และการที่ผู้ควบคุมงานอนุญาตให้นำอุปกรณ์ต่อเหล็กดังกล่าวมาใช้งานนั้นไม่เป็นเหตุให้ผู้รับจ้างพ้นภาระรับผิดชอบต่อความชำรุดเสียหายอันอาจเกิดขึ้นในระหว่างหรือภายหลังเทคอนกรีต

2.2.7 ท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรง (Enclosures, Shesths, Ducts)

ท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรงต้องเป็นโลหะที่มีผิวเป็นลอนหรือเป็นบั้งตามขวางตลอดความยาว

ของท่อร้อยมากพอที่จะทำให้แรงยึดหน่วงระหว่างผิวของท่อร้อยกับคอนกรีตเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ท่อร้อยจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะคงรูปเดิมได้ เมื่อได้รับแรงกระทำต่าง ๆ อันเกิดจากการเทคอนกรีต และต้องสามารถกันไม่ให้น้ำปูนรั่วซึมเข้าไปภายในท่อได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อร้อยให้มีขนาดตามคำแนะนำหรือข้อกำหนดของผู้ผลิตเคเบิ้ล (Cable) เหล็กเสริมอัดแรงที่มาใช้

ผู้รับจ้างจะต้องมีตัวอย่างพร้อมทั้งเอกสารรายละเอียดและคุณสมบัติต่าง ๆ ของท่อร้อยที่ต้องการจะนำมาใช้ในงานให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาตรวจสอบให้ความเห็นชอบเสียก่อน ห้ามไม่ให้นำท่อร้อยที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบและอนุญาตจากผู้ควบคุมงานมาใช้ในงานเป็นอันเด็ดขาด การที่ผู้ควบคุมงานอนุญาตให้นำเอาท่อร้อยดังกล่าวมาใช้ในงานนี้ไม่เป็นเหตุให้ผู้รับจ้างพ้นภาระรับผิดชอบต่อความชำรุดเสียหายอันอาจเกิดขึ้นในระหว่างหรือภายหลังการเทคอนกรีต

ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการจะทำรูหรือช่องสำหรับร้อยเหล็กเสริมอัดแรงโดยใช้ท่อยางหรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสมเป็นแบบในขณะหล่อคอนกรีต และถอดแบบดังกล่าวออกก่อนการร้อยเหล็กเสริมอัดแรงเข้าในรูหรือช่องที่ทำไว้แทนการใช้ท่อร้อย ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดตลอดจนวิธีการในการทำรูหรือช่องร้อยเหล็กดังกล่าวเพื่อให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

2.2.8 การจัดหาวัสดุ

ลวดเหล็กกล้า หรือลวดเหล็กกล้าตีเกลียว ที่จะนำมาใช้ในงานนี้ ผู้รับจ้างควรจัดหาและนำส่งผลมาถึงสถานที่ก่อสร้างครั้งละจำนวนมากๆ เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบและอนุญาตให้ใช้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้รับจ้างเอง

ลวดเหล็กกล้า หรือลวดเหล็กกล้าตีเกลียว ที่จัดส่งและนำมาใช้ในงานก่อสร้าง จะต้องป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย อันเนื่องมาจากการขนส่งและจะต้องมีแผ่นป้ายหรือตราหรือเอกสารอื่นใดเพื่อแสดง ชนิด แบบ เส้นผ่านศูนย์กลางระบุ ความทนแรงดึงระบุ ประเภทความผ่อนคลาย ทิศทางการตีเกลียวลวด น้ำหนักสุทธิ หมายเลขขด และบริษัทผู้ผลิตกำกับมาด้วยทุกครั้ง

อุปกรณ์หัวยึด อุปกรณ์ต่อเหล็ก และท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรงซึ่งผู้รับจ้างจัดส่ง และนำมาใช้ในงานก่อสร้างนี้ จะต้องมีป้ายหรือตราประทับหรือเอกสารอื่นใด เพื่อแสดงชนิด ขนาดและบริษัทผู้ผลิตกำกับมาพร้อมกับวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นด้วยทุกครั้ง

2.2.9 การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณภาพ

การเก็บตัวอย่างวัสดุก่อสร้างเพื่อทดสอบคุณภาพ จะต้องจัดเก็บจากวัสดุก่อสร้างที่ได้นำส่งมาเก็บไว้บริเวณสถานที่ก่อสร้างต่อหน้าผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนเท่านั้น และให้ผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนเป็นผู้จัดส่งตัวอย่างเพื่อไปทดสอบคุณภาพวัสดุก่อสร้างต่างๆ จะนำไปใช้งานได้ต่อเมื่อผลการตรวจคุณภาพใช้ได้

วิธีการเก็บตัวอย่างสำหรับวัสดุงานคอนกรีต ให้ปฏิบัติตาม มทถ. 101 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับลวดเหล็กกล้า หรือลวดเหล็กกล้าตีเกลียว ให้ตัดลวด

เหล็กกล้า หรือลวดเหล็กกล้าตีเกลียวของม้วนลวดเหล็กกล้า ซึ่งผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนได้เลือกไว้ม้วนละ 1 ตัวอย่าง ส่วนวิธีการเก็บตัวอย่างอุปกรณ์ หัวยึดอุปกรณ์ต่อเหล็กและท่อร้อยให้ผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนเลือกเอาจากจำนวนวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดซึ่งผู้รับจ้างได้จัดหาไว้ที่หน้างาน ผู้รับจ้างต้องอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนในการจัดเก็บตัวอย่างวัสดุก่อสร้างเหล่านั้นเป็นอย่างดี

จำนวนตัวอย่างวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดที่ต้องจัดส่งเพื่อทำการทดสอบคุณภาพ ให้คิดจากจำนวนวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดซึ่งได้จัดหามาไว้ที่หน้างานตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ตัวอย่างลวดเหล็กกล้า จะต้องยาวอย่างน้อยท่อนละ 1 เมตร และจำนวนตัวอย่างที่ต้องส่งไปทดสอบคุณภาพให้คิดตามสูตรดังต่อไปนี้

$$S = 0.02\sqrt[3]{N^2} \geq 2$$

โดยที่ S หมายถึง จำนวนตัวอย่างที่ต้องส่งไปทดสอบคุณภาพ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 3 ตัวอย่าง ถ้ามีเศษเกินครึ่งให้ปัดเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัวอย่าง

N หมายถึง จำนวนม้วนของลวดเหล็กกล้าที่มีความยาวเท่ากัน สำหรับม้วนลวดเหล็กที่มีความยาวม้วนละ 100 เมตร ถึง 300 เมตร

(2) ตัวอย่างลวดเหล็กกล้าตีเกลียว จะต้องยาวอย่างน้อยท่อนละ 1 เมตร และจำนวนตัวอย่างที่ต้องส่งไปทดสอบคุณภาพให้คิดตามสูตรดังต่อไปนี้

$$S = K\ 0.02\sqrt[3]{N^2} \geq 2$$

โดยที่ S หมายถึง จำนวนตัวอย่างที่ต้องส่งไปทดสอบคุณภาพ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง ถ้ามีเศษเกินครึ่งให้ปัดเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัวอย่าง

K เท่ากับ 0.9 สำหรับม้วนลวดที่มีความยาวน้อยกว่า 3,000 เมตร และเท่ากับ 1.5 สำหรับม้วนลวดที่มีความยาวมากกว่า 3,000 เมตร

N หมายถึง จำนวนม้วนของลวดเหล็กกล้าตีเกลียวที่มีความยาวเท่ากัน

(3) ในกรณีที่ให้มีการทดสอบคุณภาพอุปกรณ์หัวยึด และอุปกรณ์ต่อเหล็ก จำนวนตัวอย่างที่ต้องการเพื่อทดสอบคุณภาพให้คิดตามสูตร ดังต่อไปนี้

$$S = N / 100 \geq 1$$

โดยที่ S หมายถึง จำนวนตัวอย่างที่ต้องส่งไปทดสอบคุณภาพ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 1 ตัวอย่าง ถ้ามีเศษเกินครึ่ง ให้ปัดเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัวอย่าง

N หมายถึง จำนวนแต่ละชนิดของอุปกรณ์หัวยึด หรืออุปกรณ์ต่อเหล็ก

3. การก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทุกชนิดที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้างและอัดแรงพร้อมทั้งช่างฝีมือที่ชำนาญงานในระบบอัดแรงนั้น ทั้งนี้โดยให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อนในกรณีที่ใช้เครื่องมืออัดแรงแบบแม่แรงน้ำมัน จะต้องติดตั้งเครื่องวัดแรงดันที่มีความละเอียดเพียงพอ และจะต้องหาค่าความสัมพันธ์ของแม่แรงและเครื่องวัดที่ใช้ประกอบกันนั้น พร้อมทั้งจัดทำตารางหรือแผนภูมิแสดงค่าความสัมพันธ์ให้ผู้ควบคุมงานด้วย ถ้าใช้แม่แรงชนิดอื่นจะต้องจัดหาแหวนรับน้ำหนัก (Proving Ring) ที่รู้ค่าความสัมพันธ์เพื่อจะได้ทราบค่าแรงดันแม่แรงนั้นได้อย่างถูกต้อง

3.1 การเก็บรักษาวัสดุ

วัสดุก่อสร้างต่างๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้างนี้จะต้องขนส่งและเก็บรักษาในลักษณะที่ไม่ทำให้วัสดุก่อสร้างนั้นได้รับความเสียหายหรือเปรอะเปื้อน ผู้รับจ้างจะต้องแยกเก็บวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดให้เป็นสัดส่วนเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบและนำไปใช้งานวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดให้เป็นสัดส่วน เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบแล้วจะต้องแยกจากส่วนวัสดุก่อสร้างที่ยังไม่ได้ตรวจสอบให้เห็นได้อย่างชัดเจน ผู้รับจ้างต้องแยกส่วนวัสดุก่อสร้างนี้ออกจากวัสดุก่อสร้างของงานอื่นให้เห็นได้อย่างชัดเจน

3.2 การจัดวางเหล็กและอุปกรณ์

เหล็กเสริมอัดแรง อุปกรณ์หัวยึด อุปกรณ์ต่อเหล็ก ท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรงจะต้องวางไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ตามที่แสดงไว้ในแบบหรือรายการข้อกำหนด และต้องยึดให้มั่นคง ไม่เคลื่อนที่ในระหว่างเทคอนกรีต และในระหว่างที่คอนกรีตก่อตัว โดยใช้แท่งคอนกรีตขาตั้งโลหะ อุปกรณ์หนุน อุปกรณ์แขวน หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ได้รับความเห็นชอบ แล้วผูกยึดหรือรองหนุนให้มั่นคง

3.3 วิธีดึงเหล็กอัดแรงก่อน (Pre - Tensioning Method)

การดึงเหล็กเสริมอัดแรง จะกระทำได้ต่อเมื่อเหล็กเสริมอัดแรงได้จัดวางไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว และการดึงเหล็กจะต้องดึงจนมีความเค้นในเหล็กเสริมอัดแรงได้ตามที่แสดงไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอกรรมวิธีการดึงเหล็กอัดแรงนี้เพื่อให้ผู้ควบคุมงานให้ความเห็นชอบก่อน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าก่อนและต้องจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับใช้ตรวจสอบขณะดึงเหล็กด้วย

โครงสร้างคอนกรีตหลายๆ หน่วย อาจจะดึงเหล็กเสริมอัดแรงและหล่อคอนกรีตพร้อมกันในแนวเดียวกันได้ แต่จะต้องเว้นระยะห่างระหว่างปลายโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงแต่ละหน่วยให้เพียงพอเพื่อการตัดเหล็กเสริมอัดแรง ห้ามตัดเหล็กเสริมอัดแรงจนกว่าจะได้ถอดแบบข้างออกแล้วและคอนกรีตของโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงนั้นสามารถต้านแรงอัดได้ ตามที่ระบุไว้ในแบบโดยให้ทำการทดสอบแท่งคอนกรีตตัวอย่างซึ่งบ่มในสภาพเดียวกับชิ้นส่วนโครงสร้างนั้นก่อน การถ่ายแรงอัดจากเหล็กเสริมอัดแรงเข้าไปในโครงสร้างคอนกรีตนั้น สมดุลที่สุด

3.4 วิธีดึงเหล็กอัดแรงทีหลัง (Post -Tensioning Method)

(1) การวางเคเบิ้ล (Manufacture of Cables or Tendons)

ในการก่อสร้างคอนกรีตอัดแรงด้วยวิธีดึงเหล็กเสริมอัดแรงทีหลังจะใช้วิธีวางเคเบิ้ลเหล็กเสริมอัดแรงก่อนแล้วหล่อคอนกรีตทีหลัง หรือใช้วิธีหล่อคอนกรีตก่อนแล้วใส่เคเบิ้ล เหล็กเสริมอัดแรงทีหลังก็ได้

ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการก่อสร้าง เคเบิ้ลเหล็กเสริมอัดแรงหนึ่งเคเบิ้ลอาจประกอบด้วยเหล็กเสริมอัดแรงหลายเส้นมัดรวมกัน หรือประกอบด้วยเหล็กอัดแรงเพียงเส้นเดียววิธีการในการประกอบเคเบิ้ลเหล็กเสริมอัดแรงนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

ก่อนที่จะนำท่อร้อยไปใช้ในงานจะต้องตรวจสอบและซ่อมแซมส่วนที่บกพร่องให้เรียบร้อย การซ่อมแซมและการตัดท่อร้อยที่เสียหายให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์คั่นเหล็กเสริมอัดแรง (Spacers) ที่เหมาะสมเพื่อยึดเหล็กเสริมอัดแรงให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องในท่อร้อย และเพื่อทำให้มีช่องว่างรอบ ๆ เหล็กเสริมอัดแรงแต่ละเส้นในท่อร้อยเพียงพอที่จะใส่วัสดุสำหรับฉีดอัด (Grout) ได้โดยรอบ และสะดวก โลหะที่ใช้ทำอุปกรณ์คั่นเหล็กเสริมอัดแรงนี้จะต้องเป็นเหล็ก

การต่อท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรงจะต้องใช้อุปกรณ์ต่อหรือวัสดุพันหุ้มที่คอนกรีตสามารถยึดเกาะได้และไม่เป็นอันตรายต่อคอนกรีต การต่อท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรง อุปกรณ์ต่อหรือวัสดุพันหุ้มท่อร้อย และอุปกรณ์คั่นเหล็กเสริมอัดแรงเหล่านี้ ก่อนที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

(2) การวางท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรง

การขนส่ง ขนย้ายและการวางท่อร้อยเข้าที่ จะต้องทำด้วยความระมัดระวังโดยต้องไม่ทำให้ท่อร้อยหักหรือโค้งงอมาก ท่อร้อยจะต้องวางเข้าที่และผูกยึดให้มั่นคงด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมและได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน ความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง ท่อร้อยแต่ละท่อที่วางเข้าที่ ยอมให้คลาดเคลื่อนไปจากที่ระบุไว้ในแบบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และตำแหน่งของศูนย์กลางของกลุ่มท่อร้อยทั้งหมดยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ในขณะเทคอนกรีตท่อร้อยจะต้องไม่เคลื่อนที่และจะต้องระมัดระวังไม่ให้ท่อร้อยหรือปลอกหุ้มเสียหายด้วย

ท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรงจะต้องเตรียมให้สามารถฉีดอัดและระบายอากาศออกให้หมด ท่อหรือรูสำหรับฉีดอัดและระบายอากาศเหล่านี้ จะต้องสามารถอุดกั้นไม่ให้วัสดุที่ให้ฉีดอัดรั่วไหลออกมาภายหลังจากการอุดแล้วได้ ท่อหรือรูสำหรับฉีดอัดและระบายอากาศจะต้องยึดให้มั่นคง

ภายหลังจากวางท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรง ผูกเหล็กและประกอบแบบเรียบร้อยแล้ว จะต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของท่อร้อยเหล็กเสริมอัดแรงก่อนทำการเทคอนกรีตทุกครั้ง

(3) การประกอบและติดตั้งอุปกรณ์หัวยึดและอุปกรณ์ต่อเหล็ก

อุปกรณ์หัวยึดและอุปกรณ์ต่อเหล็ก จะต้องประกอบและติดตั้งให้ถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและให้อยู่ในแนวแกนเดียวกันกับแนวแกนของเหล็กเสริมอัดแรงหรือเคเบิ้ลนั้น ๆ และต้องยึดจับให้มั่นคงไม่ให้เคลื่อนที่ได้ในระหว่างเทคอนกรีต

(4) การดึงเหล็กอัดแรงทีหลัง

ในกรณีที่ไม่ได้กำหนดวิธีการดึงเหล็กเสริมอัดแรงไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแผนงาน วิธีการดึงเหล็กเสริมอัดแรงและชนิดของแม่แรงที่จะใช้ เพื่อให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อนเริ่มงาน แผนงานการดึงเหล็กเสริมอัดแรงนี้ ต้องประกอบด้วยลำดับวิธีการดึงเหล็กเสริมอัดแรง ขนาดของแรงดึงที่จะใช้ และระยะยืดของเหล็กเสริมอัดแรงที่เกิดขึ้น เนื่องจากแรงดึงนั้น

ห้ามอัดแรงเข้าไปในโครงสร้างคอนกรีตก่อนที่คอนกรีตของโครงสร้างนั้นจะสามารถรับแรงอัดได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ โดยให้ทำการทดสอบแท่งคอนกรีตตัวอย่างซึ่งบ่มในสภาพเดียวกับชิ้นส่วนโครงสร้างนี้ก่อน การอัดแรงเข้าไปในโครงสร้างคอนกรีตจะต้องทำในลักษณะที่ทำให้เกิดแรงอัดในโครงสร้างคอนกรีตสมดุลที่สุด

ก่อนที่จะทำการดึงเหล็กเสริมอัดแรง จะต้องทำความสะอาดอุปกรณ์หัวยึดเหล็กเสริมอัดแรง ท่อร้อยและตรวจสอบความพร้อมเพรียงของอุปกรณ์ต่างๆให้เรียบร้อยก่อน

วิธีการดึงเหล็กเสริมอัดแรงจะต้องทำให้สามารถอ่านค่าแรงดึงและวัดระยะยืดได้ตลอดเวลาในขณะดึงเหล็กเสริมอัดแรง การวัดค่าแรงดึงให้อ่านจากเครื่องวัดที่มีความละเอียดเพียงพอ ภายหลังจากปล่อยอุปกรณ์หัวยึดเหล็กเสริมอัดแรงและเกิดการรูดของเหล็กเสริมอัดแรงในอุปกรณ์หัวยึดแล้วให้บันทึกระยะยืดเหล็กเสริมอัดแรงที่เหลือไว้ สำหรับเคเบิ้ลที่ประกอบด้วยเหล็กเสริมอัดแรงจำนวนหลายเส้นรวมกันจะต้องจับยึดติดกับแม่แรงดึงเหล็กอย่างระมัดระวังให้แน่นเพื่อให้เหล็กเสริมอัดแรงแต่ละเส้นในเคเบิ้ลยืดออกมาเท่าๆกัน

ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ควบคุมงานในการตรวจสอบการดึงเหล็กเสริมอัดแรง และจะต้องจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการดึงเหล็กเสริมอัดแรง ตามแบบฟอร์มซึ่งผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้และผู้รับจ้างจะต้องส่งบันทึกข้อมูลนี้ให้ผู้ควบคุมงานทันที เมื่อดึงเหล็กเสริมอัดแรงสำหรับโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงนั้นแล้วเสร็จ ในกรณีที่เหล็กเสริมอัดแรงหรืออุปกรณ์ต่อเหล็กขาดหรือชำรุดเสียหาย การเปลี่ยนเหล็กเสริมอัดแรงหรืออุปกรณ์ต่อเหล็กจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

