มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

อัดแรงหล่อสำเร็จ

มอก. 396 - 2524
พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ 7 พ.ศ. 2547 จำนวน 500 เล่ม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 02 202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 99 ตอนที่ 12
วันที่ 29 มกราคม พุทธศักราช 2525

15

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ ๑๔๘
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คอนกรีตหล่อสำเร็จ

ประธานกรรมการ

ดร.สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล	ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

รองประธานกรรมการ

นายพายัพ ทองอุไทย	ผู้แทนการไฟฟ้านครหลวง

กรรมการ

นายสุภาพ นิลวรรณ	ผู้แทนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นายเสริมศักดิ์ เตชะปณิต	
ดร.วิชาญ ภู่พัฒน์	ผู้แทนกรมทางหลวง
นายประสป กระแสสินธิ์	ผู้แทนกรมโยธาธิการ
นายยงยุทธ ศรีเมฆารัตน์	
นายนิคม นามมีไชย	ผู้แทนการสื่อสารแห่งประเทศไทย
ดร.วินิต ช่อวิเชียร	ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายเกษม เพชรเกตุ	ผู้แทนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
นายเจน อินทุโสมา	ผู้แทนกรุงเทพมหานคร
ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์	ผู้แทนวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายประสงค์ เอี่ยมอนันต์	ผู้แทนสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์

นายชุมพล นิมิตรบรรณสาร	ผู้แทนการรถไฟแห่งประเทศไทย
นายโกมล จูตระกูล	ผู้แทนบริษัท พี.ซี.ซี. (๑๙๖๕) จำกัด
นายวิชา รุจิเทศ	ผู้แทนบริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำ
นายบุญเสียง บุญยะรัตกานนท์	ผู้แทนบริษัท ทรัสท์คอนกรีตอัดแรง จำกัด
นายวิโรจน์ จินะณรงค์	
นายจรูญ ชินาลัย	ผู้แทนบริษัท เยนเนอรัล เอ็นยิเนียริ่ง จำ
นายณรงค์ เจริญพานิช	
นายชัชวาล ชัยเฉนียน	ผู้แทนบริษัท ยูไนเต็ดคอนสตรัคชั่นแมทิเรีย
นายประลอง พงษ์คุณ	จำกัด
นายสัจจา วรรธนะกุล	ผู้แทนบริษัท เข็มคอนกรีตสปัน จำกัด
นายแสวง เพ็ชรสุริยา	

กรรมการและเลขานุการ

นายสมคิด แสงนิล	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหก

ปัจจุบันมีการใช้เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ ในการก่อสร้างโดยทั่ว ๆ ไป ดังนั้นเพื่อความมั่นคงและปลอดภัยในการก่อสร้าง จึงเห็นสมควรกำหนดมาตรฐานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จนี้ เป็นเล่มหนึ่งในชุดมาตรฐานคอนกรีตหล่อสำเร็จประเภทเสาเข็มคอนกรีต ซึ่งมีทั้งหมด ๕ เล่ม คือ

มาตรฐานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

มาตรฐานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

มาตรฐานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จแบบแรงเหวี่ยง

มาตรฐานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรง หล่อสำเร็จแบบแรงเหวี่ยง

มาตรฐานเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จขนาดสั้น

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๑๑

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๖๗ (พ.ศ.๒๕๒๔)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ มาตรฐานเลขที่ มอก.๓๙๖-๒๕๒๔ ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๒๔

จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ปฏิบัติราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

อัดแรงหล่อสำเร็จ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ การทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ ซึ่งทำโดยการหล่อคอนกรีตหุ้มลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงที่ใช้เสริมกำลัง ภายหลังที่ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กตีเกลียวสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงนั้นถูกยึดออกตามเกณฑ์กำหนด (pretensioning method) เสาเข็มนี้มีวัตถุประสงค์ใช้รองรับฐานรากที่ตัวเข็มรับแรงอัดเป็นส่วนใหญ่และ เสาเข็มนี้ใช้เฉพาะในสถานที่ที่อยู่ในบริเวณน้ำจืดเท่านั้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 เสาเข็ม หมายถึง เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

