

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๑๓๒ (พ.ศ. ๒๕๕๒)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คอนกรีตผสมเสร็จ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตผสมเสร็จ มาตรฐานเลขที่
มอก. 213 - 2520

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ ๒๖๕ (พ.ศ. ๒๕๒๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตผสมเสร็จ ลงวันที่ ๒๕ มีนาคม
พ.ศ. ๒๕๒๐ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตผสมเสร็จ มาตรฐานเลขที่
มอก. 213 - 2552 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด ๓๖๕ วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๒

ชาญชัย ชัยรุ่งเรือง

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คอนกรีตผสมเสร็จ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด ประเภทและชั้นคุณภาพ วัสดุ การทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบคอนกรีตผสมเสร็จซึ่งผสมจากโรงงานหรือโดยรถผสมคอนกรีต และส่งถึงสถานที่ก่อสร้าง
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงการเทและการบ่มคอนกรีต

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

- 2.1 คอนกรีตผสมเสร็จ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “คอนกรีต” หมายถึง คอนกรีตในสภาพเหลวที่ง่ายไปย้งที่หล่อ และพร้อมใช้งานได้ทันที
- 2.2 มวลรวม (aggregate) หมายถึง วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ เช่น หินย่อย กรวด ทราช
- 2.3 สารผสมเพิ่ม (admixture) หมายถึง วัสดุที่นอกเหนือไปจากมวลผสมปูนซีเมนต์ หรือน้ำซึ่งเติมลงไปก่อนหรือในขณะที่ผสมคอนกรีต เพื่อเปลี่ยนแปลงสมบัติของคอนกรีต
- 2.4 การผสมกบที่ (central mixing) หมายถึง การผสมคอนกรีตซึ่งผสมเสร็จสมบูรณ์ที่โรงงาน
- 2.5 การผสมโดยรถ (truck mixing) หมายถึง การผสมคอนกรีตซึ่งผสมเสร็จสมบูรณ์ในรถผสม
- 2.6 รถผสม (truck mixer) หมายถึง รถซึ่งผสมและขนส่งคอนกรีตได้
- 2.7 รถกวน (truck agitator) หมายถึง รถซึ่งกวนคอนกรีตที่ผสมเสร็จสมบูรณ์แล้ว และขนส่งได้
- 2.8 รถขนส่ง (truck) หมายถึง รถซึ่งใช้ขนส่งคอนกรีตที่ผสมเสร็จสมบูรณ์แล้ว และต้องป้องกันน้ำรั่วได้

3. ชนิด ประเภท และชั้นคุณภาพ

- 3.1 คอนกรีตแบ่งตามวิธีการผสม เป็น 2 ชนิด คือ
 - 3.1.1 ชนิดผสมกบที่
 - 3.1.2 ชนิดผสมโดยรถ
- 3.2 คอนกรีตแบ่งตามชนิดของปูนซีเมนต์ เป็น 2 ประเภท คือ
 - 3.2.1 ประเภทปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
 - 3.2.2 ประเภทปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน

3.3 คอนกรีตแบ่งตามความต้านแรงอัดของคอนกรีต เป็น 13 ชั้นคุณภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพของคอนกรีต
(ข้อ 3.3 และข้อ 6.3)

| ชื่อชั้นคุณภาพ | ความต้านแรงอัด (เมื่ออายุ 28 วัน) | |
|----------------|---|---|
| | Mpa | |
| | ไม่น้อยกว่า | |
| | แท่งทรงกระบอก Ø ขนาด 150 mm × 300 mm | แท่งทรงลูกบาศก์ ขนาด 150 mm × 150 mm |
| C14.5/18 | 14.5 | 18.0 |
| C17/21 | 17.0 | 21.0 |
| C19.5/24 | 19.5 | 24.0 |
| C23/28 | 23.0 | 28.0 |
| C25/30 | 25.0 | 30.0 |
| C27/32 | 27.0 | 32.0 |
| C30/35 | 30.0 | 35.0 |
| C33/38 | 33.0 | 38.0 |
| C35/40 | 35.0 | 40.0 |
| C37/42 | 37.0 | 42.0 |
| C40/45 | 40.0 | 45.0 |
| C45/50 | 45.0 | 50.0 |
| C50/55 | 50.0 | 55.0 |