ก่อนการจับยึดเหล็กเสริมอัดแรงด้วยอุปกรณ์หัวยึด และการฉีดอัด จะต้องได้รับการตรวจสอบและอนุญาตจากผู้ควบคุมงาน

(5) การขอเปลี่ยนระบบการดึงเหล็กอัดแรงทีหลัง

ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้ระบบอัดแรง หรือวิธีดึงเหล็กนอกเหนือไปจากที่ระบุไว้ในแบบก็สามารถทำได้โดยทางผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดแบบก่อสร้างพร้อมทั้งรายการคำนวณให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อน

มทถ. 103 - 2562
มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

1. ขอบข่าย

มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตนี้ ครอบคลุมถึงงานคอนกรีตทั่วไปทั้งหมด ยกเว้นงานเหล็กแรงดึงสูงที่ใช้ในคอนกรีตอัดแรง

2. วัสดุ

2.1 เหล็กเส้นกลม (Round Bar)

2.1.1 สมบัติทางกล ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางกลของเหล็กเส้นกลม

สัญลักษณ์	ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความต้านแรงดึงสูงสุด ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น	
				มุมการดัด (องศา)	เส้นผ่านศูนย์กลางวงดัด
SR 24	2400	3900	21	180	1.5 เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ

สมบัติอื่นต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20 : เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กเส้นกลม)

2.2.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับมวลต่อเมตร ของเหล็กเส้นกลม ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตรสำหรับเหล็กเส้นกลม

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

2.2 เหล็กข้ออ้อย (Deformed Bar)

2.2.1 สมบัติทางกล ต้องเป็นไปตาม ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติทางกลของเหล็กข้ออ้อย

สัญลักษณ์	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (มิลลิเมตร)	ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความต้านแรงดึงสูงสุด ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	ความยืดในช่วงความยาว 5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า (ร้อยละ)	การทดสอบด้วยการดัดโค้งเย็น	
					มุมการดัด (องศา)	เส้นผ่านศูนย์กลางวงดัด
SD 30	ไม่เกิน 16	3000	4900	17	180	3 เท่าเกินผ่านศูนย์กลางระบุ
	เกิน 16					4 เท่าเกินผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 40	ทุกขนาด	4000	5700	15	180	5 เท่าเกินผ่านศูนย์กลางระบุ
SD 50	ไม่เกิน 25	5000	6300	13	90	5 เท่าเกินผ่านศูนย์กลางระบุ
	เกิน 25					6 เท่าเกินผ่านศูนย์กลางระบุ

สมบัติอื่นต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24 : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กข้ออ้อย)

2.2.2 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของเหล็กข้ออ้อยต้องเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตรของเหล็กข้ออ้อย

ชื่อขนาด	มวลระบุ กิโลกรัมต่อเมตร	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนสำหรับมวลต่อเมตร	
		เฉลี่ย ร้อยละ	แต่ละเส้น ร้อยละ
DB 6	0.222	± 7	± 8
DB 8	0.395		
DB 10	0.616	± 5	± 6
DB 12	0.888		
DB 16	1.578		
DB 20	2.466	± 4	± 5
DB 22	2.984		
DB 25	3.853		
DB 28	4.834		
DB 32	6.313	± 3.5	± 4
DB 36	7.990		
DB 40	9.865		

2.3 ตะแกรงลวดเหล็กเสริมคอนกรีต (Wire Mesh)

ตะแกรงลวดเหล็กเสริมคอนกรีต ต้องใช้ตะแกรงลวดเหล็กกล้าอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

2.3.1 ตะแกรงลวดเหล็กกล้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 737: ตะแกรงลวดเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

2.3.2 ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อย ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.926 : ตะแกรงลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยเชื่อมติดเสริมคอนกรีต

3. การก่อสร้าง

3.1 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ต้องเป็นเหล็กเส้นใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ต้องมีผิวสะอาด ไม่มีสนิมกร่อน ไม่เปื้อนน้ำมัน ไม่มีรอยแตกร้าว

3.2 การเก็บวัสดุ

3.2.1 เหล็กเส้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง ต้องเก็บไว้ในที่ที่มีหลังคาคลุม หรือมีที่กำบังฝนและต้องเก็บไว้เหนือพื้นดินไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร

3.2.2 เหล็กเส้นที่นำมาใช้งาน ต้องแยกเก็บไว้เป็นพวกๆ โดยมีป้ายบอกชนิด และขนาดไว้อย่างชัดเจน

3.3 การดัดเหล็กเส้น

3.3.1 ห้ามดัดเหล็กเส้นโดยวิธีเผาให้ร้อน

3.3.2 การดัดเหล็กเส้นให้เป็นไปตามผนวก ก. มทถ. 103 : การดัดและการต่อเหล็กเส้น

3.3.3 การดัดเหล็กคอม้า ความลาดเอียงของเหล็กคอม้า นอกจากจะระบุไว้ในแบบรายละเอียด ต้องดัดเอียงเป็นมุม 45 องศาทั้งหมด

3.4 การจัดเหล็กเสริม

จะต้องวางเหล็กเสริมในตำแหน่งที่ถูกต้อง และมีที่รองรับที่แข็งแรงพอ ซึ่งอาจเป็นแท่งคอนกรีตขาตั้งโลหะ เหล็กปลอก หรือเหล็กยึดระยะเรียงก็ได้ และยึดไว้แน่นหนาเพียงพอ

3.4.1 ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม

3.4.1.1 ระยะช่องว่างของเหล็กที่วางขนานกัน ต้องไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมนั้นๆ หรือ 1 1/3 เท่าของขนาดใหญ่ที่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้ หรือ 25 มิลลิเมตรหรือที่กำหนดไว้ในรูปแบบยกเว้นในเสาและในระหว่างชั้นของเหล็กเสริมในคาน

3.4.1.2 การเสริมเหล็กในคานที่มีเหล็กตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป ระยะช่องว่างของเหล็กแต่ละชั้นต้องไม่แคบกว่า 25 มิลลิเมตร และเหล็กที่อยู่ชั้นบนต้องเรียบให้ตรงกับเหล็กในชั้นล่าง

3.4.1.3 การเสริมเหล็กเอกในผนัง หรือในพื้นต้องมีระยะเรียงไม่ห่างกว่า 3 เท่าของความหนาของผนังหรือแผ่นพื้นนั้น หรือไม่เกิน 30 มิลลิเมตร ทั้งนี้ไม่ใช่กับระบบแผ่นพื้นแบบคอนกรีต

3.4.1.4 ระยะช่องระหว่างเหล็กเส้นตามยาวของเสาปลอกเกลียวและปลอกเดี่ยว ต้องไม่น้อยกว่า 1 1/2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้นหรือ 1 1/2 เท่าของขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบหรือ 40 มิลลิเมตร หรือที่กำหนดไว้ในรูปแบบ

3.4.1.5 ระยะช่องว่างระหว่างเหล็กต่อทาบกับเหล็กต่อทาบด้วยกัน หรือระหว่างเหล็กต่อทาบกับเส้นเหล็กอื่น ให้ใช้เช่นเดียวกันกับที่กำหนดไว้สำหรับระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเส้น

3.4.1.6 เหล็กเสริมมัดรวมกันเป็นกำ คือเหล็กเสริมหลายเส้นที่ขนานกัน และมัดรวมกันเป็นกำเสมือนเหล็กเส้นเดียวกัน ต้องเป็นเหล็กข้ออ้อยทุกเส้น มีจำนวนไม่เกินกำละ 4 เส้น และมีปลอกพันรอบเหล็กแต่ละกำ

3.4.2 ความหนาของคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม สำหรับคอนกรีตหล่อในที่

3.4.2.1 คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม สำหรับคอนกรีตหล่อในที่ที่ผิวสัมผัสดินตลอดเวลา ต้องมีความหนาของหุ้มเหล็กไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร

3.4.2.2 คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม สำหรับคอนกรีตหล่อในที่มีผิวสัมผัสกับดิน สำหรับเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มิลลิเมตร ต้องมีความหนาของคอนกรีตหุ้มเหล็กไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 16 มิลลิเมตร ต้องไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร

3.4.2.3 คอนกรีตที่ไม่สัมผัสกับดิน ในคานเหล็กเสริมเหล็กลูกตั้ง ต้องมีความหนาของคอนกรีตหุ้มผิวเหล็กไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ในเสาต้องไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตรในส่วนอื่นๆ ของอาคารต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

3.4.2.4 เหล็กเสริมมัดรวมเป็นกำ ต้องมีความหนาของคอนกรีตหุ้มผิวเหล็กต้องไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นเดียว ซึ่งมีเนื้อที่หน้าตัดเท่ากับเหล็กทั้งกำ รวมกัน แต่ไม่มากกว่า 50 มิลลิเมตร

กรณีหล่อติดกับดิน และผิวคอนกรีตสัมผัสดินตลอดเวลา ระยะหุ้มต่ำสุดต้องไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร

3.4.2.5 ในสภาวะแวดล้อมที่มีการกัดกร่อน หรือที่ต้องสัมผัสกับสภาวะรุนแรงอื่นๆ ต้องเพิ่มระยะหุ้มคอนกรีตให้เหมาะสม และให้พิจารณาถึงการป้องกันคอนกรีตโดยการเพิ่มความแน่น และลดความพรุนของคอนกรีตหรือหาวิธีป้องกันอื่น ๆ

3.4.2.6 การเตรียมการเพื่อต่อเติมในภายหน้าเหล็กเสริมส่วนที่เปลือย หัวยึดที่ฝังในคอนกรีตและแผ่นเหล็กที่เตรียมไว้สำหรับยึดต่อกับส่วนที่จะต่อเติมในภายหน้าจะต้องป้องกันการผุกร่อน

3.5 การต่อเหล็กเสริม

3.5.1 เหล็กเสริมของคาน-พื้น นอกจากที่เป็นคานยื่นหรือพื้นยื่นหรือที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดต้องต่อในตำแหน่งต่อไปนี้

เหล็กล่างของคาน-พื้น ให้ต่อตรงบริเวณหัวเสาหรือคาน

เหล็กบนของคาน-พื้น ให้ต่อตรงบริเวณกลางคาน-พื้น

สำหรับเหล็กเสาให้ต่อตรงจุดหลังพื้นและให้เป็นไปตามผนวก ก. มทถ. 103 : การตัดและต่อเหล็กเส้น

3.5.2 รอยต่อของเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่อยู่ข้างเคียง ต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน และควรเหลื่อมกันประมาณ 1.00 เมตร หากไม่จำเป็นจริงๆ แล้วห้ามต่อเหล็ก

3.5.3 การต่อเหล็กอาจทำได้หลายวิธี คือ

3.5.3.1 ในการต่อเหล็กแบบวางทาบเหลื่อมกัน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบโดยให้เหลื่อมกันมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นและปลายของเหล็กที่ต่อต้องดัดงอขอได้ตามผนวก ก. ข้อ 1 ส่วนเหล็กข้ออ้อยให้วางทาบกันมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กข้ออ้อยนั้นโดยมิต้องงอขอ

3.5.3.2 การต่อโดยวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า

(1) ไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต้องมีกำลังเพียงพอ การต่อให้เชื่อมแบบต่อชน (Butt Weld) และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการเชื่อมต่อ รอยต่อต้องมีแรงต้านแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของแรงต้านแรงดึงสูงสุดของเหล็กเส้นที่คำนวณได้จากตารางที่ 1 สำหรับเหล็กเส้นกลมและจากตารางที่ 3 สำหรับเหล็กข้ออ้อย

(2) การเชื่อมต่อเหล็กให้ปฏิบัติ ดังนี้

ก. ตัดปลายเหล็กทั้ง 2 ท่อน ที่นำมาเชื่อมให้เอียงลาดตามผนวก ข. มทถ. 103 : การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

ข. ทำความสะอาดปลายเหล็กที่ดัดแล้ว นำมาวางให้ได้แนวหรือได้ศูนย์และมีระยะห่างได้ตามผนวก ข. มทถ. 103 : การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

ค. ทำการเชื่อมเป็นชั้นหรือเป็นแนว ภายหลังการเชื่อมแนวหนึ่ง หรือชั้นหนึ่งแล้วจะต้องเคาะเอาขี้เหล็กหุ้มชั้น หรือแนวนั้นๆ ออกทุกครั้งไป แล้วใช้แปรงลวดถูให้สะอาดก่อนจะทำการเชื่อมครั้งต่อไป ปฏิบัติดังนี้เรื่อยไป จนเชื่อมได้ความหนาเต็มตามกำหนด

3.5.3.3 การต่อความยาวโดยใช้อุปกรณ์กล

ผู้รับจ้างจะต้องทำรายละเอียดเสนอผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อน เหล็กที่ต่อโดยใช้อุปกรณ์กลเหล่านี้ เมื่อทดสอบด้วยแรงดึงจะต้องไม่ขาดที่รอยต่อ

ตำแหน่งรอยต่อเหล็กตามแบบต่างๆ ต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน ยกเว้น ตามที่ระบุไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น ในกรณีจำเป็นตำแหน่งรอยต่อเหล็กอยู่ในแนวเดียวกันได้ ต้องให้ผู้ควบคุมงานงานเห็นชอบก่อน

การต่อความยาวโดยวิธีเชื่อมไฟฟ้า และการต่อความยาวโดยใช้อุปกรณ์กล ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการจัดส่งตัวอย่างทดสอบ ค่าธรรมเนียมทดสอบวัสดุและอื่นๆ ทั้งหมด

3.5.4 เมื่อเก็บตัวอย่างได้เรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องนำส่งมายังผู้ว่าจ้างเพื่อทำการทดสอบ

ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างอาจแจ้งให้นำไปทดสอบที่หน่วยราชการอื่นที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือก็ได้ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

3.6 การเปลี่ยนขนาดเหล็กเสริม

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนขนาดเหล็กเสริม ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบแสดงการเสริมเหล็ก พร้อมทั้งแบบการดัดเหล็กและลำดับการวางเหล็กเสริมทุกเส้นให้ผู้ออกแบบเห็นชอบก่อน และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

3.7 การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ

3.7.1 ผู้รับจ้างต้องตัดเหล็กเส้นทุกๆ ขนาด แต่ละขนาดยาวไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร เพื่อทำการทดสอบตามข้อ 2

3.7.2 การเก็บตัวอย่างให้เก็บหนึ่งตัวอย่างจากเหล็กเส้นเส้นหนึ่งต่อจำนวนเหล็กเส้นทุกๆ 100 เส้น หรือเศษของ 100 เส้นแต่จำนวนตัวอย่างแต่ละขนาดที่ส่งมาทดสอบในแต่ละชุดต้องไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง

3.7.3 การเก็บตัวอย่างต้องเก็บจากกองเหล็กเส้นแต่ละชุดที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้าง และต้องเก็บตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

3.8 การพิจารณาผลการทดสอบ

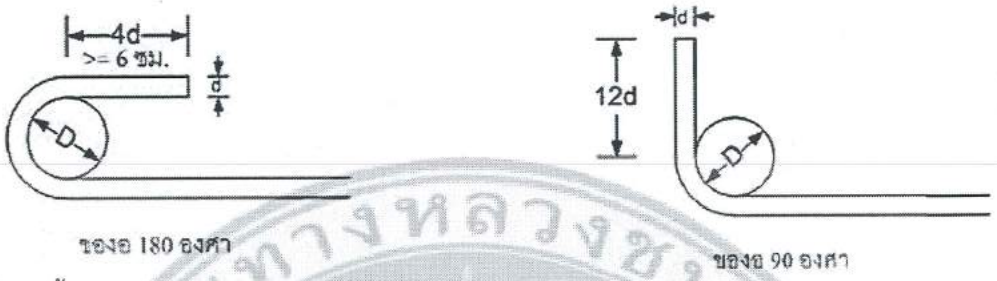
ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ถือว่าเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตชุดนั้นใช้ไม่ได้

ผนวก ก. มทถ. 103-2562

การดัด การงอและการต่อเหล็กเส้น

1. การดัดและงอขอปลายเหล็ก

1.1 เหล็กทั่วไป การงอขอ 180 องศาและ 90 องศา



ของอ 180 องศา ของอ 90 องศา

1.2 เหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก ให้งอ 90 องศา หรือ 135 องศา

งอขอ 135 องศา งอขอ 90 องศา

1.3 การดัดงอเหล็ก ยกเว้นเหล็กเสริมที่ดัดงอเป็นเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก เส้นผ่าศูนย์กลางของการงอเหล็กวัดด้านในข้อเหล็กที่งอ (D) ต้องไม่น้อยกว่า ค่าที่ให้ไว้ในตาราง

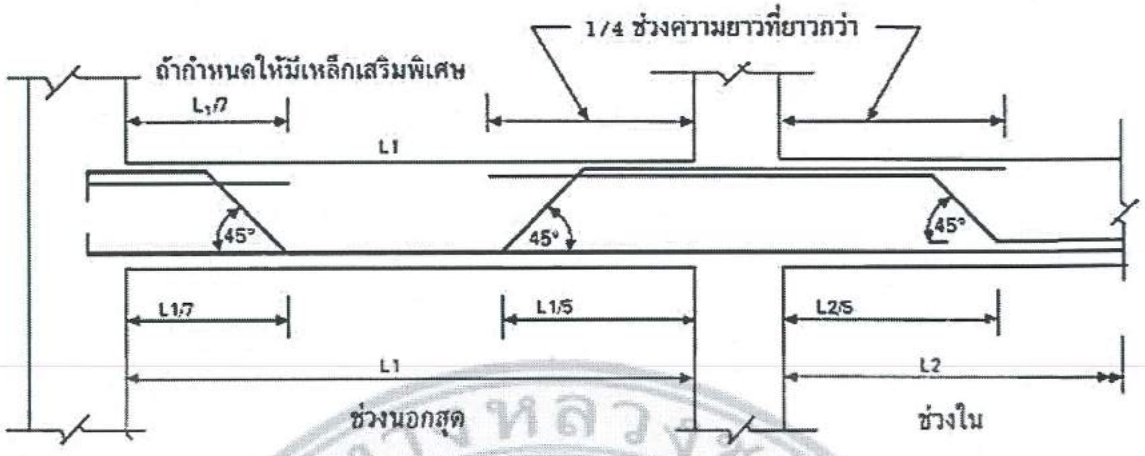
ขนาดเหล็ก	D
12 มม. ถึง 25 มม.	6d
28มม. ถึง 35 มม.	8d

ขนาดเหล็ก	D
ทุกขนาด	5d

1.4 เหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก สำหรับเหล็กเสริมคอนกรีตทุกประเภท

ขนาดเหล็ก	D
6 มม. ถึง 16 มม.	4d
19 มม. ถึง 32 มม.	6d

2. **การดัดเหล็กคอม้า** ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ให้ปฏิบัติดังนี้