2.2 คอนกรีตหุ้ม (covering) หมายถึง ระยะสั้นที่สุดระหว่างผิวเหล็กเสริมกับผิวของคอนกรีต

2.3 รอยพรุน หมายถึง รูหรือโพรงซึ่งเกิดขึ้นในเนื้อคอนกรีตเนื่องจากความบกพร่องในกระบวนการทำ

2.4 มวลผสมหยาบ (coarse aggregate) หมายถึง วัสดุผสมซึ่งส่วนใหญ่จะค้างอยู่บนแร่งขนาด 4.75 มิลลิเมตร

2.5 ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หมายถึง ลวดเหล็กรับแรงดึงสูงที่เป็นเส้นเดี่ยว

2.6 ลวดเหล็กตีเกลียว (strand) หมายถึง ลวดเหล็กตีเกลียวสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง ที่ประกอบด้วยลวดเหล็กรับแรงดึงสูงมากกว่า 1 เส้น ตีเกลียวเข้าด้วยกัน

2.7 การเสื่อมสูญการอัดแรง (losses) หมายถึง การที่ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กตีเกลียวสูญแรงเค้นดึงตามขั้นตอนต่าง ๆ เนื่องจากความล้าของเหล็กเสริมตามยาว การหดตัวของคอนกรีต ความล้าของคอนกรีต และการหดตัวอิลาสติกของเสาเข็ม

2.8 สัญลักษณ์ของความเค้นต่าง ๆ ที่ใช้ในมาตรฐานนี้ มีดังต่อไปนี้

2.8.1 f'_c หมายถึง ความเค้นอัดสูงสุดที่แท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานสามารถรับได้

2.8.2 f'_{ci} หมายถึง ความเค้นอัดสูงสุดที่แท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐานสามารถรับได้ ก่อนจะตัดหรือปล่อยลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงหรือลวดเหล็กตีเกลียว (maximum compressive stress of concrete at stress transfer)

2.8.3 f_{ci} หมายถึง ความเค้นอัดที่ยอมให้คอนกรีตรับได้มากที่สุดขณะตัดหรือปล่อยลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กตีเกลียว (allowable compressive stress in concrete at or shortly after stress transfer)

2.8.4 f_{ca} หมายถึง ความเค้นอัดใช้งานที่ยอมให้คอนกรีตรับได้มากที่สุดตลอดเวลาที่รับน้ำหนักอยู่ โดยรวมความเค้นอัดของลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กตีเกลียวและน้ำหนักบรรทุก (allowable compressive stress, inclusive of prestress, in concrete under design loads in service) และความเค้นอัดใช้งานในสภาพแรงดัดที่ยอมให้คอนกรีตรับได้มากที่สุด ตลอดเวลาที่รับน้ำหนัก ซึ่งเกิดจากแรงยกและแรงกระแทกโดยรวมความเค้นอัดของลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กตีเกลียว (allowable flexural compressive stress, inclusive of prestress, in concrete under handling and transporting bending)

2.8.5 f_{ta} หมายถึง ความเค้นดึงที่ยอมให้คอนกรีตรับได้มากที่สุดขณะขนส่งหรือยกขึ้นตอกและการใช้งาน (allowable tensile stress in concrete corresponding to its conditions)

2.8.6 f'_s หมายถึง ความเค้นดึงสูงสุดที่ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงหรือลวดเหล็กดีเกลียวสามารถรับได้ (maximum tensile stress of wire or strand)

2.9 ความเค้นดึงเริ่มแรก (initial prestress of wire or strand) หมายถึง ความเค้นดึงในลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กดีเกลียวก่อนเกิดการเสื่อมสูญการอัดแรง

2.10 ความเค้นดึงประสิทธิผล (effective prestress of wire or strand) หมายถึง ความเค้นดึงในลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง หรือลวดเหล็กดีเกลียวหลังจากเกิดการเสื่อมสูญการอัดแรง

2.11 ความกว้างที่น้อยที่สุด (W) หมายถึง ส่วนที่แคบที่สุดของรูปภาคตัดขวางทั้งหมดของเสาเข็ม มีวิธีการหาได้โดยการหมุนภาคตัดขวางของเสาเข็มในระหว่างเส้นคู่ขนานจนได้ระยะแคบที่สุด