4. วัสดุ

4.1 ปูนซีเมนต์

4.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตาม มอก.15 เล่ม 1

4.1.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลาน ตาม มอก.849

4.2 มวลรวม

ตามมอก. 566

4.3 น้ำ

ต้องสะอาด ปราศจากกรด ด่าง น้ำมัน และสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่จะก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของคอนกรีต

4.3.1 น้ำที่ใช้บริโภคได้ให้นำมาผสมคอนกรีตได้โดยไม่ต้องทดสอบ

4.3.2 น้ำที่ใช้บริโภคไม่ได้ให้ทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ตามตารางที่ 2 และปริมาณสารที่ยอมให้มีได้ในน้ำผสมคอนกรีตตามตารางที่ 3

ตารางที่ 2 สมบัติทางฟิสิกส์

(ข้อ 4.3.2)

| สมบัติทางฟิสิกส์ | เกณฑ์ที่กำหนด | วิธีทดสอบ |
|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| ความต้านแรงอัดของคอนกรีตที่อายุ 7 วัน | ไม่น้อยกว่า 90% ของความต้านแรงอัดของคอนกรีตควบคุม | ASTM C31/C31M ASTM C39/C39M |
| ระยะเวลาก่อตัว | ไม่เร็วกว่า 1 h และ ไม่ช้ากว่า 1 h 30 min จากคอนกรีตควบคุม | ASTM C403/C403M |

หมายเหตุ การเปรียบเทียบต้องเป็นคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกัน โดยเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตทดสอบที่ผสมโดยใช้น้ำที่ต้องการทดสอบเทียบกับคอนกรีตควบคุมที่ผสมโดยน้ำกลั่น

ตารางที่ 3 ปริมาณสารที่ยอมให้มีได้ในน้ำผสมคอนกรีต

(ข้อ 4.3.2)

| สารที่ยอมให้มีได้ในน้ำผสมคอนกรีต | ปริมาณที่ยอมให้ mg/L | วิธีทดสอบ |
|---|----------------------|------------|
| คลอไรด์ในรูปของ Cl ไม่เกิน | 500 | ASTM C114 |
| ซัลเฟตในรูปของ SO ₄ ไม่เกิน | 3 000 | ASTM C114 |
| ด่างในรูปของ Na ₂ O+0.658 K ₂ O ไม่เกิน | 600 | ASTM C114 |
| สารแขวนลอย ไม่เกิน | 50 000 | ASTM C1603 |

4.4 สารกระจายกักฟองอากาศสำหรับคอนกรีต

ตาม มอก.874

4.5 สารผสมเพิ่ม

ตาม มอก.733

4.6 ถ้าวางจากถ่านหินใช้เป็นวัสดุผสมคอนกรีต

ตาม มอก.2135

5. การทำ

5.1 การเก็บรักษาวัสดุ

- 5.1.1 ปูนซีเมนต์ ต้องเก็บรักษาในที่เก็บ ซึ่งป้องกันความชื้นได้ และต้องไม่ทำให้ปูนซีเมนต์ต่างชนิดกันปนกัน
- 5.1.2 ถ้าวางจากถาดนินที่ใช้เป็นวัสดุผสมคอนกรีต ต้องเก็บรักษาในที่เก็บซึ่งป้องกันความชื้นได้
- 5.1.3 มวลรวม ต้องกองโดยป้องกันไม่ให้เปราะเปื้อนและต้องไม่ให้มวลรวมต่างชนิดหรือต่างขนาดปนกัน
- 5.1.4 น้ำผสมคอนกรีต สารกระจายกักฟองอากาศสำหรับคอนกรีต และสารผสมเพิ่ม ต้องบรรจุในภาชนะที่ป้องกันการรั่ว และสิ่งแปลกปลอมเจือปนได้