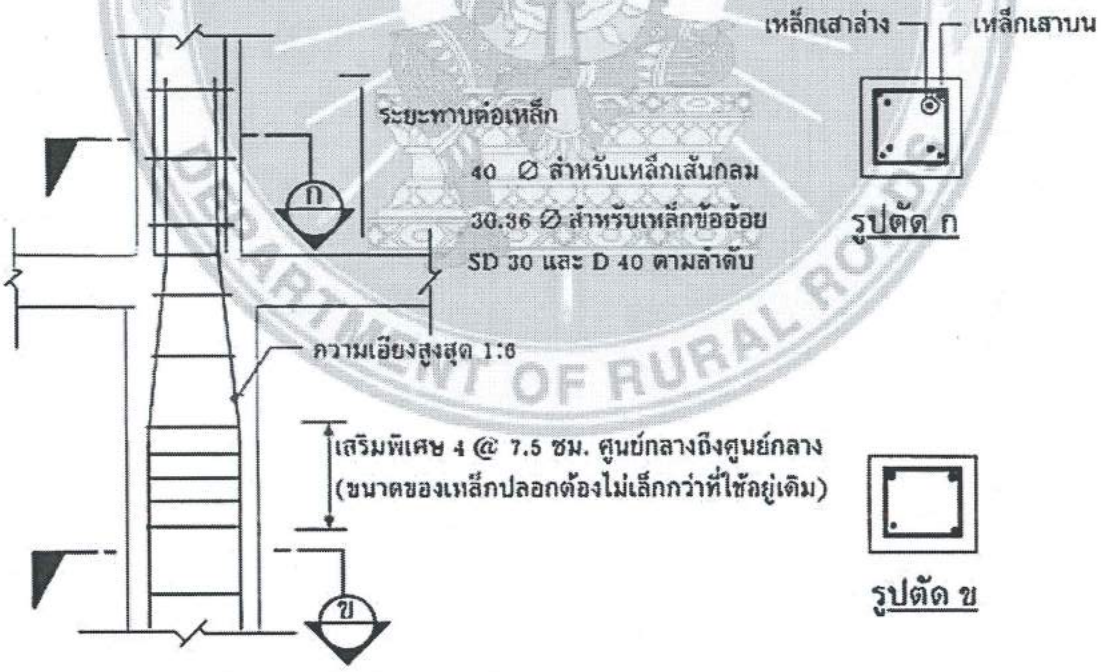


หมายเหตุ

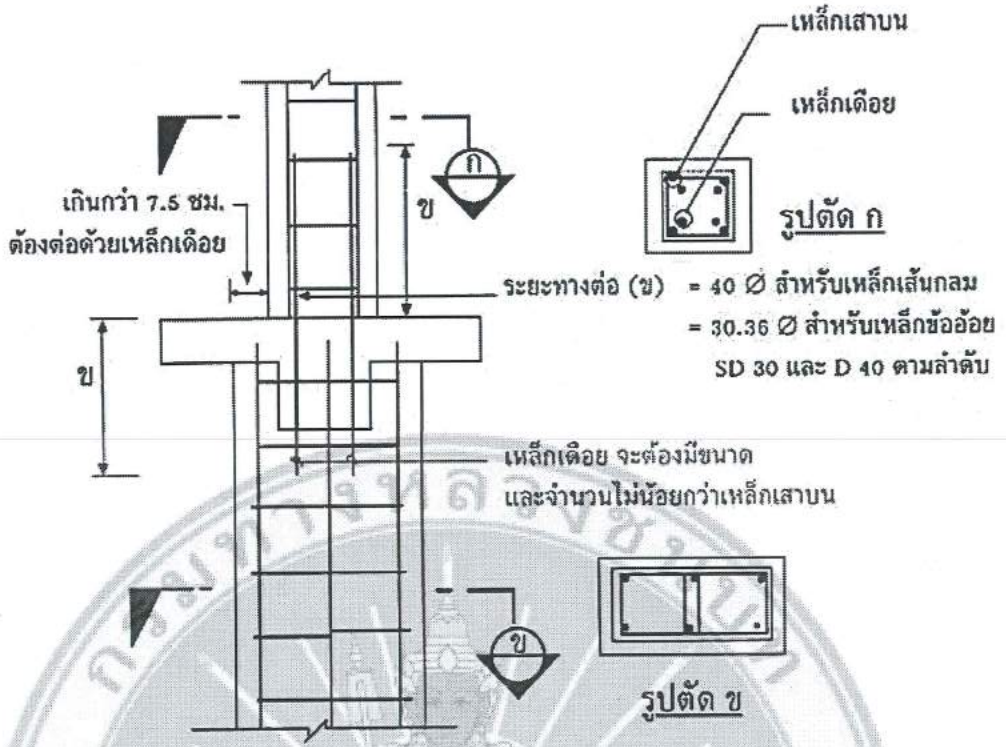
ก. รูปที่แสดงเป็นการแสดงการเสริมด้วยเหล็กข้ออ้อย ถ้าเป็นเหล็กเส้นกลมธรรมดา ปลายเหล็กต้องงอขอ ตามข้อ 1

ข. ในกรณีที่คานมีความลึกมากกว่า 1/10 ของความยาวช่วงตำแหน่งต่างๆ ของเหล็กคอม้าจะใช้ตามรูปข้างบนนี้ไม่ได้

3. **การต่อเหล็กเสา** ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ให้ปฏิบัติดังนี้



รูปที่ 3.1 กรณีเสามีหน้าตัดเท่ากัน



รูปที่ 3.2 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์ตรงกัน

รูปที่ 3.3 กรณีเสาหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์เยื้องกัน

ผนวก ข. มทถ. 103-2562

การเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

1. ลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้

1.1 ลวดเชื่อมที่นำมาใช้เชื่อม ให้ใช้ลวดเชื่อมที่มีสมบัติ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49 : ลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้มใช้เชื่อมเหล็กกล้าละมุนด้วยอาร์ก

1.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจะต้องเป็นไปตามบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมนั้นๆ กำหนดไว้

2. การต่อเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย

2.1 การเชื่อมต่อจะต้องเป็นไปตามแบบที่กำหนดให้แบบใดแบบหนึ่ง ที่กำหนดไว้ในข้อ 3

2.2 ตำแหน่งการต่อเหล็กจะต้องไม่ต่อ ณ จุดที่เหล็กงอ รอยต่อจะอยู่ห่างจากจุดที่เหล็กงออย่างน้อย 50 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเส้นนั้น

2.3 การต่อเหล็กให้ต่อ ณ ตำแหน่งที่เหล็กรับแรงน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถต่อเหล็ก ณ จุด ที่กำหนดดังกล่าวได้ ให้เสริมเหล็กปลอกมากขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่า ในระยะห่างจากปลายของเหล็กที่เชื่อมแต่ละปลายออกไปอย่างน้อย 15 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

3. รูปแบบของการต่อเหล็กกลมและเหล็กข้ออ้อย

Single- V-groove weld　　Double- V-groove weld

Full pendtration weld

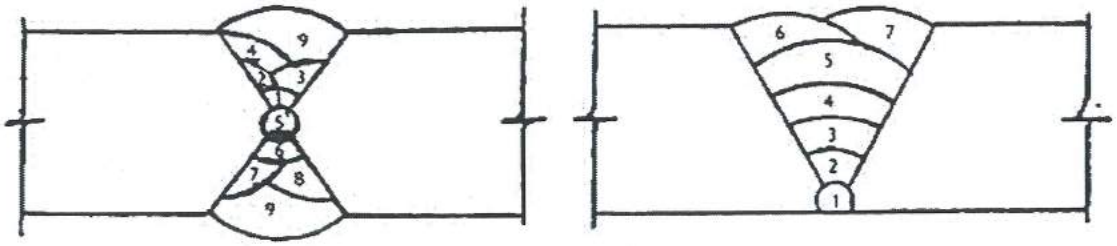
4. การดำเนินการเชื่อม

4.1 เหล็กที่จะนำมาเชื่อมจะต้องตัดปลายแล้ววางให้ได้รูป ตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อ 3

4.2 บริเวณปลายเหล็กที่ตัดก่อนที่จะนำมาเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบและสะอาดปราศจากฝุ่น สีน้ำมัน

4.3 เหล็กเส้นที่จะนำมาเชื่อมต่อกันจะต้องวางให้ได้แนวเส้นผ่านศูนย์กลางของกันและกัน ขณะที่ทำการเชื่อมควรวางอยู่บนที่รองรับยาวประมาณข้างละ 1 เมตร ห่างจากจุดที่จะเชื่อมต่อ

4.4 การเชื่อมจะต้องเชื่อมเป็นชั้นๆ หรือเป็นแนวๆ ตามลำดับดังตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในรูป



เมื่อเชื่อมเสร็จแต่ละชั้นหรือแต่ละแนวการเชื่อมชั้นต่อไปจะต้องเคาะขี้เหล็กออกให้หมดทุกครั้ง แล้วแปรงให้สะอาดเสียก่อน

4.5 ระหว่างการเชื่อมแต่ละแนวให้ปล่อยทิ้งไว้ในอากาศนิ่งจนอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส โดยการวัดที่ผิวตรงจุดกึ่งกลางความยาวของแนวเชื่อม ห้ามกระทำการใดๆ เพื่อที่จะเร่งให้อุณหภูมิลดลง

กรมทางหลวงชนบท DEPARTMENT OF RURAL ROADS

มทถ. 104 - 2562
มาตรฐานงานไม้

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงไม้ที่ใช้ในงานก่อสร้างทุกชนิด ยกเว้นไม้แบบ ไม้บานประตู หน้าต่าง และไม้อัดประเภทต่างๆ

2. วัสดุ

2.1 ชนิดและประเภทของไม้

2.1.1 ไม้ที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคาร ต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่มี Modulus of Rupture ไม่น้อยกว่า 800 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร Proportional Limit ไม่น้อยกว่า 600 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณความชื้นร้อยละ 10-14 และมีความทนทานไม่น้อยกว่า 6 ปี ตามผนวก ก. มทถ. 104 : บัญชีรายชื่อไม้เนื้อแข็งมาตรฐาน

2.1.2 ในกรณีที่ผู้รับจ้างจำเป็นต้องใช้ไม้นอกจากระบุไว้ใน ผนวก ก. มทถ. 104 : (บัญชีรายชื่อไม้เนื้อแข็งมาตรฐาน) ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างไม้ที่จะใช้ตามขนาดและจำนวนที่ระบุในข้อ 2.5 เพื่อให้ผู้ว่าจ้างทำการทดสอบ

2.2 ขนาดของไม้

2.2.1 ขนาดของไม้ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดหรือในรายการ เป็นขนาดระบุของไม้ที่ยังมิได้ไสเรียบที่ใช้เรียกกันอยู่ในตลาด

2.2.2 ไม้ต่างๆ ที่นำมาใช้โดยไม่ต้องไสเรียบยอมให้มีความหนา หรือความลึกน้อยกว่าขนาดระบุได้ไม่เกิน 6 มม. สำหรับไม้ที่มีความหนาหรือความลึกตั้งแต่ 2 นิ้ว (50.8 มม.) ขึ้นไป และไม่เกิน 4 มม. สำหรับไม้ที่มีความหนาหรือความลึกน้อยกว่า 2 นิ้ว

2.2.3 ไม้ที่ไสเรียบยอมให้มีความหนาหรือความลึกเมื่อไสแล้วน้อยกว่าขนาดระบุ ดังนี้

ความหนาหรือความลึกของขนาดระบุ	ความหนาหรือลึกที่ยอมให้น้อยกว่าขนาดระบุไม่เกิน (มิลลิเมตร)
เกินกว่า 6 นิ้ว (105.4 มม.) ขึ้นไป	12.0
เกินกว่า 2 นิ้ว (50.8 มม.) แต่ไม่เกิน 6 นิ้ว	9.0
เกินกว่า 1 นิ้ว (25.4 มม.) แต่ไม่เกิน 2 นิ้ว (50.8 มม.)	7.5
1 นิ้ว (25.4 มม.)	6.0

2.3 ไม้ที่ใช้งานต่างๆ ให้จำแนกดังนี้ คือ

ไม้ก่อสร้างชั้นหนึ่ง ได้แก่ ไม้ใช้สำหรับโครงสร้างของอาคารพิเศษตามพระราชบัญญัติควบคุม

อาคาร เช่น โรงมหรสพ อัฒจันทร์ หอประชุม อู่เรือ อาคารที่สูงเกินกว่า 15 เมตร เป็นต้น

ไม้ก่อสร้างชั้นสอง ได้แก่ ไม้ใช้สำหรับโครงสร้างของอาคารสาธารณะตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร เช่น โรงแรม โรงเรียน ภัตตาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น

ไม้ก่อสร้างชั้นสาม ได้แก่ ไม้ใช้สำหรับโครงสร้างของบ้านพักอาศัยตามพระราชบัญญัติควบคุม อาคาร เช่น ตึก บ้าน เรือน โรง แพ เป็นต้น

2.4 เกณฑ์จำกัดข้อบกพร่องในเนื้อไม้

ไม้ต่างๆ ที่นำมาใช้งานนอกจากจะมีคุณภาพและได้มาตรฐานตามข้อกำหนดต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วต้องมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด ดังต่อไปนี้

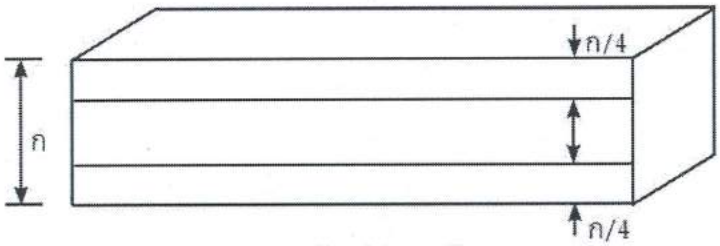
2.4.1 ตา ขนาดตาถือเอาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่กว้างที่สุดและแคบที่สุด

ก. ขนาดสูงสุดของตาที่ยอมให้มี ดังนี้

หน้าไม้ (นิ้ว)	ขนาดสูงสุดของตา (นิ้ว)		
	บนหน้าแคบ	บน 1/4 ของหน้ากว้างตอนบนและล่าง (ดูรูป)	บนกึ่งกลางของหน้ากว้าง
1	1/4	-	1/4
1 1/2	3/8	3/4	3/8
2	1/2	3/8	1/2
3	3/4	1/2	3/4
4	1	3/4	1
5	1	3/4	1 1/4
6	1	1	1 1/2
8	1	1 1/2	2
10	1	2	2 1/2
12	1	2 1/8	3
14	1	2 1/4	3 3/4
16	1	2 1/2	3 1/2

หมายเหตุ ถ้าเป็นเสาที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมจตุรัสให้ถือเป็นหน้ากว้าง ทั้ง 2 หน้า

ข. ผลบวกของเส้นผ่านศูนย์กลางของตาทั้งหมดในระหว่างช่วงกลาง (1/3 ของความยาวช่วง) ของความยาวของคานหรือตง ต้องน้อยกว่าขนาดความกว้างของหน้าไม้ในช่วงกลางนั้น



หน้ากว้างของไม้ (ก)

ค. ตาหลุด หรือตาผุยอมให้มีได้ในขนาดเดียวกับตาที่ระบุไว้ในข้อ ก. และ ข.

2.4.2 รอยแตกร้าว ความยาวของรอยแตกร้าว วัดตามเสี้ยนที่ปลายหนึ่งปลายใดของไม้ความยาวสูงสุดของรอยแตกกำหนดให้มี ดังนี้

หน้าไม้ (นิ้ว)	ความยาวสูงสุดของรอยแตก (นิ้ว)
ไม่เกิน 3	1
เกิน 3 แต่ไม่เกิน 4	1 1/2
เกิน 4 แต่ไม่เกิน 6	2
เกิน 6 แต่ไม่เกิน 8	2 5/8
เกิน 8 แต่ไม่เกิน 10	3 1/4
เกิน 10 แต่ไม่เกิน 12	4
เกิน 12 แต่ไม่เกิน 14	4 1/4
เกิน 14 แต่ไม่เกิน 16	5/8

2.4.3 เนื้อไม้แหว่งที่ขอบไม้ ยอมให้เนื้อไม้แหว่งได้ไม่เกินเศษส่วนของหน้าแคบ ดังนี้

1/8 สำหรับไม้ก่อสร้างชั้นหนึ่ง

1/5 สำหรับไม้ก่อสร้างชั้นสอง

1/5 สำหรับไม้ก่อสร้างชั้นสาม

2.4.4 มุมเสี้ยน มุมเสี้ยนต้องมีความลาดชันไม่เกิน 1 ใน 15

2.4.5 กระพี้ กระพี้ยอมให้มีได้สำหรับงานก่อสร้างชั่วคราว ถ้าเป็นงานก่อสร้างถาวร หน้าทั้งสี่ของไม้แต่ละหน้าต้องมีส่วนที่เป็นแก่นให้เห็นได้อย่างน้อยร้อยละ 85 และต้องทำการอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้เสียก่อน

2.4.6 ไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาผิดปกติ มีรูมอดหรือมีเนื้อผุด้วยเหตุใดก็ตามให้คัดออกห้ามนำมาใช้

2.4.7 การจำแนกไม้ตามคุณสมบัติไม้ก่อสร้างชั้นหนึ่ง ยอมให้มีตำหนิต่างๆ ได้เพียงครึ่งหนึ่งของไม้ชั้นสอง เว้นแต่ตาหลุด ตาผุ ไม่ยอมให้มีมุมเสี้ยนต้องไม่ชันถึง 1 ใน 20 ไม้ก่อสร้างชั้นสาม ยอมให้มีตำหนิต่างๆ ได้เป็นเท่าครึ่งของไม้ชั้นสอง มุมเสี้ยนยอมให้มีได้ถึง 1 ใน 12

หมายเหตุ มุมเสี้ยน คือ มุมเนื้อไม้ทำกับความยาวของตัวไม้

2.5 การเก็บและส่งตัวอย่างไม้เพื่อทดสอบ

ในการส่งตัวอย่างไม้แต่ละชนิด ต้องส่งชนิดละ 3 ท่อนเป็นอย่างน้อย แต่ละท่อนยาวไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร การเก็บตัวอย่างไม้ต้องเก็บต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างแล้วนำส่งหน่วยงาน หรือส่วนราชการอื่นใด หรือที่ตัวแทนของผู้ว่าจ้างสามารถร่วมทำการทดสอบได้ เพื่อทดสอบตาม มทถ.(ท) 201 ถึง มทถ.(ท) 207 : มาตรฐานการทดสอบไม้ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้าง

3. การก่อสร้าง

ไม้ที่ใช้เป็นส่วนประกอบทั่วไป ซึ่งมิใช่ไม่สำหรับโครงสร้างหลัก อาทิ ไม้สำหรับทำคร่าวฝา คร่าวเพดาน ถ้าแบบและรายการมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นแล้ว ให้ใช้ไม้เนื้ออ่อนได้ ได้แก่ ไม้ยาง ไม้กราด ไม้ตะเคียนทราย ไม้อ้ายกลิ้ง ไม้โอบ ไม้กะบาก ไม้ไข่เขียว และไม้ชุมแพรก เป็นต้น ไม้เนื้ออ่อนที่นำมาใช้งานก่อสร้างนี้ต้องอาบด้วยน้ำยารักษาเนื้อไม้

การอาบน้ำยา ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการอาบน้ำยาไม้ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) ปลายไม้ที่ตัดในการก่อสร้างให้ทาด้วยน้ำยากันแมลง