2.12 แท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐาน หมายถึง แท่งคอนกรีตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร (ประมาณ 6 นิ้ว) สูง 300 มิลลิเมตร (ประมาณ 12 นิ้ว)

2.13 โมเมนต์ดัดที่ออกแบบ (design bending moment) หมายถึง โมเมนต์ที่คำนวณโดยคิดน้ำหนักของตัวเสาเข็ม รวมกับน้ำหนักแผ่สม่ำเสมออีกร้อยละ 30 ของน้ำหนักของตัวเสาเข็ม

3. รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3.1 รูปร่าง

เสาเข็มจะมีรูปร่างของภาคตัดขวางแบบใดก็ได้ แต่จะต้องให้จุดศูนย์ถ่วงของภาคตัดขวางทับจุดศูนย์กลางของเสาเข็ม

3.2 มิติ

3.2.1 คอนกรีตหุ้ม ต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

3.2.2 ส่วนที่บางที่สุดของภาคตัดขวางเสาเข็มต้องไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร หรือ 2 เท่าของคอนกรีตหุ้มบวกด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือความหนาของเหล็กเสริมโดยใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

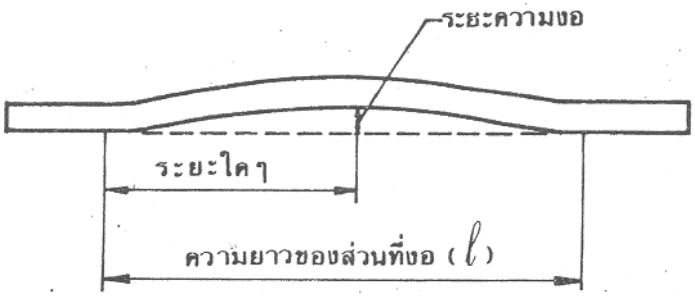
3.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3.3.1 มิติของภาคตัดขวางแต่ละด้านวัดที่ใดๆ ก็ตามตลอดความยาวจะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ $^{+\ 5.0}_{-\ 2.5}$ และมิติของเส้นรอบรูปวัดที่ใด ๆ ก็ตามตลอดความยาว จะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ $^{+\ 5.0}_{-\ 1.0}$

3.3.2 ความยาว จะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm$ 50 มิลลิเมตร(จากความยาวระบุ)

3.3.3 ปลายด้านตัดของเสาเข็ม ต้องมีผิวหน้าเรียบและตั้งฉากกับแนวแกนสะเทิน (neutral axis) ของเสาเข็มโดยจะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm$ 2 องศา

3.3.4 เสาเข็มต้องมีลำต้นตรง ระยะความงอที่ส่วนใด ๆ ของเสาเข็มนี้ถ้าวัดระหว่างเส้นตรงที่ต่อปลายทั้งสองของส่วนงอ กับผิวด้านใด ๆ ก็ตามต้องไม่เกิน $\frac{\ell}{360}$ ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวัดความงอ
(ข้อ 3.3.4)

4. วัสดุ

4.1 ปูนซีเมนต์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก.15 เล่ม 1

4.2 มวลผสม ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มวลผสมคอนกรีต ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ASTM C 33) ขนาดใหญ่สุดของมวลผสมหยาบต้องไม่เกิน 30 มิลลิเมตร และต้องเล็กกว่า 2 ใน 5 ของความหนาของเสาเข็ม

4.3 คอนกรีต

ความเค้นต่าง ๆ ในคอนกรีต ให้เป็นไปดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเค้นต่าง ๆ ในคอนกรีต
(ข้อ 4.3)