5.2 การหาปริมาณส่วนผสม

- 5.2.1 ปูนซีเมนต์ ให้หาปริมาณโดยการชั่งน้ำหนัก และใช้เครื่องชั่งเฉพาะสำหรับชั่งปูนซีเมนต์ ถ้าน้ำหนักที่ชั่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของสมรรถนะสูงสุดของเครื่องชั่ง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ ± 1 และปริมาณปูนซีเมนต์ ร่วมกับวัสดุผสมเพิ่มยอมให้คลาดเคลื่อนได้ร้อยละ ± 1 และกรณีการผสมคอนกรีต ปริมาณน้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณปูนซีเมนต์และปริมาณปูนซีเมนต์ร่วมกับวัสดุผสมเพิ่ม ยอมให้ไม่น้อยกว่า ค่าที่กำหนดและไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดร้อยละ 4
- 5.2.2 มวลรวม ให้หาปริมาณโดยการชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่ชั่งคิดรวมน้ำหนักวัสดุแห้งบวกน้ำหนักความชื้นที่อยู่ในมวลรวม (ซึ่งส่วนที่ถูกดูดซึมและส่วนที่อยู่พื้นผิว)
กรณีทำการชั่งมวลรวมแต่ละชนิดแบบแยกชั่ง ปริมาณของมวลรวมในส่วนผสมคอนกรีตที่ชั่งแต่ละครั้ง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ ± 2
สำหรับการชั่งมวลรวมแบบชั่งสะสม ปริมาณที่ชั่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของสมรรถนะสูงสุดของเครื่องชั่ง น้ำหนักสะสมแล้วหลังการชั่งแต่ละครั้งยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ ± 1 ของน้ำหนักสะสมแต่ละช่วง กรณีน้ำหนักที่ชั่งน้อยกว่าร้อยละ 30 ของสมรรถนะสูงสุดของเครื่องชั่งยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ ± 0.3 ของสมรรถนะสูงสุดของเครื่องชั่ง หรือไม่เกินร้อยละ ± 3 ของน้ำหนักสะสมที่ชั่งแล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่า
- 5.2.3 น้ำผสมคอนกรีต (mixing water) หมายถึงน้ำที่เติมในคอนกรีต (added water) น้ำแข็งที่เติมในส่วนผสม น้ำส่วนที่เป็นความชื้นที่พื้นผิวของมวลรวม และน้ำที่อยู่ในน้ำยาผสมคอนกรีต
น้ำที่เติมในคอนกรีต ให้หาปริมาณโดยการชั่งหรือตวง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ ± 1 ของน้ำหนักทั้งหมดที่ต้องการใช้ผสมคอนกรีต
น้ำแข็งที่เติมในส่วนผสม ต้องบดเป็นก้อนเล็ก ๆ ให้หาปริมาณโดยการชั่ง และต้องผสมจนน้ำแข็งละลายหมด จึงใช้เทคอนกรีตได้
กรณีที่ผสมโดยรถ น้ำล้างโมโต ๆ ที่เหลืออยู่ในโม เมื่อใช้ผสมคอนกรีตครั้งต่อไปจะต้องวัดปริมาณโดยละเอียด หากทำไม่ได้ ให้คายน้ำทิ้งจากโมทั้งหมดก่อนผสมคอนกรีตครั้งต่อไป ปริมาณน้ำทั้งหมด (รวมน้ำล้างโม) ต้องตวงหรือชั่ง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ ± 3 ของปริมาณน้ำที่กำหนด
- 5.2.4 สารผสมเพิ่ม สารผสมเพิ่มที่เป็นผงให้หาปริมาณโดยวิธีชั่งน้ำหนัก สารผสมเพิ่มที่เป็นของเหลว ให้หาปริมาณโดยวิธีชั่งน้ำหนักหรือตวงเป็นปริมาตร ปริมาณที่ชั่งยอมให้คลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ ± 3 ของปริมาณที่กำหนดทั้งหมด หรือปริมาณกำหนดทางบวกหรือปริมาณกำหนดทางลบ หรือปริมาณที่ใช้ต่อปูนซีเมนต์ 50 กิโลกรัม แล้วแต่ค่าใดจะมากกว่า

5.3 โรงงานผสมคอนกรีต

- 5.3.1 ที่จัดเก็บวัสดุ ต้องแยกมวลผสมหยาบ มวลผสมละเอียด และจัดวางให้ใช้งานได้อย่างดีมีประสิทธิภาพ และสะดวก มีการแยกตัวกันในกะบะยกน้อยที่สุด
- 5.3.2 เครื่องควบคุม ต้องอยู่ใกล้ผู้ปฏิบัติงานและสะดวกในการควบคุม
- 5.3.3 เครื่องชั่ง ต้องตรวจสอบเป็นประจำ ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของสมรรถนะสูงสุดของเครื่องชั่ง