ผนวก ก. มทถ. 104-2562 : บัญชีรายชื่อไม้เนื้อแข็งมาตรฐาน

ลำดับ	ชนิดไม้	ชื่อพฤกษศาสตร์	หมายเหตุ
1	ตะเคียนทอง	Hopea odorata Roxb.	
2	ก่อ	Quercus sp.	
3	กะโดน	Careya arborea Roxb.	
4	กระถินพิมาน	Acacia siamensis Craib	
5	กะพี้เขาควาย	Dalbergia cultrata Graham	
6	คันเกรา	Fagraea fragrans Roxb.	
7	ขานาง	Homalium tomentosum Benth.	
8	เขลิง	Dialium cochinchinense Pierre	
9	เคี่ยม	Cotylelobium lanceolatum Craib	
10	เคี่ยมคะนอง	Shorea sericeiflora Fisch. & Hutch.	
11	แคทราย	Stereospermum neuranthum Kurz	
12	เฉียงพร้านางแอ	Carallia brachiata Merr.	
13	ชัน หรือ เต็งดง	Shorea thorelii Pierre	
14	ชิงชัน	Dalbergia oliveri Gamble	
15	ชาก	Erythrophleum teysmannii Craib	
16	แดง	Xylia kerrii Craib & Hutch.	
17	ตะเคียนชันตาแมว	Balanocarpus heimii King	
18	ตะเคียนราก (ก)	Hopea avellanea Heim	
	ตะเคียนราก (ข)	Hopea pierrei Hance	
19	ตะเคียนหิน	Hopea ferrea Pierre	
20	ตะแบกเลือด	Terminalia mucronata Craib & Hutch.	
21	ตะแบกใหญ่	Lagerstroemia calyculata kurz	
22	ตีนนก	Vitex sp.	
23	เต็ง	Shorea obtusa Wall.	
24	เต็งมาเลเซีย หรือ Balau	Shorea foxworthyi Sym.	
25	เต็งมาเลเซีย หรือ Balau	Shorea maxwelliana King	
26	บุนนาค	Mesue ferred Linn.	
27	ประดู่	Pterocarpus spp.	
28	พะยอม	Shorea talura Roxb.	
29	พยุง	Dalbergia cochinchinansis Pierre	
30	พลวง	Dipterocarpus tuberculatus Roxb.	
31	มะเกลือ	Diospyros mollis Griff.	
32	มะค่าแต้	Sindora spp.	
33	มะค่าโมง	Afzelia xylocarpa Craib	

ผนวก ก. มทถ. 104-2562 : บัญชีรายชื่อไม้เนื้อแข็งมาตรฐาน

ลำดับ	ชนิดไม้	ชื่อพฤกษศาสตร์	หมายเหตุ
34	มะชาง	Madhuca pierrei H.J. Lam.	
35	มังคะ	Cynometra sp.	
36	ยมหิน	Chukrasia velutina Wight & Arn.	
37	รกฟ้า	Terminalia alata Heyne	
38	รัง	Shorea siamensis Miq.	
39	เลียงมัน	Berrya mollis Wall.	
40	สะทิต	Phoebe sp.	
41	สัก (สวน)	Tectona grandis Linn.f.	
42	สัก (ป่า)	Tectona grandis Linn.f.	
43	สาธร หรือ ขะเจ๊าะ	Millettia leucantha Kurz	
44	เสลา	Lagerstroemia tomentosa Presl	
45	หลุมพอ	Intsia bakeri Prain	
46	เหียง	Dipterocarpus obtusifolius Tejsm.	
47	แอ๊ก	Shorea glauca King	
48	Giam	Cotylelobium melanoxylon Pierre	อินโดนีเซีย

ที่มา : ฝ่ายวิจัยไม้ขั้นพื้นฐาน กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ "ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย"

ผนวก ข. 104-2562 บัญชีเปรียบเทียบรายชื่อไม้เนื้อแข็ง ภาษาไทย ประเทศใกล้เคียง

ลำดับ	ชื่อไทย	THAILAND	MALASIA	SABAH	SARAWAK	INDONESIA	INDOCHINA	PHILIPPINES	MYANMA	CEYLON	INDIA
1	กันเกรา,ตำเสา	Kan Krao	Tembusu	Tamasu	Tembusu	Tembusu	Trai	Urang	Ananma	Termbusu	Anan
2	เขลง,หมากเค็ง,หยี	Khleng	Keranji	Keranji	Keranji	Xoay	-	-	-	-	-
3	เคี่ยม	Kian	Giam.Resak, Bukit	-	-	Giam	-	-	-	-	-
4	เคี่ยมคะนอง	Kiam Kanong	Meranti Meranti Pa'ang	-	-	-	-	-	-	-	-
5	เฉียงพร้านางแอ	Chiang Phra	Group Meransi	Perapat Hutan	Sabak Bakau	-	Sang - ma -	Bakauan Gubat	Manianga -	Dawata, Uberiya	Calallia Wood
6	ตะเคียนชัน ตะเคียนชันตาแมว	Ta Kianchan	Chengal	-	-	-	-	- -	-	-	-
7	ตะเคียนทอง ตะเคียนใหญ่,แคน	Takianthong	Merawan	Gagil, Selanga	Gagil Luis Selangan	Cengal	Sao	Manggachapui	Thingan	-	Thingan
8	ตะเคียนหิน	Takianhin		-	-	-	-		-	-	-
9	ตีนนก	Tin nok	Malut Leban	Kulimpape Leban	Leban	-	Binhlinh, Hap	- Mo lave	Kyetyo	Milla	Miilla
10	บุนนาค,นาคบุตร	Bunnak		-	Penaga	-	Vap		Gangau	Na	Betta
11	ประดู่	Pra doo	Penaga Sena	-	-	Sono Kembeng	-	- Narra	-		- Cham - pagam
12	พลวง	Pluang		-	-	-	Cho - nau		เท	Hora	Eng
13	มะค่าโมง	Maka mong	-	-	-	-	Beng	-	Tatlum.Tatalum	-	-
14	มะขาง	Ma Sang	-	-	-	-	-	-	-	-	Bullet
15	มะค่าแต้ หรือมะค่าลึง และอ้ายกลิ้ง	Ma Ka Tae Ei - Kling	Bitis Sepetir	Sepetir	Sepetir	-	Gu.Gomat	- Supa.Kayu, Galu	-	-	Wood -

มทถ. 105 - 2562
มาตรฐานงานฐานราก

1. ขอบข่าย

มาตรฐานงานนี้ครอบคลุมถึงงานฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป (นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะที่ระบุเป็นอย่างอื่น) ดังต่อไปนี้ อาคารทั่วไป สะพาน และที่ขังน้ำ

2. การก่อสร้าง

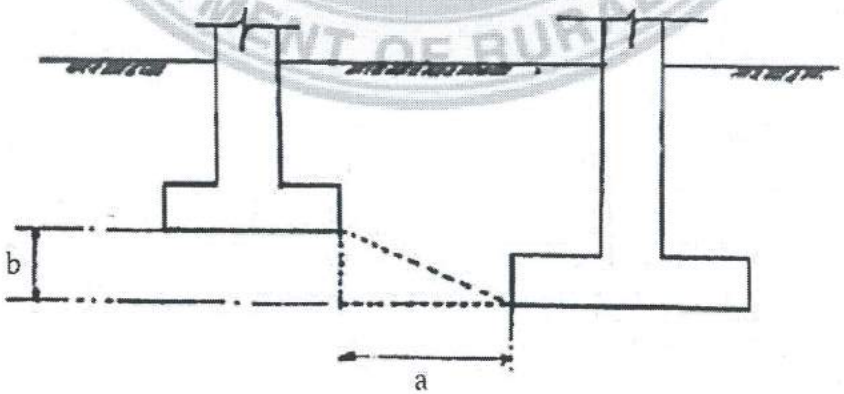
2.1 ฐานรากแบบแผ่น

2.1.1 ก่อนการก่อสร้างฐานรากแผ่จะต้องดำเนินการทดสอบเพื่อหากำลังแบกทานของดิน โดยทำการทดสอบตาม ภาคผนวก ก. มทถ. 105 : มาตรฐานการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดินและเมื่อได้ผลทดสอบแล้ว ให้ใช้กำลังแบกทานของดินไม่เกินครึ่งหนึ่งของผลที่ได้จากการทดสอบ โดยต้องได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากหน่วยงานราชการที่เชื่อถือได้ ก่อนที่จะดำเนินการต่อไป

2.1.2 ฐานรากต้องวางอยู่บนดินเดิมเสมอ นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะที่ระบุเป็นอย่างอื่น ความลึกของฐานราก ขนาดและรายละเอียดการเสริมเหล็กต้องเป็นไปตามแบบรายละเอียดที่ได้กำหนดให้

2.1.3 การก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกต่างกัน ต้องทำการก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกมากที่สุดก่อนเสมอไป ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันฐานรากที่มีระดับตื้นกว่าพังขณะทำฐานรากตัวที่อยู่ลึกกว่า

2.1.4 ฐานรากที่ระดับลึกต่างกันนั้น ต้องมีระดับลึกต่างกันไม่เกินข้อกำหนดข้างล่าง หากแบบรายละเอียดกำหนดระดับต่างกันของฐานรากเกินข้อกำหนดแล้ว ต้องสอบถามวิศวกรผู้ออกแบบเพื่อวินิจฉัยความถูกต้องอีกครั้งหนึ่งเสียก่อน จึงจะดำเนินการต่อไปได้

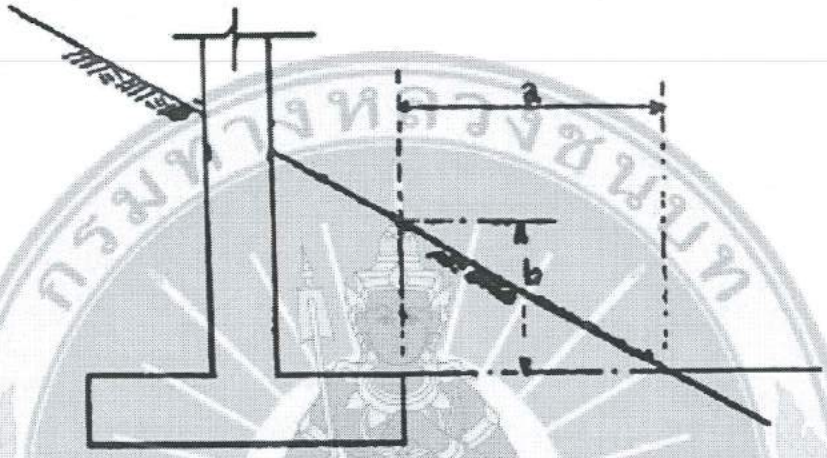


ข้อกำหนด

(ก) สำหรับฐานรากวางบนดิน (Soil) b ไม่มากกว่า a/2

(ข) สำหรับฐานรากวางบนหิน (Rock) b ไม่มากกว่า a

2.1.5 ในการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่เอียงลาดนั้น ฐานรากตัวริมที่ติดกับพื้นที่เอียงลาดนั้น ต้องมีระยะจากขอบนอกสุดส่วนบนของฐานถึงพื้นที่เอียงลาดนั้น (Edge Distance) เป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการสึกกร่อนของผิวดินอันจะเป็นอันตรายแก่ฐานรากภายหลัง



ข้อกำหนด

(ก) สำหรับฐานรากวางบนดิน (Soil) a ไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร

(ข) สำหรับฐานรากวางบนหิน (Rock) a ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร

(ค) สำหรับฐานรากวางบนดิน และหิน b ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

หากแบบและข้อกำหนดงานก่อสร้างได้กำหนดระยะของขอบฐานรากดังกล่าวไว้เป็นอื่นแล้ว ให้ถือปฏิบัติตามแบบและข้อกำหนดงานก่อสร้างที่ได้กำหนดไว้ แต่ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ข้างบน

ในกรณีเมื่อขุดดินเพื่อทำฐานรากลึกไม่ได้ระดับตามแบบหรือข้อกำหนดงานก่อสร้างเนื่องจากขุดถึงชั้นลูกรังหรือชั้นหินพืดแล้ว ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติดังนี้

1) รีบแจ้งรายละเอียดให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อตรวจสอบวินิจฉัยว่าต้องปฏิบัติอย่างไร คำวินิจฉัยดังกล่าวถือเป็นเด็ดขาด ผู้รับแจ้งต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด
2) หากเป็นชั้นหินพืด ฐานรากต้องฝังอยู่ในหินพืดนั้นลึกไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร (วัดตรงที่ตื้นสุด) และเพื่อให้ทราบแน่นอนว่าเป็นหินพืดจริงหรือไม่ ผู้รับจ้างต้องเจาะรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 2.50 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร ฐานรากหนึ่งไม่น้อยกว่า 2 รู เพื่อประกอบการพิจารณา ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

2.1.6 การก่อสร้างฐานรากวางบนหินพืดซึ่งไม่มีวัสดุถมเพื่อรั้งฐานรากจะต้องทำการฝังยึดด้วยเหล็กเดือย ระหว่างชั้นหินพืดกับฐานราก โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการคำนวณและแบบรายละเอียดเสนอผู้ว่าจ้าง โดยมีวิศวกรรับรองก่อนการดำเนินการก่อสร้าง

2.1.7 หากเป็นชั้นลูกรังให้ถือปฏิบัติเหมือนชั้นหินพืด
ในกรณีเมื่อทำการเจาะชั้นหินพืดหรือชั้นลูกรังแล้ว ปรากฏว่ามีความหนาไม่เพียงพอ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นนั้นๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ว่าจ้าง

2.1.8 ในกรณีที่ทำการขุดดินจนถึงระดับท้องฐานรากตามที่แบบ หรือข้อกำหนดงานก่อสร้างไว้ให้แล้ว ปรากฏว่าดินใต้ฐานรากนั้นเป็นดินถมหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ ผู้รับจ้างต้องขุดดินให้ลึกลงไปอีกจนถึงชั้นดินแข็ง และเพื่อเป็นการทราบแน่นอนว่าพื้นดินชั้นดังกล่าวจะมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่แบบหรือรายละเอียดกำหนดหรือไม่ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดินทุกประการ

2.1.9 การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดิน ให้เป็นไปตาม ผนวก ก. มทถ.105 : มาตรฐานการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดิน

2.2 ฐานรากที่ต้องใช้เสาเข็ม

2.2.1 ความลึกของฐานราก ขนาดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก ต้องเป็นไปตามแบบรายละเอียดที่ได้กำหนดให้

2.2.2 การดำเนินการก่อสร้างฐานรากให้ปฏิบัติตามข้อ 2.1 (2.1.2, 2.1.3 และ 2.1.4) ทุกประการ

2.2.3 เสาเข็มที่ใช้ต้องมีคุณภาพและคุณสมบัติเป็นไปตาม มทถ. 106 : มาตรฐานงานเสาเข็ม

2.2.4 การยก การตอก อุปกรณ์ที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตและวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีตให้เป็นไปตาม มทถ. 106 : มาตรฐานงานเสาเข็ม ทุกประการ และการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มให้เป็นไปตาม ผนวก ก. มทถ. 106 : มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม

2.2.5 เสาเข็มไม้ จะเป็นเสาเข็มสั้นหรือยาวก็ตาม หัวเสาเข็มต้องจมอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินตลอดเวลา ดังนั้น หากปรากฏว่าเมื่อขุดดินถึงระดับก้นฐานรากได้ตามแบบ และข้อกำหนดงานก่อสร้างที่กำหนดแล้วยังไม่ถึงระดับน้ำใต้ดิน ผู้รับจ้างต้องตอกลงไปอีกหรือตัด เพื่อให้หัวเสาเข็มอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินตลอดเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวินิจฉัยของผู้ว่าจ้าง

2.2.6 ฐานรากที่ใช้เสาเข็มยาว การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวังมิให้เกิดความเสียหายแก่อาคารข้างเคียง ความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบและชดใช้ค่าเสียหายนั้นๆ แต่ผู้เดียว การตอกเสาเข็มต้องตอกให้เป็นระเบียบ โดยตอกเสาเข็มเป็นแนวๆ หรือเสร็จเป็นฐานๆ ไป ห้ามตอกสลับไปสลับมา

2.2.7 ในกรณีที่เสาเข็มจมลงเร็วผิดปกติในขณะตอกฐานรากเดียวกัน ผู้รับจ้างต้องรายงานให้ผู้ว่าจ้างทราบทันที เพื่อจะได้พิจารณาว่าควรจะแก้ไขอย่างไร คำวินิจฉัยดังกล่าวถือเป็นเด็ดขาด

2.2.8 หากมีความจำเป็นต้องถมดินหรือทรายภายในบริเวณที่ได้ตอกเสาเข็มไว้แล้ว การถมต้องถมด้วยความระมัดระวังมิให้เสาเข็มชำรุด เอน เอียง หรือหนีศูนย์กลาง และเพื่อมิให้เกิดปัญหาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องถมดินหรือทรายรอบเสาเข็มแต่ละต้นให้สูงกว่าระดับอื่นๆ เสียก่อน จากนั้นจึงถมบริเวณอื่นๆ ต่อไป ห้ามถมไปทางด้านเดียว ความเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น

2.3 การขุดดินเพื่อทำฐานราก

2.3.1 การขุดบ่อทำฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดให้ได้ขนาด ระดับตามแบบและข้อกำหนดงานก่อสร้าง พร้อมทั้งป้องกันมิให้ดินพังทลายหรือเกิดความเสียหายใด ๆ ซึ่งอาจจะทำได้ด้วยกำแพงกันดินหรือขุดดิน ลดเป็นชั้นๆ ลงไป ดินที่ขุดต้องนำไปกองไว้ให้เรียบร้อย ตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง หากมีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นเนื่องจากการขุดดินนี้ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น

2.3.2 ระดับฐานรากแผ่กลางน้ำต้องฝังลึกจากท้องคลองอย่างน้อย 2.50 เมตร หรือเท่าที่กำหนดไว้ในแบบ สำหรับตอม่อริมฝั่งต้องพยายามฝังให้ระดับฐานรากลึกใกล้เคียงกับตอม่อกลางน้ำที่อยู่ติดกันเพื่อให้พ้นการกัดเซาะของกระแสน้ำในอนาคต

2.3.3 ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถที่จะขุดดินถึงระดับที่กำหนดใต้ฐานรากแผ่ได้ ให้รายงานพร้อมเสนอแนวทางแก้ไขให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการต่อไป

2.3.4 ผู้รับจ้างต้องสูบน้ำก้นบ่อออกให้หมดก่อนที่จะเทคอนกรีตฐานราก และตลอดเวลาดำเนินการเทคอนกรีตฐานราก

2.3.5 เมื่อทำฐานรากเสร็จตามข้อกำหนดงานก่อสร้างแล้ว ก่อนที่จะทำการกลบบ่อดิน ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบ เพื่อตรวจดูความเรียบร้อยของฐานรากนั้น แล้วจึงจะทำการกลบดินได้

2.3.6 การกลบดินต้องถมดินเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งๆ หนาไม่เกิน 30 เซนติเมตรโดยกระทุ้งให้แน่นทุก ๆ ชั้น

ผนวก ก. มทถ. 105-2562

มาตรฐานการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดิน

1. ขอบข่าย

การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดิน (Bearing Capacity of Soil) ใช้เฉพาะงานฐานรากของโครงสร้าง อาทิ อาคารทั่วไป สะพาน และที่ขังน้ำ

2. ทั่วไป

2.1 การดำเนินการทดสอบให้ทำ ณ สถานที่ก่อสร้างฐานรากจริง เฉพาะฐานรากที่มีปัญหาในการก่อสร้าง หรือ ณ ตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

2.2 ให้ดำเนินการทดสอบด้วยแผ่นเหล็กต่างขนาดอย่างน้อย 2 จุด โดยตำแหน่งทดสอบห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เท่าของขนาดแผ่นเหล็กทดสอบอันใหญ่ที่สุด