ตารางที่ ความเค้นต่าง ๆ ในคอนกรีต

ความเค้นต่าง ๆ ในคอนกรีต		นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ประมาณ)
f'_c	ไม่น้อยกว่า	35	350
f'_{ci}	ไม่น้อยกว่า	24.5	245
f_{ci}	ไม่น้อยกว่า	$0.45\ f'_c$	
f_{ca}	ก. ในสภาพใช้งานต้องไม่มากกว่า ข. ในสภาพแรงดัดต้องไม่มากกว่า	$0.33\ f'_c$ $0.45\ f'_c$	
f_{ta}	ก. การขนส่งหรือการยกขึ้นคอกต้องไม่มากกว่า	$0.502\sqrt{f'_c}$	$1.59\sqrt{f'_c}$
	ข. การใช้งานต้องไม่มากกว่า	$0.372\sqrt{f'_c}$	$1.19\sqrt{f'_c}$

4.4 เหล็กเสริมตามยาว

4.4.1 ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง มาตรฐานเลขที่ มอก.95

4.4.2 ลวดเหล็กดีเกลียว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลวดเหล็กดีเกลียวสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม JIS G 3536 หรือ ASTM A 416)

4.5 เหล็กปลอกและเหล็กเสริมพิเศษ

4.5.1 เหล็กเส้นกลม ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กเส้นกลม มาตรฐานเลขที่ มอก.20

4.5.2 เหล็กข้ออ้อย ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้ออ้อย มาตรฐานเลขที่ มอก.24

4.5.3 เหล็กเส้นแบนและสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นแบนและสี่เหลี่ยมจัตุรัส มาตรฐานเลขที่ มอก.55

4.5.4 ลวดเหล็ก ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลวดเหล็ก มาตรฐานเลขที่ มอก.194

4.5.5 เหล็กรีดซ้ำ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กรีดซ้ำ มาตรฐานเลขที่ มอก.211

5. การทำ

5.1 คอนกรีต

5.1.1 ต้องผสมคอนกรีตด้วยเครื่องผสมคอนกรีต เนื้อคอนกรีตต้องมีส่วนผสมสม่ำเสมอ และต้องหล่อต่อเนื่องกันตลอดทั้งต้น

5.1.2 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตให้ชั่งน้ำหนักทุกครั้ง ส่วนน้ำอาจวัดเป็นปริมาตรได้

5.1.3 ต้องใช้เครื่องเขย่า (vibrator) หรือเครื่องมืออื่น ๆ เพื่อทำให้เนื้อคอนกรีตแน่นสม่ำเสมอกัน

5.2 เหล็กเสริม

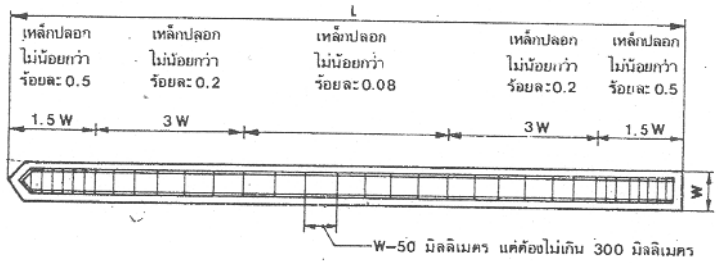
5.2.1 เหล็กเสริมตามยาว ต้องมีข้อกำหนดในการทำดังนี้

5.2.1.1 ความเค้นดึงเริ่มแรก ต้องไม่เกิน $0.70\ f'_s$

5.2.1.2 ความเค้นดึงประสิทธิผล ต้องไม่เกิน $0.60\ f'_s$

5.2.2 ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมตามยาว ต้องไม่น้อยกว่า 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมตามยาว และต้องไม่น้อยกว่า $1\frac{1}{3}$ เท่าของขนาดใหญ่ที่สุดของมวลผสมหยาบ

5.3 เหล็กปลอก จะต้องยึดติดกับเหล็กเสริมตามยาวให้มั่นคงและต้องมีปริมาณเป็นร้อยละของปริมาตรของคอนกรีตในช่วงนั้น ๆ ตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปริมาณเหล็กปลอก
(ข้อ 5.3)

5.4 หัวต่อ

5.4.1 วัสดุที่ใช้ทำหัวต่อต้องมีคุณสมบัติทางกลไม่ด้อยกว่าตัวเสาเข็ม

5.4.2 หัวต่อต้องยึดแน่นติดกับตัวเสาเข็มจนมีคุณสมบัติทางกลไม่ด้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม

5.4.3 จุดศูนย์กลางภาคตัดขวางของหัวต่อต้องอยู่ในแนวแกนสะเทินของเสาเข็ม

5.4.4 ขนาดของหัวต่อเมื่อต่อกับตัวเสาเข็มแล้ว จะยื่นล้ำออกไปนอกผิวของเสาเข็มส่วนที่อยู่ติดกับหัวต่อนั้นได้ ไม่เกิน 2.5 มิลลิเมตร

5.5 การตัดหรือปล่อยเหล็กเสริมตามยาว

จะทำได้เมื่อคอนกรีตมีความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 24.5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

5.6 การบ่ม

5.6.1 เสาเข็มทุกต้นต้องผ่านการบ่มจะโดยวิธีใดก็ตาม จนกว่าคอนกรีตจะมีความต้านแรงอัดตามที่กำหนดไว้ในข้อ 6.2.1

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 คุณสมบัติทั่วไป

6.1.1 เนื้อคอนกรีตต้องแน่นสม่ำเสมอ และไม่มีรอยพรุนหรือรอยแตกซึ่งลึกถึงเหล็กเสริม

6.1.2 เสาเข็มยอมให้มีรอยร้าวต่อเนื่องกันได้ไม่เกิน ครึ่งหนึ่งของเส้นรอบรูป และต้องทำมุมระหว่าง 80 ถึง 90 องศากับแนวแกนสะเทิน รอยร้าวที่เกิดขึ้นแต่ละรอยต้องห่างกันเกิน 500 มิลลิเมตร

6.1.3 เสาเข็มจะต้องแสดงตำแหน่งจุดยกไว้ให้ชัดแจ้ง ถ้าออกแบบให้ยกเป็นจุด ให้ทำเป็นเครื่องหมาย หรือทำเป็นรูร้อยหรือที่จับยึดสำหรับยกไว้ ถ้าออกแบบให้ยกโดยวิธีอื่นต้องแสดงวิธีการยกไว้ด้วย

6.2 คุณลักษณะทางกล

6.2.1 เนื้อคอนกรีต ต้องมีค่าความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 35 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีต ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ASTM C 39)

6.2.2 คุณสมบัติในการรับแรงที่เกิดขึ้นจากการยกและการกระแทก เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ก. รอยร้าวที่เกิดขึ้น ณ ตำแหน่งใด ๆ จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร

6.2.3 คุณสมบัติของหัวต่อ

เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ข. ต้องไม่เกิดรอยร้าวในช่วงหัวกด กว้างเกิน 0.2 มิลลิเมตร

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่เสาเข็มทุกต้นอย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นอย่างชัดเจนและถาวร ที่ระยะประมาณ 500 มิลลิเมตร จากปลายที่ตอก

(1) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย

(2) พื้นที่ภาคตัดขวาง หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือเส้นรอบรูปอย่างใดอย่างหนึ่งและความยาว

(3) วัน เดือน ปีที่ทำ

(4) ตำแหน่งของจุดยก

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.1 รุ่น หมายถึง เสาเข็มที่มีรูปร่างและมิติของภาคตัดขวางเดียวกัน

8.2 ความต้านแรงอัดของเนื้อคอนกรีต

8.2.1 ขนาดตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่าง 10 ชุดตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากปริมาณคอนกรีตที่ใช้ทำเสาเข็ม เพื่อการตรวจสอบ 100 ต้นในรุ่นเดียวกัน ปริมาณคอนกรีตที่ใช้ทำเสาเข็มน้อยกว่า 100 ต้น ให้ถือเป็น 100 ต้น (เศษของ 100 ต้นที่ไม่เกิน 30 ต้น ให้ปัดทิ้งไม่ต้องชักตัวอย่าง)