2.3 ระดับชั้นดินที่จะทดสอบต้องเป็นระดับเดียวกันกับระดับท้องฐานรากที่จะทำการก่อสร้าง

2.4 ให้ดำเนินการตอกหยั่งเพื่อตรวจสอบสภาพชั้นดินใต้ฐานราก อย่างน้อย 4 จุด ในบริเวณทดสอบลึกลงไปไม่น้อยกว่าสองเท่าของขนาดฐานรากที่ใหญ่ที่สุด

2.5 การติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องได้รับการตรวจและเห็นชอบจากผู้ควบคุมการทดสอบของผู้ว่าจ้างก่อน จึงจะเริ่มการทดสอบได้

2.6 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

3. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

3.1 หลุมทดสอบต้องขุดลงไปให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 4 เท่าของขนาดแผ่นเหล็กทดสอบ อย่าปล่อยก้นหลุมทดสอบไว้ โดยไม่มีสิ่งใดป้องกันความชื้นที่จะเสียไป และให้รีบดำเนินการทดสอบ

3.2 แผ่นเหล็กทดสอบ (Steel Bearing Plate) ต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 30 เซนติเมตร หรือ 45 เซนติเมตร หรือ 60 เซนติเมตร และหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร หรือแผ่นเหล็กกลมที่มีความหนาและเนื้อที่เท่ากัน

3.3 ชุดเพิ่มน้ำหนัก (Hydraulic Jack With Pressure Gauge) ต้องมีกำลังอัดไม่ต่ำกว่า 15 เมตริกตัน มีมาตรวัดแรงกด (Pressure Gauge) วัดแรงกดที่เกิดขึ้น โดยยอมให้ผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักที่เพิ่มในแต่ละช่วง พร้อมทั้งมีใบรับรองแสดงผลทดสอบ (Calibrated and Tested Report) มาแสดงก่อนใช้ชุดเพิ่มน้ำหนักดังกล่าว ใบรับรองต้องมีอายุไม่เกิน 3 เดือน จากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

3.4 แคร่บรรทุกน้ำหนัก (Loading Platform) ต้องแข็งแรงและมีน้ำหนักบรรทุกมากพอที่จะให้แรงกดได้ตลอดการทดสอบ ที่รองรับต้องห่างจากตำแหน่งทดสอบไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร

3.5 ให้ใช้มาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) อย่างน้อย 2 ตัว ติดตั้งไว้ในทิศทางตรงกันข้าม เพื่อวัดการทรุดตัวของแผ่นเหล็กทดสอบ และมาตรวัดทุกตัวที่ใช้ต้องมีระบบและความละเอียดในไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร

3.6 ให้ติดตั้งคานรับมาตรวัด (Reference Beam) แยกอิสระโดยให้ยึดกับเหล็ก หรือคอนกรีตที่ตอกไว้ห่างจากแผ่นเหล็กทดสอบไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร

4. วิธีการทดสอบ

4.1 น้ำหนักสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบจะเป็น 2 เท่า ของน้ำหนักปลอดภัยที่ใช้ในการออกแบบ

4.2 เพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็นขั้นตอนโดยแต่ละขั้นตอนได้เพิ่มน้ำหนักขึ้นประมาณ 1 ใน 10 ของน้ำหนักสูงสุดที่กำหนดไว้

4.3 ก่อนเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นตอนต้องรักษาน้ำหนักไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง และอัตราการทรุดตัวต้องไม่มากกว่า 0.02 มิลลิเมตรต่อนาที จึงจะเพิ่มน้ำหนักขึ้นต่อไปได้ เมื่อเพิ่มน้ำหนักสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบและไม่แสดงลักษณะว่าถึงจุดประลัย (Ultimate) ให้รักษาน้ำหนักไว้ 1 ชั่วโมง ก่อนจะเริ่มลดน้ำหนัก

4.4 ให้ลดน้ำหนักลงขั้นตอนละ ร้อยละ 25 ของน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบใช้เวลาขั้นตอนละ 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าการคืนตัวหมดไป

4.5 บันทึกการทรุดตัวทุกครั้ง ก่อนและหลังการเปลี่ยนน้ำหนักและทุกๆ 1, 2, 5, 10, 20, 40 และ 60 นาที

4.6 ในกรณีที่รักษาน้ำหนักทดสอบไว้จนครบ 1 ชั่วโมงแล้ว แต่อัตราการทรุดตัวยังสูงกว่า 0.02 มิลลิเมตรต่อนาที ให้คงน้ำหนักทดสอบนั้นไว้อีก 1 ชั่วโมง หากอัตราการทรุดตัวยังสูงกว่า 0.02 มิลลิเมตรต่อนาทีอีก ให้ยกเลิกการทดสอบนั้น และให้ถือเป็นน้ำหนักบรรทุกสูงสุด เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดินต่อไป แต่หากอัตราการทรุดตัวในชั่วโมงที่ 2 ต่ำกว่า 0.02 มิลลิเมตรต่อนาที และการทรุดตัวทั้งหมด (Total Settlement) ไม่มากกว่า 25 มิลลิเมตร ก็ให้ดำเนินการทดสอบขึ้นน้ำหนักบรรทุกต่อไป จนถึงน้ำหนักทดสอบสูงสุด

5. เกณฑ์การตัดสิน

5.1 ในระหว่างเวลาทดสอบ ถ้าปรากฏว่าการทรุดตัวรวมกันเกินกว่า 25 มิลลิเมตร หรืออาการทรุดตัวเร็วเกิน 0.02 มิลลิเมตรต่อนาที หรือไม่สิ้นสุดลงภายใน 2 ชั่วโมงแล้ว ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะสั่งเลิกการทดสอบครั้งนี้ และให้เริ่มทำการทดสอบใหม่ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดหรือตัดสินว่าน้ำหนักที่ใช้ทดสอบถึงขณะนั้นเป็นน้ำหนักสูงสุด ให้นำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดินได้

5.2 ถ้าดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนต่างๆ แล้ว การทรุดตัวทั้งหมดไม่เกิน 25 มิลลิเมตร และไม่แสดงลักษณะว่าถึงจุดประลัย ก็ให้ถือว่าผลการทดสอบนี้พอกับความต้องการแล้ว

มทถ. 106 - 2562
มาตรฐานงานเสาเข็ม

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ใช้บังคับสำหรับงานเสาเข็มคอนกรีต และเสาเข็มไม้ทุกประเภทที่ใช้ในงานก่อสร้างดังต่อไปนี้ อาคารทั่วไป สะพานและที่ขังน้ำ นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่น ก็ให้ถือเฉพาะส่วนที่แตกต่างดังระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงานนั้น เป็นหลัก ส่วนข้อความอื่นใดไม่มีระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับนี้

2. วัสดุก่อสร้าง

2.1 เสาเข็มไม้

2.1.1 ไม้ที่นำมาใช้เป็นเสาเข็ม ต้องเป็นไม้เบญจพรรณหรือไม้สนที่ได้มาจากต้นที่แข็งแรง และยังสดอยู่ ขณะที่นำมาใช้ต้องไม่ผุหรือมีราขึ้น ไม้ที่ผุง่าย เช่น ไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ห้ามนำมาใช้

2.1.2 เสาเข็มต้องทุบหรือถากเปลือกออก อย่างน้อยร้อยละ 80 ตาไม้ต่างๆ ต้องตัดให้เรียบเสมอผิวของต้นเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องใช้เลื่อยตัดเรียบได้ฉากกับลำต้น ตาไม้ในเสาเข็มต้องมีขนาดเส้นผ่าน-ศูนย์กลางของตาไม้ไม่เกินกว่า 1 ใน 3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มตรงตำแหน่งที่มีตานั้น แต่ต้องไม่เกิน 10 เซนติเมตร

2.1.3 เสาเข็มต้องตรงมากที่สุด เสาเข็มที่คดจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อซึงเชือกจากแนวศูนย์กลางปลายทั้งสองข้างของเสาเข็มแล้วเชือกไม่ล้ำออกจากลำต้น

2.1.4 ขนาดโตของเสาเข็มตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดนั้น ถือเป็นขนาดเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มที่วัดตรงจุดกลางความยาวของเสาเข็ม โดยใช้เทปพันรอบให้ตึง ความยาวที่ได้ถือเป็นเส้นรอบวงซึ่งเท่ากับ 3.14 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

2.2 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีต

2.2.1.1 วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็ม ส่วนผสมของคอนกรีตตลอดจนการปฏิบัติต้องเป็นไปตาม

มทถ. 101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

มทถ. 102: มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

มทถ. 103: มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

ค่าแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่รายการกำหนด แต่ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ใน มอก. เสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้นๆ

2.2.1.2 เสาเข็มที่นำมาใช้ต้องมีความยาว เนื้อที่หน้าตัดที่กดบนดิน (Projected Area) และรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่ระบุในแบบหรือในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน

2.2.1.3 รูปร่างภายนอกของเสาเข็มต้องเหมือนกันตลอดความยาวของเสาเข็ม ยกเว้นส่วนหัวเสาเข็มที่รับตุ้มตอกเสาเข็ม สำหรับส่วนปลายเสาเข็มในระยะซึ่งยาวไม่เกิน 1.5 เท่าของความกว้างของเสาเข็มยอมให้สอบปลายได้

2.2.1.4 เสาเข็มจะนำมาตอกใช้งานได้ต่อเมื่ออายุของคอนกรีตของเสาเข็มนั้นเป็นดังนี้

(ก.) 28 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือเสริมเหล็กอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือประเภท 5

(ข.) 7 วัน สำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือเสริมเหล็กอัดแรงที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3

(ค.) ในกรณีที่ต้องการนำเสาเข็มคอนกรีตในข้อ (ก) มาใช้ก่อนกำหนดเวลา กำลังคอนกรีตของเสาเข็มต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่ากำลังของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน ทั้งนี้ต้องส่งผลการทดสอบกำลังของคอนกรีตมาให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อน

ในกรณีที่ใช้สารเคมีผสมเพิ่มเพื่อเร่งกำลังของคอนกรีต ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างก่อน เพื่อกำหนดอายุของเสาเข็มที่จะนำมาตอกใช้งาน

2.2.1.5 เสาเข็มต้องมีลำต้นตรง ระยะความงอที่ส่วนใด ๆ ของเสาเข็มนี้ ถ้าวัดระหว่างเส้นตรงที่ต่อปลายทั้งสองของส่วนงอกับผิวด้านใดๆ ก็ตาม ต้องไม่เกินความยาวส่วนที่งอหารด้วย 360

2.2.1.6 หากเป็นเสาเข็มกลวงหรือเว้าข้าง รูกลวงหรือส่วนเว้าข้างต้องไม่ทำให้หน้าตัดเสาเข็มเสียศูนย์

2.2.1.7 เสาเข็มต้องแข็งแรงทนทานต่อการตอกของตุ้มตอกเสาเข็ม และการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่งได้ และต้องมีรูปร่างหน้าตัดภายนอกเป็น สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม หรือมากกว่า หรือกลม หรือ รูปตัวไอ หรือที่คล้ายตัวไอ ซึ่งมีความหนาของส่วนที่บางที่สุด ไม่น้อยกว่า 6 เซนติเมตร

2.2.2 คุณสมบัติเฉพาะเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.2.2.1 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ (Precast Reinforced Concrete Pile) ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบในกรณีที่แบบไม่ได้ระบุไว้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 395 : เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ บริเวณก่อสร้างที่เป็นดินอ่อนให้ใช้เสาเข็มชนิดปลายตัด ส่วนบริเวณก่อสร้างที่เป็นดินแข็งให้ใช้เสาเข็มชนิดปลายแหลม

2.2.2.2 แรงดัด (Bending Moment) ที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดแรงดึง (Tensile Stress) ในเหล็กเสริมเกิน 1,200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อใช้เหล็กเส้นกลม หรือเกินกว่า 1,500 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยและก่อให้เกิด

แรงอัด (Compressive Stress) และก่อให้เกิดแรงดึงในคอนกรีตไม่เกินร้อยละ 37.5 ของแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน

2.2.3 คุณสมบัติเฉพาะเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรง

2.2.3.1 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ (Reinforced Prestressed Concrete Pile)ในการผลิตและควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 396 : เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ บริเวณก่อสร้างที่เป็นดินอ่อนให้ใช้เสาเข็มชนิดปลายตัด ส่วนบริเวณก่อสร้างที่เป็นดินแข็งให้ใช้เสาเข็มชนิดปลายแหลม

2.2.3.2 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรง แรงดัด (Bending Moment) ซึ่งเกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดแรงดึง (Tensile Stress) ในคอนกรีตมากกว่า 1.59 คูณด้วยรากที่สองของแรงอัดประลัยของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน (หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

2.2.3.3 ผู้รับจ้างต้องแสดงค่า F (Effective Prestressing Force) ในเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงไว้ด้วย ถ้าให้น้ำหนักบรรทุกที่เสาเข็มแต่ละต้นต้องรับเมื่อใช้งานเท่ากับ P ตามระบุในแบบค่าของ P + F ต้องไม่เกินร้อยละ 40 ของ PU เมื่อ PU มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 85 ของกำลังอัดของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วัน คูณกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อคอนกรีตในส่วนที่เล็กที่สุดของเสาเข็ม

2.2.4 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ แบบแรงเหวี่ยง (Prestressed Spun Concrete Pile) ในการผลิตและควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 398 : เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จแบบแรงเหวี่ยง บริเวณก่อสร้างที่เป็นดินอ่อน ให้ใช้เสาเข็มชนิดปลายตัด ส่วนบริเวณก่อสร้างที่เป็นดินแข็งให้ใช้เสาเข็มชนิดปลายแหลม

2.3 เสาเข็มเจาะ

เสาเข็มเจาะโดยทั่วไปสามารถจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ เสาเข็มเจาะขนาดเล็ก และเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

(1) เสาเข็มเจาะขนาดเล็ก หมายถึง เสาเข็มที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 600 มิลลิเมตร เสาเข็มเจาะชนิดนี้ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ขนาดเล็ก และไม่ยุ่งยากเคลื่อนย้ายสะดวก ไม่ต้องการบริเวณทำงานมากนัก อุปกรณ์หลักประกอบด้วยขาหยั่งเหล็ก 3 ขา ปลายบนติดรอกเดี่ยว (Tripod) และใช้เครื่องกว้านลมในการเจาะ ยก ดึง หรือถอนปลอกเหล็ก

(2) เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ หมายถึง เสาเข็มที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 600 มิลลิเมตร ขึ้นไป ซึ่งโดยทั่วไปมีขนาดมาตรฐานคือ 800, 900, 1,000, 1,200 และ 1,500 มิลลิเมตร อุปกรณ์สำคัญที่ใช้เป็นเครื่องจักรกลขนาดใหญ่

วิธีการทำงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

(ก) Wet Process จะใช้กับสภาพดินที่มีชั้นทราย หรือมีน้ำใต้ดิน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ของเหลวเพิ่มแรงดันในหลุมเจาะเพื่อป้องกันมิให้ผนังหลุมเจาะพัง เช่น สารละลายเบนโทไนท์ (Bentonite) เป็นต้น

(ข) Dry Process ในสภาพดินบางแห่ง เมื่อเจาะแล้วไม่พบน้ำใต้ดินหรือเป็นชั้นทรายอัดตัวแน่น ไม่เกิดการพังทลายของผนังหลุมเจาะ ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ของเหลวป้องกันผนังหลุมเจาะ การทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ให้ปฏิบัติ ดังนี้

- ก่อนทำงาน ให้ผู้รับจ้างทำการตรวจดูสภาพของดินเดิม และระดับน้ำใต้ดินตลอดความลึกของเสาเข็มเจาะนั้น และต้องขออนุมัติวิธีการเจาะต่อผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษรก่อน
- การขุดเจาะ เมื่อได้วางหมุดตำแหน่งเสาเข็ม และตรวจสอบตำแหน่งที่แน่นอนได้แล้ว ก็ทำการขุดดินตามขนาด และความลึกของเข็มที่ต้องการ ช่วงแรกของการขุดเจาะ ซึ่งส่วนมากเป็นดินอ่อนจะใส่ปลอกเหล็ก (Steel Casing) เพื่อป้องกันดินส่วนบนพัง และใช้หัวขุดเจาะแบบสว่าน (Auger Type)

ถ้าจำเป็นต้องใช้ Wet Process ในส่วนที่อยู่ระดับใต้ปลอกเหล็กก็จะต้องใช้ของเหลวเพิ่มแรงดันในหลุมเจาะเพื่อป้องกันมิให้หลุมเจาะพัง และควรใช้หัวขุดเจาะแบบบุ้งกี๋ (Bucket Type)

3.การก่อสร้าง

3.1 เสาเข็มไม้

3.1.1 เสาเข็มต้องตอกให้จมอยู่ในระดับน้ำใต้ดินถาวรทุกต้น

3.1.2 เสาเข็มเมื่อนำไปใช้ในน้ำทะเลต้องอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ (Creosote Oil) ประมาณ 22 ปอนด์ต่อเนื้อไม้หนึ่งลูกบาศก์ฟุต ทั้งนี้เพื่อป้องกันแมลงเจาะไช

3.2 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

3.2.1 เสาเข็ม (ยกเว้นเสาเข็มรูปตัวไอ หรือที่คล้ายตัวไอ) อนุญาตให้ต่อได้ แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน 2 ท่อน โดยวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้า และทั้งสองท่อนเมื่อต่อกันแล้วต้องเป็นเส้นตรงเดียวกัน โดยที่ข้อต่อของเสาเข็มทั้งสองท่อนต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ต้องเป็นเหล็กเหนียว

3.2.1.2 ข้อต่อต้องมีลักษณะเป็นหมวกครอบปลายหัวเสาเข็มในส่วนที่จะต่อกันนั้น หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และสามารถกันมิให้คอนกรีตเนื้อเสาเข็มที่รองรับข้อต่อนั้นแตกในขณะรับแรงกระแทกจากการตอกเสาเข็มข้อต่อนี้ให้หล่อยึดติดกับตัวเสาเข็ม และต้องมีเนื้อที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าเนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็มที่จุดนั้น แต่จะโตเกินขนาดภายนอกของเสาเข็มมิได้

3.2.1.3 ต้องมีเหล็กยึดข้อต่อดังกล่าวให้ติดแน่นกับท่อนคอนกรีตเสาเข็ม จนสามารถรับแรงดัด (Bending Moment) ได้ดีไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม

3.2.1.4 ความหนาของแผ่นเหล็กข้อต่อของแต่ละแผ่น เฉพาะส่วนที่วางประกบกันต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร

3.2.1.5 พื้นที่ผิวของข้อต่อส่วนที่ประกบกันต้องไส กลึง หรือ ฝาน ให้เรียบทั้งสองชิ้น เพื่อให้ประกอบกันแนบสนิท

3.2.1.6 เสาเข็มในส่วนที่ชิดกับข้อต่อต้องได้รับการป้องกันการแตกด้วยการเสริมเหล็กปลอกเป็นพิเศษ

3.2.1.7 ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างเหล็กข้อต่อมาให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบและรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรเสียก่อนจึงนำไปใช้ได้

3.2.2 ผู้รับจ้างต้องส่งรายการคำนวณทางวิศวกรรมของเสาเข็มมาให้วิศวกรของผู้ว่าจ้างตรวจสอบและรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนจึงนำไปใช้ได้