8.2.2 วิธีการชักตัวอย่าง

จำนวนตัวอย่าง 1 ชุด ให้ชักตัวอย่างจากเครื่องผสมอย่างน้อย 3 ครั้ง โดยชักตัวอย่างคอนกรีตที่อยู่ประมาณ $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ และ $\frac{2}{3}$ ของเครื่องผสมแล้วนำมาผสมรวมกันเป็น 1 ชุดตัวอย่าง ปริมาณคอนกรีตที่เก็บ 1 ชุดตัวอย่างต้องมากพอที่จะหล่อตัวอย่างแท่งทดสอบอย่างน้อย 2 แท่ง ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างครั้งแรกกับตัวอย่างครั้งสุดท้ายที่จะนำมารวมกันและหล่อเป็นแท่งตัวอย่างเสร็จต้องใช้เวลาไม่เกิน 15 นาที ในกรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ได้ตามเวลาที่กำหนด ให้ชักตัวอย่างจากคอนกรีตที่อยู่ที่ใดที่หนึ่งประมาณ $\frac{1}{2}$ ถึง $\frac{2}{3}$ ของเครื่องผสมเป็น 1 ชุดตัวอย่างได้

8.2.3 เกณฑ์ตัดสิน

ให้ตัดสินจากตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ f'_c 10 ชิ้นตัวอย่างและ f'_{ci} อีก 10 ชิ้นตัวอย่างที่ชักมาตามข้อ 8.2.1 และ 8.2.2 และเมื่อทดสอบแล้ว ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ถ้าตัวอย่างทดสอบทั้งหมดเป็นไปตามข้อ 6.2.1 ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด

(2) ถ้าตัวอย่างทดสอบ 1 ตัวอย่าง ไม่เป็นไปตามข้อ 6.2.1 แต่ยังมีค่าสูงกว่าร้อยละ 85 และตัวอย่างทั้งหมดมีค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยถึง 1.05 เท่าของความต้านแรงอัดที่กำหนด ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด

(3) ถ้าตัวอย่างทดสอบ 1 ตัวอย่าง ไม่เป็นไปตามข้อ 6.2.1 และมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 85 หรือตัวอย่างทดสอบ 1 ตัวอย่างไม่เป็นไปตามข้อ 6.2.1 แต่มีค่าสูงกว่าร้อยละ 85 และตัวอย่างทดสอบทั้งหมดมีค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยไม่ถึง 1.05 เท่าของความต้านแรง

อัตที่กำหนดให้ หรือมีตัวอย่างทดสอบไม่เป็นไปตามข้อ 6.2.1 ตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไป ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด

8.3 การรับแรงที่เกิดขึ้นจากการยกและการกระแทก

8.3.1 ให้ชักตัวอย่างได้เมื่อเสาเข็มนั้นมีกำลังตามเกณฑ์กำหนดโดยวิธีสุ่มตัวอย่างจากจำนวนเสาเข็มเพื่อการตรวจสอบ 100 ต้นในรุ่นเดียวกัน ให้ชักตัวอย่าง 3 ต้น จำนวนเสาเข็มที่น้อยกว่า 100 ต้น ให้ถือเป็น 100 ต้น (เศษของ 100 ต้นที่ไม่เกิน 15 ต้นให้ปัดทิ้งไม่ต้องชักตัวอย่าง)

8.3.2 เกณฑ์ตัดสิน

ถ้าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ 3 ต้น จาก 100 ต้น ไม่เป็นไปตามข้อ 6.2.2 ตั้งแต่ 2 ต้นขึ้นไป ให้ถือว่าเสาเข็มในรุ่นนั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด แต่ถ้าเสาเข็มต้นใดต้นหนึ่งไม่เป็นไปตามข้อ 6.2.2 ให้นำตัวอย่างเสาเข็มในรุ่นเดียวกันนั้นมาอีก 2 ต้น ผลการทดสอบของเสาเข็มที่นำมาใหม่ทั้ง 2 ต้น ต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.2 จึงจะถือว่าเสาเข็มทั้งหมดในรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด

8.4 คุณสมบัติของหัวต่อ

8.4.1 ให้ชักตัวอย่างได้เมื่อเสาเข็มนั้นมีกำลังตามเกณฑ์กำหนดโดยวิธีสุ่มจากจำนวนเสาเข็มเพื่อการตรวจสอบในรุ่นเดียวกันให้ชักตัวอย่าง 2 ต้น และถือเป็น 1 ชุดตัวอย่าง

8.4.2 เกณฑ์ตัดสิน

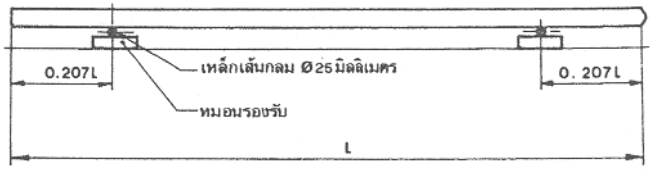
ผลการทดสอบต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.3

ผนวก ก.