3.2.3 เสาเข็มที่ผ่านการรับรองให้ใช้ได้แล้ว หากปรากฏภายหลังว่ามีคุณสมบัติด้อยลงไปกว่าที่กำหนดในรายการมาตรฐานนี้ ผู้รับจ้างต้องจัดการแก้ไข หากแก้ไขไม่ได้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนเสาเข็มให้มีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้หากมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นให้เป็นภาระของผู้รับจ้าง

3.2.4 ในการตอกเสาเข็มถ้าขณะหนึ่งขณะใดปรากฏว่าจำนวนเสาเข็มที่ตอกมีการแตกหักเสียหายถึงจำนวนร้อยละ 10 ของจำนวนเสาเข็มที่ตอกไปได้ในขณะนั้นแล้วให้ตอกเข็มต่อไปอีก 10 ต้น หากปรากฏว่าใน 10 ต้นนั้น มีเข็มหักเพิ่มขึ้นอีกให้ถือว่าเข็มนั้นขาดคุณสมบัติตามมาตรฐานนี้ และให้ถือปฏิบัติตาม ข้อ 3.2.2 ทั้งนี้ ให้ยกเว้นกรณีที่มีเสาเข็มเหลือจะต้องตอกอีกไม่เกิน 10 ต้น ในงานนั้นให้คงใช้เสาเข็มนั้นต่อไป

3.2.5 ในกรณีที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงตลอดจนการพิจารณาคุณสมบัติของเสาเข็มคอนกรีต ให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ว่าจ้าง และเมื่อผู้ว่าจ้างเห็นชอบแล้วจึงอนุญาตให้ใช้ได้

3.2.6 เสาเข็มจะต้องตอกลึกไม่น้อยกว่า 3.00 เมตรจากท้องคลอง โดยต้องพ้นจากการกัดเซาะและรับน้ำหนักได้ตามกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง หากตอกได้ลึกน้อยกว่า 3.00 เมตร ให้รายงานผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา

3.3 เสาเข็มเจาะ

3.3.1 ทั่วไป

ในกรณีที่ก่อสร้างเสาเข็มเจาะใต้สะพานหรือโครงสร้างอื่นๆ ที่มีอยู่ ให้ผู้รับจ้างเสนอวิธีการก่อสร้างที่เหมาะสมต่อผู้ควบคุมงานเพื่อให้ความเห็นชอบ

วิธีการเจาะ เมื่อตรวจสอบตำแหน่งและกำหนดความลึกของหลุมเจาะได้แล้ว จึงสามารถเลือกวิธีการเจาะได้ การเจาะอาจเป็น Dry Process หรือ วิธี Wet Process โดยใช้ Bentonite Slurry เป็นตัวป้องกันหลุมพังทลาย ตัวเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กตามแบบซึ่งหล่อในที่ก่อสร้าง

1) ปลอกเหล็กเพื่อกันดินอ่อนพังทลาย

ปลอกเหล็กให้มีคุณสมบัติตามที่กำหนดใน AASHTO M 183-79, ASTM A 36, JIS G 3101 หรือ JIS G 3106 หรือเทียบเท่า ปลอกเหล็กเป็นชนิดชั่วคราวแบ่งเป็นท่อสั้นๆ ต่อกันด้วยเกลียวเพื่อความสะดวก และปลอดภัย หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมกับสภาพงานในการทำเสาเข็มเจาะใต้สายส่งไฟฟ้าแรงสูง หรือในบริเวณที่มีความสูงจำกัด หรือในบริเวณที่มีสภาพคล้ายคลึงกันนี้

- เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของปลอกเหล็กต้องไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม
- ความยาวของปลอกเข็มต้องไม่น้อยกว่า 13 เมตร ความยาวอาจเปลี่ยนแปลง ได้แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- ปลอกเหล็กต้องหนาเพียงพอในการขนส่ง ทำงาน ฯลฯ โดยผู้รับจ้างต้องเสนอคุณสมบัติของปลอกเหล็กให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาและอนุมัติก่อนจึงนำไปใช้ได้
- ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการป้องกันการพังทลายของดิน ส่วนที่ขุดก่อนที่จะเทคอนกรีต และก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัว และไม่มีการชดเชยเงินให้ในกรณีที่ต้องว่าจ้างการตอกปลอกเหล็กชั่วคราว และ/หรือถาวรที่จำเป็นในการนี้หรือการอื่นใดหรือปลอกที่ต้องทิ้งไว้ในดินไม่ว่าด้วยเหตุใดก็ตาม
- ไม่ว่าจากเหตุผลใดก็ตาม หากปรากฏว่ามีความจำเป็นจะต้องใช้ปลอกเหล็กชั่วคราวซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดไว้ จะต้องเทคอนกรีตในปล่องนั้นจนเต็มพื้นที่หน้าตัดของปลอกเหล็กชั่วคราวนั้น แต่การจ่ายเงินจะคำนวณจากขนาดเดิมเป็นเกณฑ์
- ในกรณีที่ดินบริเวณข้างใต้เกิดพังทลายลงบางส่วนหรือทั้งหมด ในปล่องซึ่งมิได้ใช้ปลอกเหล็กในระหว่างการขุดหรือเมื่อขุดเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบทันที และต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำหรือคำสั่งของผู้ควบคุมงานในการซ่อมแซมแก้ไข และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดจากการพังทลายดังกล่าว ผู้รับจ้างรับผิดชอบเพียงผู้เดียว

2) คอนกรีตที่ใช้ในงานเสาเข็มเจาะ หากแบบไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

- ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 : ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
- ใช้คอนกรีต ชนิด ค 3 ตาม มทถ.101 : มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยกำลังอัดของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก ขนาด Ø 15x30 เซนติเมตร จะต้องไม่ต่ำกว่า 250 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่ออายุ 28 วัน
- ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ในคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัม
- ค่ายุบตัวของคอนกรีตไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร
- ขนาดหินใหญ่สุดไม่เกิน 25 มิลลิเมตร
- สารผสมคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตแข็งตัวช้าต้องทดลองผสมก่อนนำมาใช้ และเสนอผล

ทดลองให้ผู้ควบคุมงานพิจารณา และอนุมัติภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน ก่อนใช้ โดยเสนอชนิดปริมาณ เวลาแข็งตัว และผลการทดลองอื่นๆ ที่จำเป็น

- คอนกรีตที่ใช้โนงานเสาเข็มเจาะเวลาแข็งตัวต้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง และต้องเหมาะสมกับระยะเวลาการเทคอนกรีต
- ผู้รับจ้างงานเสาเข็มเจาะต้องเสนอ Mix Design ของคอนกรีตให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาและอนุมัติ และเก็บตัวอย่างจากการผสมที่เครื่องผสมมาทดสอบกำลังอัดเสนอผลที่ได้พร้อมทั้ง Mix Design ที่แก้ไข โดยผู้ควบคุมงานพิจารณาและอนุมัติให้ใช้อย่างน้อย 7 วัน ก่อนทำงาน แต่ความรับผิดชอบในเรื่องคุณภาพและคุณสมบัติยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างงานเสาเข็มเจาะ
- การเก็บตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีต Ø 15x30 ซม. เสาเข็ม 1 ต้นต้องเก็บตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 ชุด ชุดละ 3 แท่ง และผู้ควบคุมงานมีสิทธิให้เก็บตัวอย่างเกิน 3 ชุด ได้เมื่อเห็นสมควร โดยผู้รับจ้างเสาเข็มเจาะเป็นผู้เก็บตัวอย่างตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน ส่วนค่าใช้จ่ายในการทดสอบผู้รับจ้างงานเสาเข็มเจาะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- การเทคอนกรีตเสาเข็มแต่ละต้นต้องเทต่อเนื่องกันโดยจะหยุดชะงักไม่ได้

3) เหล็กเสริมรับแรง

- รอยเชื่อมเหล็ก และวิธีการต่อเหล็ก ต้องเสนอให้ผู้ควบคุมงานตรวจพิจารณาและอนุมัติ
- ข้อกำหนดต่างๆ ให้ถือตาม มทถ.103 : มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต
- ในขณะหล่อคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องระวังไม่ให้เหล็กเสริมผิดตำแหน่ง
- ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawing เสนอแก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อนลงมือทำงาน เพื่อผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย 7 วัน ก่อนทำงาน

4) Bentonite Slurry

- Bentonite ที่จะใช้ต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาและอนุมัติก่อนใช้
- Bentonite Slurry ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติ
  - PH ไม่ต่ำกว่า 7
  - Density อยู่ระหว่าง 1.02-1.15 ตันต่อลูกบาศก์เมตร และปริมาณที่ใช้ผสม 2-6 % โดยน้ำหนัก
  - Viscosity 29-30 sec. (Marchs Cone Test)
  - Maximum Sand Content ไม่เกิน 6 %

คำเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

ในกรณีที่ผลทดลองแสดงว่า Bentonite Slurry มีคำ PH ไม่ต่ำกว่า 7 แต่ผู้ควบคุมงานเห็นว่า Bentonite Slurry นั้นสกปรกหรือคุณสมบัติต่างๆ ไม่เหมาะสมที่จะใช้งานต่อไป ผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะห้ามใช้ Bentonite Slurry นั้นได้ แต่ถ้า PH ต่ำกว่า 7 Bentonite Slurry นั้น ห้ามใช้อย่างเด็ดขาด

ระดับ Bentonite Slurry ในขณะเจาะต้องไม่ต่ำกว่า 2.00 เมตร จากระดับปากปลอกเหล็ก และในขณะทำงานเจาะ ผู้รับจ้างต้องเติม Bentonite Slurry อยู่เสมอเพื่อให้ระดับ Bentonite Slurry ในหลุมคงที่

5) Tremie Pipe

- Tremie Pipe ที่จะใช้ในงานต้องส่งรายละเอียดต่างๆ เช่น ขนาดของท่อ วิธีต่อท่อ วิธีป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในท่อตลอดจนความยาวของท่อ Tremie แต่ละช่วง มาให้ผู้ควบคุมงานเป็นผู้พิจารณาและอนุมัติก่อนจึงจะใช้ได้
- Tremie Pipe ทุกท่อนต้องมีหมายเลขกำกับ เพื่อสะดวกในการตรวจสอบความยาวของท่อ Tremie Pipe และสะดวกในการตัดต่อท่อหรือการชักท่อขึ้นจากเนื้อคอนกรีต
- ท่อ Tremie Pipe ทุกท่อต้องแข็งแรง ป้องกันน้ำได้ และรอยต่อของแต่ละช่วงต้องอยู่ในสภาพดีเรียบร้อย สามารถต่อหรือถอดได้สะดวกในขณะเทคอนกรีต
- ผู้ควบคุมงานมีสิทธิ์ให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนท่อ Tremie ที่เห็นว่าใช้การไม่ได้ ค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างแต่ผู้เดียว
- ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีท่อ Tremie สำรองอยู่เสมอ และพร้อมที่จะใช้ได้เมื่อจำเป็น
- ในขณะเทคอนกรีต ท่อ Tremie ต้องจมอยู่ในเนื้อคอนกรีตไม่น้อยกว่า 2 เมตร และต้องคอยขยับท่อ Tremie ขึ้นลง เพื่อไม่ให้คอนกรีตจับท่อปลายท่อต้องจมอยู่ในคอนกรีตมากพอที่ Bentonite Slurry จะไม่เข้าไปแทนที่เนื้อคอนกรีต
- ในขณะตัดท่อ Tremie ให้สั้นลง ต้องให้มีระยะจมของท่อ Tremie ในเนื้อคอนกรีต 3-5 เมตร

6) การใช้ Plug เพื่อไล่น้ำออกจากท่อ Tremie ต้องเสนอวัสดุและวิธีการให้ผู้ควบคุมงานเป็นผู้พิจารณาและอนุมัติก่อนจึงใช้ได้

3.3.2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของเสาเข็มเจาะ

1) ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่งจะต้องไม่เกิน 1 ต่อ 100 ของความยาวของเสาเข็ม
2) ระยะมากที่สุดที่ยอมให้เสาเข็มลงผิดตำแหน่งจากที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 7 เซนติเมตร โดยวัดขนานกับแกน Coordinate ทั้งสองแกน ถ้าเสาเข็มเจาะมีค่าผิดเกินที่กำหนดนี้ ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไข ซ่อมแซมหรือทำใหม่ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน และค่าใช้จ่ายทั้งหมดในงานนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแต่ผู้เดียว

3.3.3 เสาเข็มชำรุด

เสาเข็มเจาะจะถือว่าชำรุด เมื่อ

1) กำลังอัดแท่งกระบอกคอนกรีตที่เก็บไว้ก่อนเท มีกำลังอัดต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ คือ 250 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ 28 วัน
2) ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของเสาเข็มเจาะมีค่าเกินกว่าที่กำหนดตามข้อ 3.3.2
3) กำลังอัดของแท่งคอนกรีตที่เจาะเอาขึ้นมาจากเสาเข็มต่ำกว่า 250 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่ 28 วัน และผู้ควบคุมงานเห็นว่าเป็นอันตรายต่อโครงสร้าง

4) ความยาวของเสาเข็มเจาะไม่ได้ตามที่ระบุในแบบ หรือตามต้องการของผู้ควบคุมงาน
5) กรณีที่พิสูจน์ได้ว่าเสาเข็มเจาะอยู่ในสภาพไม่สามารถรับน้ำหนักได้ตามกำหนด หรือผู้ควบคุมงานลงความเห็นว่าเป็นเสาเข็มชำรุด เนื่องจากการเจาะการเทคอนกรีตหรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าที่ระบุในแบบ หรือมีสิ่งสกปรก เช่นดินพังเข้ามาอยู่ในเนื้อคอนกรีต หรือกำลังของคอนกรีตในเสาเข็มทุกช่วงความลึกมีค่าไม่แน่นอนหรือเนื้อคอนกรีตไม่ต่อเนื่อง

ในทุกกรณีข้างต้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆ เพื่อแก้ไขซ่อมแซม หรือทำใหม่เพื่อให้ได้เสาเข็มที่สมบูรณ์ตามต้องการรวมทั้งค่าใช้จ่ายต่างๆ จากการที่ต้องเพิ่ม Tie beams หรือเสริม Micro Piles ขยายขนาดของฐานรากคอนกรีต หรือการแก้ไขวิธีอื่นใด

นอกเหนือจากนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าเจาะนำแท่งคอนกรีตจากเสาเข็มขึ้นมาทดสอบค่ากำลังอัดของแท่งคอนกรีต ค่าอุดรูเจาะ ค่าซ่อมแซมต่างๆ

3.3.4 การแก้ไข ซ่อมแซมเสาเข็มชำรุด

วิธีการแก้ไข หรือซ่อมแซมเสาเข็มเจาะที่ชำรุด ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดขึ้นมา ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายของเสาเข็มเจาะโดยเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งหมด หรือทางผู้รับจ้างจะเสนอวิธีการแก้ไข ซ่อมแซม มาให้ผู้ควบคุมงานเป็นผู้พิจารณาอนุมัติก็ได้

เสาเข็มต้นใดที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าควรแก้ไขหรือปรับปรุงเพื่อให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามต้องการ ตามแบบ เช่น วิธี Grouting ปลายเสาเข็ม เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอขั้นตอนดำเนินการให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบก่อนดำเนินการ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการดำเนินการดังกล่าว

3.3.5 รายงานสำหรับเสาเข็มเจาะ

ผู้รับจ้างต้องทำรายงานเกี่ยวกับเสาเข็มเจาะให้ผู้ควบคุมงานภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากทำการเจาะหล่อคอนกรีตเสร็จเรียบร้อย ข้อมูลที่ต้องเสนอรายงานมี

1) วันที่ทำการเจาะ หล่อคอนกรีต
2) หมายเลขกำกับของเสาเข็ม
3) ระดับดินเดิม
4) ระดับตัดเข็ม
5) ระดับปลายเข็ม
6) ระดับดินทรายแน่น
7) เส้นผ่านศูนย์กลางของรูเจาะ
8) ความเอียงจากแนวดิ่งของเสาเข็มเจาะโดยประมาณ
9) ตำแหน่งและความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่กำหนด
10) ความยาวของชั้นดินที่เจาะลงไป
11) รายละเอียดของชั้นดินที่เจาะลงไป
12) รายละเอียดของอุปสรรคและความล่าช้าที่เกิดในงาน

13) รายละเอียดของปรากฏการณ์ใดๆที่ผิดปกติในระหว่างงานเสาเข็ม
14) ข้อมูลอื่นๆที่ผู้ว่าจ้างกำหนด
15) ปริมาณคอนกรีตที่ใช้เทเป็นระยะๆจากล่างสุดจนถึงบนสุด เวลาที่ใช้เทคอนกรีต เวลาที่ใช้ในการใส่โครงเหล็ก เวลาที่ใช้ในการเจาะ รายงานนี้ต้องมีผู้รับจ้าง และผู้ควบคุมงานลงนามรับรองทั้งสองฝ่าย

3.3.6 ระยะช่วงเวลา และระยะห่างการเจาะเสาเข็มต้นที่ถัดไป หรือใกล้เคียง

ระยะช่วงเวลาในการทำการเจาะเสาเข็มต้นที่ถัดไป หรือใกล้เคียงต้องไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง โดยอาศัยผลจากการทดสอบกำลังอัดของแห่งคอนกรีตเป็นหลักพิจารณาตัดสินให้มีการเจาะได้หรือไม่ หรือระยะห่างระหว่างเสาเข็มที่เจาะกับเสาเข็มข้างเคียงทุกต้นประมาณ 6 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มหรือมากกว่านั้น หรือตามคำสั่งของผู้ควบคุมงาน

3.3.7 หลุมเจาะของงานเสาเข็มเจาะ

1) ก้นหลุมเจาะต้องสะอาดแน่น และปราศจากวัสดุที่ร่วน หรือในปริมาณมากเกิน สมควร หรือวัสดุที่ทำให้อ่อนตัวจนมีกำลังต่ำกว่าค่าของตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณหาความลึกของก้นหลุมที่เจาะก้นหลุม จะต้องได้ระดับพอสมควร
2) ต้องทำความสะอาดก้นหลุมเจาะด้วยวิธีใดๆ ที่ผู้ควบคุมงานแนะนำหรือสั่ง หรือที่ผู้รับจ้างเสนอมาซึ่งได้อนุมัติแล้ว
3) ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยทุกชนิด ตลอดจนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้ผู้ควบคุมงานสามารถเข้าไปตรวจงานด้วยความปลอดภัย
4) หลังจากเจาะจนถึงระดับที่ต้องการ ผู้ควบคุมงานจะร่วมกันวัดความลึกของแนวดิ่งของหลุมเจาะ สภาพของหลุมเจาะโดยใช้ห่อ Tremie หรือลูกดิ่งหรือวิธีการใดๆ ผู้ควบคุมงานสั่ง และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องมือในการทดสอบนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกทั้งสิ้น
5) ขณะเทคอนกรีต ผู้รับจ้างกับผู้ควบคุมงานตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมเจาะโดยวิธีคำนวณจากปริมาณคอนกรีตที่เทลงไปกับความลึกของคอนกรีตที่สูงขึ้น หรือโดยวิธีการอย่างอื่นที่ผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสม
6) หลังจากเจาะหลุมจนถึงความลึกที่ต้องการ เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดก้นหลุมรวมกับเวลาที่ใช้ในการใส่เหล็กเสริมต้องไม่เกิน 2 ชั่วโมง

3.3.8 As Built Drawing

เมื่องานเสาเข็มแก้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องจัดทำ As Built Drawing แสดงตำแหน่งจริงของเสาเข็ม พร้อมทั้งรายละเอียดอื่นที่จำเป็น ส่งให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนการส่งงานงวดสุดท้าย

3.3.9 ความปลอดภัย

หลังจากเทคอนกรีตเสาเข็มเสร็จแต่ละต้น หรือในกรณีที่เจาะดินทิ้งไว้โดยไม่มีผู้ดูแล ผู้รับจ้างจะต้องใช้แผ่นเหล็กปิดรูเจาะทุกรู หรือใช้กรงเหล็กครอบไว้หรือวิธีอื่นใด ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันมิให้คนตกลงไปได้

3.3.10 การทดสอบเสาเข็ม

การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มให้ใช้วิธี Seismic Test ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเสาเข็มเจาะทุกต้น พร้อมกับรายงานผลการทดสอบเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ควบคุมงาน

การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มให้ดำเนินการ ตามภาคผนวก ก. มทถ. 106 : มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม โดยอนุโลม หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตและวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีต

4.1 ปั้นจั่นที่นำมาใช้ในการตอกเสาเข็มต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และมีความกว้างของฐานปั้นจั่น พอที่จะมีการทรงตัวได้ดีเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้ง ชิ้นส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นตัวปั้นจั่นต้องไม่คดงอหรือแตกร้าว ตะเกียบคู่หน้าของปั้นจั่นต้องเป็นเส้นตรงและไม่หลวมคลอน

4.2 เครื่องยนต์ที่ใช้บนปั้นจั่นต้องมีสภาพสมบูรณ์สามารถให้กำลังได้โดยสม่ำเสมอ ห้ามล้อครัทช์ และที่ห้ามการคลายตัวของเชือกลวดต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้โดยปลอดภัย เชือกลวดต้องมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของน้ำหนักเสาเข็มและตุ้มที่ยก และไม่สึกหรอจนส่อให้เห็นว่าจะเกิดอันตรายได้โดยง่าย

4.3 พื้นที่ที่รองรับปั้นจั่นต้องเสริมให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักปั้นจั่น และอุปกรณ์ต่างๆได้ โดยขณะตอกปั้นจั่นต้องไม่โยกคลอนหรือทรุดตัวลงจนทำให้เสียแรงดิ่งของตะเกียบบังคับเสาเข็ม หรือเกิดแรงเบียดเสาเข็ม

4.4 ถ้าใช้หมวกเหล็กครอบหัวเสาเข็มในการตอกเสาเข็มหมวกต้องมีขนาดพอเหมาะกับหัวเสาเข็ม คือไม่ได้โต กว่าหัวเสาเข็มเกิน 1 เซนติเมตร และภายในหมวกให้ใช้ให้เนื้ออ่อนรองหัวเสาเข็ม ได้หนาไม่เกิน 3 เซนติเมตร และเมื่อไม้รองในหมวกแตกยุ่ยจนทำให้ประสิทธิภาพของการตอกลดลง ต้องเปลี่ยนไม้รองใหม่ หมวกเหล็กจะต้องมีที่บังคับกับตะเกียบด้วย

4.5 ตุ้มที่ใช้ตอกเสาเข็มต้องไม่น้ำหนักไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของน้ำหนักเสาเข็ม แต่ต้องหนักไม่น้อยกว่า 3 เมตริกตัน

4.6 ก่อนตอกเสาเข็มต้องปักหมุดแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอกแต่ละต้นให้ชัดเจน และต้องมีเครื่องบังคับเสาเข็มที่แข็งแรงพอ เพื่อว่าเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้งในที่บังคับเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องอยู่ตรงศูนย์เสาเข็มที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยเครื่องบังคับเสาเข็มต้องไม่เคลื่อนที่หรือหักพังไปจนกว่าปลายเสาเข็มจะจมลงไปในดินแล้วไม่น้อยกว่า 6 เมตร

4.7 การตอกเสาเข็มต้องไม่ให้ผิดจากตำแหน่งที่กำหนดในแบบเกินกว่า 40 % ของด้านแคบที่สุดของหน้าตัดเสาเข็ม ถ้าเกินกว่านี้ให้รายงานผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณา

4.8 การตอกเสาเข็มผ่านชั้นดินแข็ง หรือทราย หรือดินปนทราย หรือหิน ให้ใช้ความระมัดระวัง เสาเข็มอาจแตกหักได้ง่าย ในกรณีที่ต้องตอกเสาเข็มอย่างรุนแรง (Hard Driving) จะต้องเสริมหัวเสาเข็ม โดยใช้เหล็กแผ่นพอประมาณ 1/8 X 11/2 นิ้ว ทำเป็นปลอกรัดหล่อฝังเสมอกับผิวนอกหัวเสาเข็ม วางห่างกันประมาณ 15 เซนติเมตร ภายในระยะ 1.50 เมตร จากหัวเสาเข็ม

4.9 การตอกเสาเข็มต้องพยายามจัดให้แรงกระทบของตุ้มที่มีต่อหัวเสาเข็ม ถ่ายกำลังไปตามแนวเส้นแกนของเสาเข็ม หากอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มหลวมคลอนก่อให้เกิดแรงกระทบเสาเข็มเบนออกนอกแนว

เส้นแกนจนเสาเข็มสะบัดคลอนไปในทางราบแล้วต้องหนุนการตอกเสาเข็มทันที จนกว่าจะมีการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เสาเข็มสะบัดเสียก่อน หากแก้ไขไม่ได้ต้องเปลี่ยนปั้นจั่นทั้งชุด

4.10 เมื่อเสาเข็มจมเสมอระดับดินแล้วแต่ยังไม่ได้ระดับ ให้ใช้เสาส่งวางบนหัวเสาเข็มได้ โดยที่เสาส่งต้องยาวไม่เกินกว่าระยะที่หัวเสาเข็มจมดินบวกด้วย 60 เซนติเมตร ในการใช้เสาส่งปลายเสาส่วนที่วางอยู่บนหัวเสาเข็มต้องมีที่บังคับ ไม่ให้เคลื่อนหลุดออกนอกแนวหัวเสาเข็ม ในขณะตอกให้ใช้วัสดุรองหัวเสาเข็มด้วยไม่เนื้ออ่อนหนาไม่เกิน 3 เซนติเมตร ที่บังคับเสาส่งต้องมั่นคงจนไม่โยกคลอนในขณะตอก และในกรณีใช้หมวกครอบหัวเสาส่งต้องไม่มีวัสดุรองทั้งภายในและภายนอกหมวกครอบ สำหรับคุณสมบัติของเสาส่งอยู่ในดุลพินิจของวิศวกรของผู้ว่าจ้าง

4.11 การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งต้องจัดทำหาวิธีป้องกันมิให้เกิดอันตรายใดๆ ต่อบุคคลอื่นหรือทรัพย์สินของอาคารข้างเคียง ความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้นอันมีสาเหตุเนื่องมาจากการตอกเสาเข็มแล้ว ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชดใช้ความเสียหายดังกล่าวนั้นแต่ผู้เดียว

4.12 ขณะตอกเสาเข็มถ้าปรากฏว่าเสาเข็มหักหรือเกิดรอยแตกร้าวด้วยเหตุประการใด ๆ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ ให้สกัดส่วนที่แตกร้าวหรือหักออกแล้วหล่อคอนกรีตใหม่ เมื่อคอนกรีตได้กำลังตามที่รายการกำหนดแล้วจึงจะทำการตอกต่อไปได้ หรืออนุญาตให้ถอนเสาเข็มต้นที่ชำรุดขึ้นแล้วใช้เสาเข็มต้นใหม่ที่ดีตอกลงแทนที่ได้ ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ทั้งสองประการ ให้ผู้รับจ้างรายงานให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบเพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป

4.13 เสาเข็มคอนกรีตที่หัก ห้ามนำมาใช้ เสาเข็มที่มีรอยร้าวต่อเนื่องกันไม่เกินครึ่งของเส้นรอบรูป และทำมุมระหว่าง 80 ถึง 90 องศากับแนวแกนสะเทิน รอยร้าวแต่ละรอยห่างกันเกิน 1 เมตร และกว้างไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร แล้วยอมให้ใช้ได้แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

4.14 ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตอกเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการตอก โดยให้ปฏิบัติเป็นไปตาม ผนวก ข. มทถ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ส่งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อพิจารณาว่าเสาเข็มต้นนั้นๆ จะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่กำหนดหรือไม่

4.15 ในกรณีเมื่อตอกเสาเข็มไปจนสุดความยาวของเสาเข็มตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียด แต่เสาเข็มนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยตามที่ได้กำหนดแล้ว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง โดยค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.16 ถ้าปรากฏว่าเสาเข็มตอกจมลงไม่ถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบ หรือรายการรายละเอียด จะเนื่องจากชั้นดินแข็งหรือเหตุอื่นใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบทันที ข้อวินิจฉัยของผู้ว่าจ้างถือเป็นเด็ดขาด ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามโดยปราศจากเงื่อนไขใด ๆ

4.17 ในกรณีที่ต้องการตอกเสาเข็มด้วยเครื่องตอกชนิด ดีเซล แฮมเมอร์ (Diesel Hammer) ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

5. การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม และการบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

5.1 การทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ต้องเป็นไปตามภาคผนวก ก. มทถ. 106 : มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

5.2 การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ต้องเป็นไปตามภาคผนวก ข. มทถ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

กรมทางหลวงชนบท
DEPARTMENT OF RURAL ROADS

ผนวก ก. มทถ. 106-2562
มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ใช้บังคับสำหรับการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักเสาเข็มในแนวดิ่งด้วยแรงกด (Static Compressive Load) ตามแกนของเสาเข็ม เมื่อรายการก่อสร้างไม่ได้ระบุรายละเอียดวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักไว้แล้ว ให้ดำเนินการทดสอบตามข้อ 4 ของผนวก ก. มทถ. 106 : มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็ม

2. ข้อกำหนดของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบ

2.1 กรณีที่จะทำการทดลองตอกเสาเข็มเพื่อทดสอบการรับน้ำหนัก

2.1.1 ลักษณะ ขนาดและความยาวของเสาเข็มต้องเหมือนกับเสาเข็มที่ใช้ตอกจริงทุกอย่าง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ตอกต้องเหมือนกับที่ใช้จริงด้วย

2.1.2 ถ้าตำแหน่งของเสาเข็มต้นที่จะทดสอบอยู่นอกผัง การตอกควรอยู่ใกล้กับตำแหน่งของหลุมเจาะสำรวจดิน ซึ่งทราบคุณสมบัติของดินแล้วหรือต้องเป็นตำแหน่งที่คาดว่าชั้นดินตรงจุดนั้นจะเลวที่สุด

2.2 กรณีที่ทำการทดสอบเสาเข็มต้นที่ตอกไปแล้วในผัง ควรพิจารณาทดสอบต้นที่มีลักษณะดังนี้

2.2.1 มีค่า Blow Count ต่ำหรือน่าสงสัย หรือ

2.2.2 เสาเข็มหนีศูนย์มากที่สุด หรือ

2.2.3 อยู่ในบริเวณที่คาดว่ามีชั้นดินเลวที่สุด

2.3 เสาเข็มต้นทดสอบที่ตอกใน Clay หรือ Silt ต้องรออย่างน้อย 7 วัน จึงจะเริ่มการทดสอบน้ำหนัก แต่ถ้าตอกในทรายให้รออย่างน้อย 3 วัน

2.4 บันทึกการตอกเสาเข็มตาม ภาคผนวก ข. มทถ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม พร้อมทั้งค่าทรุดตัว และคืนตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย กราฟแสดงการทรุดตัวและคืนตัวของเสาเข็ม ถ้าใช้เสาเข็มสมอก็ให้บันทึกค่าการทรุดตัวสำหรับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย ของการตอกเสาเข็มสมอทั้งหมดด้วย

3. อุปกรณ์และเครื่องมือในการเพิ่มน้ำหนัก

3.1 ชุดเพิ่มน้ำหนัก (Hydraulic Jack with Pressure Gauge) ต้องมีใบรับรองแสดงผลทดสอบการเพิ่มหรือการลดน้ำหนัก (Calibrated and Tested Report) มาแสดงก่อนใช้เครื่องมือชุดนี้ในการปฏิบัติงานใบรับรองต้องมีอายุไม่เกิน 3 เดือน และจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ ต้องสามารถควบคุมการเพิ่มน้ำหนักเมื่อทำการทดสอบได้ โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนักที่กระทำต่อเสาเข็ม

เมื่อใช้แม่แรงน้ำมัน (Hydraulic Jack) มากกว่าหนึ่งตัว ต้องเพิ่มน้ำหนักจากปั๊มไฮดรอลิค (Hydraulic Pump) ตัวเดียวกัน และใช้ท่อจ่ายร่วม (Common Manifold) และมาตรวัดความดันอันเดียวให้ใช้ระบบอัตโนมัติ (Automatic Regulator) ในการควบคุมน้ำหนักให้คงที่เมื่อมีการทรุดตัวเกิดขึ้น

3.2 การเพิ่มน้ำหนัก โดยใช้แม่แรงน้ำมันตัวเดียวหรือหลายตัวดันโครงสร้างเหล็กที่ติดตายไว้กับ เสาเข็มสมอ จำนวนเสาเข็มสมอต้องมากพอที่จะไม่ถอนเมื่อรับแรงดึงตลอดการทดสอบและต้องมีระยะช่องห่าง (Clear Distance) จากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเสาเข็มสมอแต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 เมตร

การยึดระหว่างโครงสร้างเหล็กกับเสาเข็มสมอต้องแข็งแรงไม่มีการเคลื่อนที่ใดๆ เกิดขึ้นและต้องติดตั้งแม่แรงน้ำมัน ให้ได้กึ่งกลางที่สุดเพื่อถ่ายน้ำหนักไปยังเสาสมอได้เท่ากันทุกจุด

3.3 การเพิ่มน้ำหนักโดยใช้แม่แรงน้ำมันตัวเดียวหรือหลายตัวดันโครงสร้างเหล็กที่บรรทุกน้ำหนักนั้น น้ำหนักบรรทุกทั้งหมดบนโครงเหล็กต้องมากกว่าน้ำหนักที่จะใช้ในการทดสอบไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 จุดที่รองรับน้ำหนักต้องมีระยะช่องห่างจากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร

3.4 การเพิ่มน้ำหนักของแม่แรงน้ำมันต้องกระทำได้อย่างสม่ำเสมอ

4. การวัดการทรุดตัวของเสาเข็ม

4.1 ทั่วไป

4.1.1 มาตรวัดการทรุดตัว (Dial Gauge) ที่ใช้ในการทดสอบต้องมีระบบ และความละเอียดในการวัดค่า (Division) เหมือนกันหมดเพื่อป้องกันความผิดพลาด และเพื่อความสะดวกในการอ่านค่า ต้องสามารถวัดค่าการทรุดตัวได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และอ่านได้ละเอียดถึง 0.25 มิลลิเมตร หรือ 0.01 นิ้ว

4.1.2 คานที่ใช้รับมาตรวัดต้องเป็นคานเหล็กและติดตั้งแยกอิสระโดยให้ยึดกันเสาเหล็กหรือเสาคอนกรีตที่ตอกลึกลงในดินไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร โดยมีระยะช่องห่างจากเสาเข็มทดสอบไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เกิดการโก่งตัวและขยับไปทางด้านข้างได้ ปลายด้านหนึ่งของคานต้องขยับได้เมื่อมีการยืดหดตัวได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

4.1.3 ต้องมีการป้องกันการกระทบกระแทกเครื่องมือทั้งหมดที่ติดตั้งไว้ รวมทั้งมีการป้องกันแสงแดดและฝนที่มากระทบต่ออุปกรณ์และเครื่องมือที่ติดตั้งไว้

4.1.4 จุดที่รับขามาตรวัดการทรุดตัวทุกจุดต้องมีผิวหน้าเรียบ อาทิ แผ่นกระจก

4.1.5 หัวเสาเข็มทดสอบหรือคอนกรีตที่หล่อหุ้มเสาเข็มทดสอบต้องมีผิวหน้าเรียบได้ฉากกับแนวดิ่ง

4.2 การติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือในการวัดการทรุดตัวของเสาเข็มทดสอบ

4.2.1 ติดตั้งมาตรวัดการทรุดตัวอย่างน้อย 2 ตัว ไว้บนคานรับมาตรวัดโดยอยู่คนละด้านของหัวเสาเข็มทดสอบหรือแท่นหัวเข็ม (Pile Cap) มาตรวัดเหล่านี้ต้องให้ห่างจากจุดศูนย์กลางของหัวเสาเข็มทดสอบเท่ากันทั้งสองด้านและอยู่ตรงกันข้ามในแนวเดียวกันด้วย ต้องปรับให้ขาของมาตรวัดทุก

ตัวขนานกับทิศทางของน้ำหนักที่กระทำต่อหัวเสาเข็ม

4.2.2 ขึงเชือกเอ็นให้ตึง (โดยถ่วงด้วยน้ำหนัก) ไว้ข้างหัวเสาเข็มทดสอบด้านละเส้นอยู่ในแนวที่ตั้งได้ฉากกับแนวดิ่งและให้ผ่านไม้บรรทัดเหล็ก (Scale) ที่แนบไว้บนกระจกเงาซึ่งติดแน่นไว้กับหัวเสาเข็มทดสอบ

4.2.3 ติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อวัดการเคลื่อนที่ของเสาเข็มสมอทุกจุดตลอดเวลาที่ทำการทดสอบ ถ้าเสาเข็มสมอขยับตัวให้เลิกการทดสอบพร้อมทั้งบันทึกการคืนตัวคงที่ไว้ด้วย แล้วให้ทำการทดสอบใหม่ตามคำแนะนำของผู้ว่าจ้าง

5. การทดสอบแบบมาตรฐาน (Standard Loading)

5.1 น้ำหนักที่กระทำลงบนหน้าตัดของเสาเข็มทดสอบต้องตั้งฉากและอยู่ในแนวดิ่ง

5.2 น้ำหนักทดสอบสูงสุดเป็น 2 เท่า ของน้ำหนักที่ออกแบบเสาเข็มแต่ละต้น (Design Load)

5.3 เพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบ

5.4 ในแต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 1 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40 และ 60 นาที ตรวจสอบอัตราการทรุดตัวของเสาเข็ม ซึ่งต้องไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นตอนต่อไป ในกรณีที่รักษาน้ำหนักไว้ครบ 1 ชั่วโมง แล้วอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้รักษาน้ำหนักนั้นไว้อีก 1 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวของเสาเข็มทุกๆ 20 นาที เมื่อครบชั่วโมงที่ 2 แล้วอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ก็ให้เพิ่มน้ำหนักขั้นตอนต่อไปได้ หากอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงอีก ให้ถือว่าการทดสอบนั้นล้มเหลว หรือถึงจุดวิบัติแล้ว

5.5 เมื่อเพิ่มน้ำหนักถึง 2 เท่าของน้ำหนักที่ออกแบบแล้ว และเสาเข็มทดสอบไม่ถึงจุดวิบัติให้คง น้ำหนักไว้ 24 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวตามช่วงเวลาที่กำหนด หากอัตราการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ดำเนินการตามข้อ 4.6 แต่ถ้าอัตราการทรุดตัวยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ก็ให้รักษาน้ำหนักนั้นไว้อีก 24 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวตามช่วงเวลาที่กำหนดต่อไปอีก ถ้าอัตราทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ ดำเนินการตามข้อ 4.6 หากอัตราการทรุดตัวในช่วง 24 ชั่วโมงหลัง ยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ถือว่าการทดสอบนั้นล้มเหลว หรือถึงจุดวิบัติแล้ว การอ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวช่วง 24 ชั่วโมงแรก และ 24 ชั่วโมงหลัง ดังนี้