การทดสอบการรับแรงที่เกิดขึ้นจากการยกและการกระแทก (ข้อ 6.2.2)

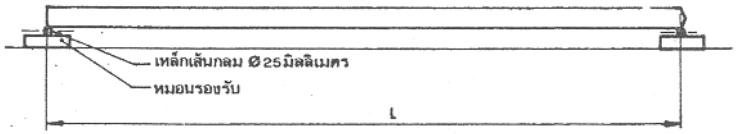
ก.1 การวางขึ้นทดสอบ

ก.1.1 เสาเข็มที่มีจุดยก 2 จุด



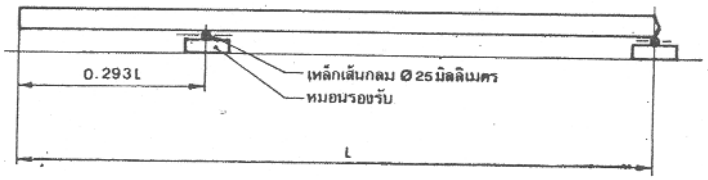
รูปที่ ก.1 แสดงการทดสอบเสาเข็มที่มีจุดยก 2 จุด (ข้อ ก.1.1)

ก.1.2 เสาเข็มที่มีจุดยกจุดเดียวอยู่ตรงกึ่งกลางเสาเข็ม



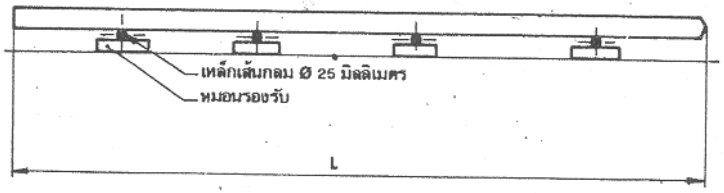
รูปที่ ก.2 แสดงการทดสอบเสาเข็มที่มีจุดยกจุดเดียว อยู่ตรงกึ่งกลาง (ข้อ ก.1.2)

ก.1.3 เสาเข็มที่มีจุดยกจุดเดียวอยู่ข้างใดข้างหนึ่ง



รูปที่ ก.3 แสดงการทดสอบเสาเข็มที่มีจุดยกจุดเดียวอยู่ข้างใดข้างหนึ่ง (ข้อ ก.1.3)

ก.1.4 เสาเข็มที่ออกแบบไว้ให้มีจุดยกตั้งแต่สองจุดขึ้นไป ให้ทดสอบโดยการวางหมอนที่รองรับตามจำนวนจุดยก



รูปที่ ก.4 แสดงการทดสอบเสาเข็มที่มีจุดยกหลายจุด (ข้อ ก.1.4)

หมายเหตุ สำหรับข้อ ก.1.1 และ ก.1.3 ในกรณีที่จุดยกห่างจากปลายมีระยะไม่เท่ากับระยะที่กำหนดให้ ให้ถือตำแหน่งจุดยกเป็นจุดที่ใช้หมอนรองรับ

ก.2 วิธีทดสอบ

ก.2.1 วางเสาเข็ม ให้ด้านของเสาเข็มที่ออกแบบไว้สำหรับรับแรงตามข้อ 6.2.2 ให้สัมผัสกับหมอนรองรับตามข้อ ก.1

ก.2.2 ให้เพิ่มน้ำหนักแผ่สม่ำเสมอบนเสาเข็มตลอดความยาวอีกร้อยละ 30 ของน้ำหนักเสาเข็ม แล้วสังเกตดูรอยร้าว