ทุกๆ 20 นาที	สำหรับช่วงเวลา	2	ชั่วโมงแรก
ทุกๆ 1 ชั่วโมง	สำหรับช่วงเวลา	10	ชั่วโมงต่อมา
ทุกๆ 2 ชั่วโมง	สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ		

5.6 ทำการลดน้ำหนักทุก ๆ ชั่วโมงให้เหลือเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0 บันทึก การคืนตัวทุกๆ 10 นาที และเมื่อลดน้ำหนักหมดแล้ว ให้อ่านต่อไปทุกๆ ชั่วโมง จนครบ 24 ชั่วโมง หรือการคืนตัวคงที่

5.7 ต้องอ่านค่าจากมาตรวัดการทรุดตัวทุกตัวและทุกครั้งก่อนและหลังที่มีการเปลี่ยนน้ำหนัก

6. การทดสอบถึงจุดวิบัติ (Loading to Failure)

6.1 ชุดทดสอบต้องมีสมรรถนะใช้งานได้อย่างน้อย 3 เท่า ของค่าน้ำหนักที่ออกแบบ

6.2 ก่อนดำเนินการทดสอบถึงจุดวิบัติ ให้ทำการทดสอบตามข้อ 4 ก่อน

6.3 การทดสอบถึงจุดวิบัติให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอน ดังนี้

6.3.1 เพิ่มน้ำหนักร้อยละ 50 ของน้ำหนักที่ออกแบบ และรักษาน้ำหนักไว้ 20 นาที

6.3.2 เพิ่มน้ำหนักอีกร้อยละ 10 ของน้ำหนักที่ออกแบบทุกๆ 20 นาที จนกว่าจะเกิดการวิบัติของเสาเข็มทดสอบ หรือชุดทดสอบ

6.4 ดำเนินการบันทึกผลการทดสอบตามข้อ 4.7 และต้องอ่านค่าการทรุดตัวที่ 1, 5, 10, 15 และ 20 นาที

7. การทดสอบเป็นวงจร (Cyclic Loading)

7.1 วงจรที่หนึ่งให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25 และ 50 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4.4 และเมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้ว จึงลดน้ำหนักลงทุกๆ ชั่วโมง เป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50 และ 0

7.2 วงจรที่สอง ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4.4 และเมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้วให้ทำการลดน้ำหนักทุกๆ ชั่วโมงเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50, 25 และ 0

7.3 วงจรที่สาม ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75, 100, 125, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบแต่ละขั้นตอนของการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตาม ข้อ 4.4 และเมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้วให้ทำการลดน้ำหนักทุกๆ ชั่วโมงเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0

7.4 การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 2 ชั่วโมง หรือในชั่วโมงแรก อัตราการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง แล้วแต่กรณีใดจะเกิดขึ้นก่อนจึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นต่อไป

7.5 บันทึกค่าการทรุดตัวทุกครั้งก่อนหรือหลังการเปลี่ยนน้ำหนักให้อ่านค่าที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 นาที และทุกๆ 20 นาที

7.6 เมื่อเพิ่มน้ำหนักตามข้อ 6.2 หรือ 6.3 จนถึงร้อยละ 100 หรือ 200 แล้ว เสาเข็มไม่ถึงจุดวิบัติในขณะรักษาน้ำหนักไว้ให้บันทึกค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม

ทุกๆ 20 นาที สำหรับช่วงเวลา	2 ชั่วโมงแรก
ทุกๆ 1 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลา	10 ชั่วโมงต่อมา
ทุกๆ 2 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ	

8. การรายงาน

ผลการทดสอบต้องนำมาให้ผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน หลังจากทดสอบน้ำหนักแล้วเสร็จ ซึ่งประกอบด้วย

8.1 บันทึกการตอกเสาเข็มทดสอบและเสาเข็มสมอ (ถ้าใช้) ตามภาคผนวก ข. มทถ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

8.2 ใบรับรองแสดงผลการทดสอบการเพิ่มหรือลดน้ำหนักของชุดเพิ่มน้ำหนัก

8.3 แบบแปลนรายละเอียดการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบที่ใช้

8.4 บันทึกแสดงค่าการทรุดตัวและการคืนตัว

8.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

8.5.1 การทรุดตัวและเวลา

8.5.2 น้ำหนักและเวลา

8.5.3 น้ำหนักและการทรุดตัว

8.5.4 การคืนตัวและเวลา

8.5.5 น้ำหนักและการคืนตัว

9. เกณฑ์การตัดสิน

9.1 ในระหว่างการทดสอบถ้าปรากฏว่าการทรุดตัวต่าง ๆ เกิดขึ้นเร็วหรือเกินกว่าที่กำหนด หรือไม่สิ้นสุดลงภายในเวลาที่กำหนดไว้ ให้ถือว่าการทดสอบล้มเหลวหรือถึงจุดวิบัติแล้ว

9.2 เมื่อดำเนินการทดสอบแล้ว ปรากฏว่าค่าการทรุดตัวสุทธิทั้งหมด (Total Net Settlement) หน่วยเป็นมิลลิเมตร ไม่เกินกว่า 0.25 คูณด้วย น้ำหนักที่ออกแบบ หน่วยเป็นเมตริกตันแต่ทั้งนี้ต้องไม่เกินกว่า 25 มิลลิเมตร และกราฟของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับการทรุดตัวไม่แสดงถึงจุดวิบัติก็ให้ถือว่าผลการทดสอบนี้พอกับความต้องการแล้ว

ผนวก ข. มทถ. 106-2562

การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

1. สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับได้โดยไม่ต้องใช้เสาส่ง ให้ปฏิบัติดังนี้

1.1 ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 30 เซนติเมตร ในช่วง 3 เมตรสุดท้ายของโคนเสาเข็ม

1.2 เมื่อยกเสาเข็มตั้งเข้าที่เรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินด้วยน้ำหนักของตัวเอง

1.3 ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินเมื่อวางตุ้มน้ำหนักลงบนเสาเข็ม

1.4 เมื่อตอกเสาเข็มจมเหลือระยะ 3 เมตรสุดท้าย ก่อนที่จะถึงระดับที่กำหนด ให้เริ่มบันทึกจำนวนครั้งที่ตอกต่อการจมตัวของเสาเข็มทุกระยะ 30 เซนติเมตร โดยให้ระยะยกตุ้มน้ำหนัก เป็นไปตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด

2. สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับโดยต้องใช้เสาส่งให้ปฏิบัติ ดังนี้

2.1 ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 30 เซนติเมตร ในช่วง 1.5 เมตรสุดท้ายของโคนเสาเข็ม หรือสุดแท้แต่ระยะที่ต้องใช้เสาส่ง

2.2 ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 30 เซนติเมตร ที่ส่วนล่างของตะเกียบปั้นจั่น เป็นระยะเท่ากับระยะที่ต้องส่งเสาเข็มลงไปในชั้นดินจนถึงระดับที่กำหนด

2.3 ในบันทึกการจมตัวของเสาเข็มเช่นเดียวกับที่ปฏิบัติในข้อ 1.2, 1.3 และ 1.4 ของผนวก ข. มทถ. 106 : การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

กรมทางหลวงชนบท DEPARTMENT OF RURAL ROADS

บันทึกการตอกเสาเข็ม

วันที่_____

โครงการ_____ แผ่นที่_____

สถานที่ก่อสร้าง_____จังหวัด_____ จำนวน_____แผ่น

เจ้าของโครงการ_____เจ้าของแบบ_____ แฟ้มหมายเลข_____

ผู้รับจ้าง_____ผู้ควบคุมการตอก_____

เสาเข็ม_____รูป_____ จำนวนเสาเข็มทั้งสิ้น_____ต้น ปั้นจั่นหมายเลข_____

ขนาด_____ความยาว_____ กำหนดให้ตอกถึงระดับ_____เมตร ความสูง_____เมตร

☐ เหล็ก

พื้นที่หน้าตัด_____ตารางเซนติเมตร ○ เสาส่ง ยาว_____ ลูกตุ้มหนัก_____ต้น

☐ ไม้

ผลิตภัณฑ์ของ_____ ○ เจาะนำ ø____ซ.ม. ลึก____เมตร ยกสูง_____ซ.ม.

วันที่หล่อ_____ ○ หมอนรองหัวเข็มหนา____ซ.ม.

การตอกลำดับที่										หมายเหตุ
ตำแหน่งของฐานราก										
ต้นที่										
เวลาที่ตอก	เริ่ม									
	เสร็จ									
ระยะเสาเข็มจม	ด้วยตัวเอง									
	เมื่อวางตุ้ม									
จำนวนครั้งที่ตอกในช่วง 30 ซม.	ความยืดเสาส่งจากพื้นดิน ความยาวเสาเข็มแต่ละท่อนพื้นดิน (จาก/ถึง)	3.00 / 2.70									
		2.70 / 2.40									
		2.40 / 2.10									
		2.10 / 1.80									
		1.80 / 1.50									
		1.50 / 1.20									
		1.20 / 0.90									
		0.90 / 0.60									
		0.60 / 0.30									
		0.30 / 0.00									ระดับดิน
		0.00 / -0.30									
		-0.30 / -0.60									
		-0.60 / -0.90									
		-0.90 / -1.20									
		-1.20 / -1.50									
		-1.50 / -1.80									
		-1.80 / -2.40									
		-2.40 / -2.70									
ตอกนับ 10 ครั้งสุดท้าย เสาเข็มจม	ซม.										
รวมความยาว	ตอกได้										
	ต้องตัด										
ศูนย์เสาเข็มเมื่อตอกเสร็จ	X										
	Y										

มทถ. 107 - 2562
มาตรฐานงานแผ่นยางรองรับพื้นสะพาน
(Elastomeric Bearing)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ประกอบด้วยข้อกำหนดของวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ วิธีการก่อสร้าง การควบคุมและการดำเนินการติดตั้งแผ่นยางรองสะพาน ทั้งชนิดทำจากยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

2. วัสดุ

2.1 ทั่วไป

แผ่นฐานรองยืดหยุ่นจะต้องเป็นชนิดและมีคุณสมบัติตามที่ระบุในแบบแปลนก่อสร้าง วัสดุที่ใช้ต้องผ่านการทดสอบให้ได้คุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในข้อ 3.2 ของข้อกำหนดรายละเอียดนี้

แผ่นฐานรองยืดหยุ่นชนิดก้อนจะต้องทำจากยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ ยกเว้นผู้ควบคุมงานจะยินยอมให้ใช้วัสดุชนิดอื่น และเสริมด้วยแผ่นเหล็กเหนียวที่มีกำลังคลาก ไม่น้อยกว่า 2,400 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แผ่นฐานรองยืดหยุ่นจะต้องผลิตโดยการหลอมแผ่นเหล็กและยางพร้อมกันในครั้งเดียว ขอบแผ่นเหล็กต้องทำให้เรียบ ไม่มีรอยคม และจะต้องหุ้มด้วยยางโดยรอบอย่างน้อย 4.5 มม. จากขอบถึงผิวนอกของแผ่นฐานรอง

แผ่นฐานรองยืดหยุ่นชนิดแผ่นยาวจะต้องผลิตโดยการหลอมครั้งเดียว โดยไม่เสริมเหล็ก ทำจากยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ชนิดความแข็ง 60 (60 Duro) ยาวประมาณแผ่นละ 100 เซนติเมตร ผู้ผลิตจะต้องระบุค่าสติฟเนสแรงอัดและสติฟเนสแรงเฉือนของแผ่นฐานรองแต่ละชนิดก่อนจัดส่งไปยังสถานที่ก่อสร้าง

แผ่นยางที่ใช้ผลิตตามมาตรฐาน BS5400 : Section 9.2 " Specification for Materials, Manufacture and Installation of Bridge Bearings" หรือ มาตรฐาน ASTM D4014 " Standard Specification for Plain and Steel - Laminated Elastomeric Bearings for Bridge" เท่านั้น

2.2 คุณสมบัติของวัสดุยืดหยุ่น

วัสดุยืดหยุ่นประเภทยางธรรมชาติ (Natural Rubber) จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ASTM Standard		50 Duro	60 Duro	70 Duro
Physical Properties				
D 2240	Hardness (Shore A Durometer)	50±5	60±5	70±5
D 412	Tensile Strength, Minimum psi	2,250	2,250	2,250
	Ultimate Elongation, Minimum %	450	400	300
Heat Resistance				
D 573 70 Hours at 158°F	Change in Durometer Hardness, Maximum points	10	10	10
	Change in Tensile Strength, Max %	-25	-25	-25
	Change in Ultimate Elongation, Max %	-25	-25	-25
Compression Set				
D 395 Method B	22 Hours @ 158°F, Max %	25	25	25
Ozone				
D 1149	25 pphm ozone in air by volume, 20% strain 100°F± 2°F 48 hours mounting procedure D 518, Procedure A	No Cracks	No Cracks	No Cracks
Adhesion				
D 429 Method B	Bond made during vulcanization, lb/in	40	40	40

วัสดุยึดหยุ่นต้องทำจากยางสังเคราะห์ Polychloroprene (Neoprene) มีคุณสมบัติการเสื่อมคุณภาพช้าตลอดอายุการใช้งานคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลง การสัมผัสน้ำมัน สารเคมี และโอโซน คุณสมบัติของ Neoprene จะต้องให้ได้ตามข้อกำหนดดังตารางต่อไปนี้

ASTM Standard		50 Duro	60 Duro	70 Duro
Physical Properties				
D 2240	Hardness (Shore A Durometer)	50±5	60±5	70±5
D 412	Tensile Strength, Minimum psi	2,250	2,250	2,250
	Ultimate Elongation, Minimum %	450	350	300
Heat Resistance				
D 573 70 Hours at 212°F	Change in Durometer Hardness, Maximum points	15	15	15
	Change in Tensile Strength, Max %	-15	-15	-15
	Change in Ultimate Elongation, Max %	-40	-40	-40
Compression Set				
D 395 Method B	22 Hours @ 212°F, Max %	35	35	35
Ozone				
D 1149	100 pphm ozone in air by volume, 20% strain 100°F± 2°F 100 hours mounting procedure D 518, Procedure A	No Cracks	No Cracks	No Cracks
Adhesion				
D 429 Method B	Bond made during vulcanization, lb/in	40	40	40

2.3 แผ่นเหล็กเสริม (Steel Laminate)

แผ่นเหล็กที่ใช้ต้องทำจากแผ่นเหล็กร้อย (Rolled Mild Steel) ตามมาตรฐาน BS 4360 GRADE 43A หรือมาตรฐาน ASTM A 36 และ A 570หรือมาตรฐาน JIS G3101 GRADE SS - 41 และมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ค่าหน่วยแรงดึงที่จุดคลาก ต้องไม่น้อยกว่า 245 เมกะพาสคัล

(2) ค่าหน่วยแรงดึงประลัย ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 410 ถึง 520 เมกะพาสคัล

(3) ค่าการยืดตัวประลัย ต้องไม่น้อยกว่า ร้อยละ 21

2.4 การส่งตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาใบรับรองที่ออกโดยบริษัทผู้ผลิตนำเสนอต่อวิศวกรของผู้ว่าจ้าง เพื่อแสดงว่าแผ่นฐานรองที่จัดหาได้ตามมาตรฐานข้อกำหนดข้างบน ใบรับรองจะต้องแนบผลการทดสอบจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ หรือสถาบันอื่นของทางราชการที่ได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างการทดสอบให้กระทำดังนี้

2.4.1 แผ่นฐานรองยืดหยุ่นชนิดแผ่นยาว

1) ให้ทดสอบ 1 ตัวอย่าง ทุกๆ ความยาว 100 เมตร

2) เศษที่เกิน หากมีความยาวเกินร้อยละ 50 ของที่กำหนดในข้อ 1 ให้ทำการทดสอบเพิ่มอีก 1 ตัวอย่างด้วย

2.4.2 แผ่นฐานรองยืดหยุ่นชนิดก้อน

1) ให้ทดสอบ 1 ตัวอย่าง ทุกๆ 30 ก้อนของแต่ละชนิดการเสริมเหล็ก

2) เศษที่เกิน หากมีจำนวนก้อนที่เกินร้อยละ 50 ของที่กำหนดในข้อ 1 ให้ทำการทดสอบเพิ่มอีก 1 ตัวอย่างด้วย

2.5 Non-Shrink Grout

วัสดุ Non-Shrink Grout สำเร็จรูปที่ยังไม่ได้ผสมน้ำ จะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องตามข้อกำหนด มาตรฐาน ASTM C 1107, Grade B เมื่อผสมกับน้ำสะอาด ส่วนผสมจะต้องมีความข้นเหลวในระดับไหลได้ (Flowable Consistency) ตามวิธีการทดสอบที่ระบุในข้อกำหนด มาตรฐาน ASTM C 230 มีกำลังอัดไม่น้อยกว่ากำลังอัดของคอนกรีตที่รองรับ และต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้

3. วิธีการก่อสร้าง

3.1 ทั่วไป

ผิวของแผ่นฐานรองจะต้องปราศจากสิ่งเปรอะเปื้อน และหลังจากเทพื้นสะพานเรียบร้อย แผ่นฐานรองแต่ละแผ่น และพื้นที่รอบข้าง จะต้องทำความสะอาด การวางแผ่นฐานรองต้องวางให้อยู่ในแนวราบ โดยมีความเอียงไม่เกิน 1:500 ในทุกทิศทาง

3.2 การติดตั้ง

ผิวของคอนกรีตซึ่งรองรับแผ่นฐานรองจะต้องเรียบ การติดตั้งทำโดยการกดแผ่นฐานรองอย่างระมัดระวังลงไปบน Non-Shrink Grout ที่เตรียมไว้บนผิวคอนกรีต และป้องกันมิให้มีการรบกวนจนกว่า Non-Shrink Grout จะแข็งตัว Non-Shrink Grout จะต้องหนาไม่เกิน 10 มิลลิเมตร หรือตามที่แสดงในแบบแปลน

3.3 คานหลักหล่อสำเร็จ

ในการวางคานหลักหล่อสำเร็จบนแผ่นฐานรองยืดหยุ่น ก่อนที่จะวางคานหลักจะต้องทาด้วย Epoxy Resin ที่วิศวกรของผู้ว่าจ้างให้ความเห็นชอบ ให้มีความหนาเพียงพอเพื่อปรับความไม่สม่ำเสมอระหว่างผิวของคานหลักกับแผ่นฐานรอง

3.4 การทดลองติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องทดลองการติดตั้งในแบบจำลองอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนการติดตั้งแผ่นฐานรองตัวแรก ผู้รับจ้างจะต้องแสดงวิธีการวางเพื่อให้แผ่นฐานรองวางเต็มหน้า รวมถึงการปรับตำแหน่งและระดับให้ถูกต้อง เมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานเป็นอย่างอื่นก่อนที่จะได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรของผู้ว่าจ้าง

3.5 การเก็บกองและเตรียมวัสดุ

แผ่นฐานรองยืดหยุ่นที่จัดส่งมายังสถานที่ก่อสร้าง จะต้องวางในแนวราบ บนพื้นซึ่งยกสูงเหนือพื้นดิน มีหลังคาคลุมเพื่อป้องกันความเสียหาย วัสดุเหล่านี้ต้องปราศจากฝุ่น คราบ สกปรก น้ำมัน จาระบี หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ เมื่อนำไปใช้งาน