5.4 การผสมคอนกรีต

การผสมคอนกรีตให้ใช้วิธีข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

5.4.1 การผสมกับที่มีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 5.4.1.1 ต้องผสมจนเนื้อคอนกรีตสม่ำเสมอ ให้ทดสอบตามข้อ 6.2
- 5.4.1.2 ถ้าไม่ทดสอบความสม่ำเสมอ การผสมคอนกรีตต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 1 นาทีต่อการผสมคอนกรีตไม่เกิน 0.75 ลูกบาศก์เมตร และต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 15 วินาที ต่อปริมาณคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 0.75 ลูกบาศก์เมตร

5.4.2 การผสมโดยตรง มีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 5.4.2.1 ต้องผสมจนเนื้อคอนกรีตสม่ำเสมอ ให้ทดสอบตามข้อ 6.2
- 5.4.2.2 ถ้าไม่ทดสอบความสม่ำเสมอ ต้องให้รถผสมคอนกรีตหมุนไม่น้อยกว่า 70 รอบและไม่เกิน 100 รอบต่อความเร็วของการผสม (mixing speed) ที่กำหนดของเครื่อง

5.5 การขนส่ง

มีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 5.5.1 ถ้าใช้รถผสม ขนส่งคอนกรีตตามข้อ 5.4.1 ให้ใส่คอนกรีตได้ไม่เกินร้อยละ 80 ของปริมาตรทั้งหมด และถ้าใช้ขนส่งคอนกรีตตามข้อ 5.4.2 ให้ใส่คอนกรีตได้ไม่เกินร้อยละ 63 ของปริมาตรทั้งหมด และต้องถ่ายคอนกรีต (discharge) ออกจากโมให้หมดภายในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที หลังจากเริ่มผสม
- 5.5.2 ถ้าใช้รถกวาน ขนส่งคอนกรีตตามข้อ 5.4.1 ให้ใส่คอนกรีตได้ไม่เกินร้อยละ 80 ของปริมาตรทั้งหมด และต้อง ถ่ายคอนกรีตออกจากโมให้หมดภายในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที หลังจากเริ่มผสม
- 5.5.3 ถ้าใช้รถขนส่ง ขนส่งระยะสั้น ๆ จะต้องถ่ายคอนกรีต ออกให้หมดภายในเวลา 30 นาที หลังจากเริ่มผสม

หมายเหตุ 1. เวลาที่เริ่มผสมให้นับจากเวลาที่เริ่มใส่น้ำ

2. เวลาที่กำหนดในข้อ 5.5 ไม่ใช้กับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3

3. เวลาที่กำหนดในข้อ 5.5 อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามการตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

คอนกรีตต้องมีเนื้อสม่ำเสมอ ไม่มีการแยกตัวของมวลรวม
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความสม่ำเสมอ

คอนกรีตต้องมีสมบัติความสม่ำเสมอของคอนกรีตตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สมบัติความสม่ำเสมอของคอนกรีต

(ข้อ 6.2)

| ลำดับ | การทดสอบ | หน่วย | เกณฑ์สูงสุดที่ยอมให้แตกต่างของตัวอย่างที่เก็บมาจาก 2 ชุดตัวอย่าง |
|-------|--|-------------------|--|
| 1 | มวลต่อลูกบาศก์เมตรของคอนกรีตที่ปราศจากอากาศ | kg/m ³ | 16 |
| 2 | ปริมาณอากาศในคอนกรีต สัดส่วนโดยปริมาตร | % | 1.0 |
| 3 | ความยุบตัว | ไม่เกิน 100 | mm |
| | | เกิน 100 | mm |
| 4 | ปริมาณมวลรวมหยาบในคอนกรีตที่ค้างอยู่บนร่อนขนาด 4.75 mm สัดส่วนโดยน้ำหนัก | % | 6.0 |
| 5 | มวลต่อปริมาตรของมอร์ตาร์ที่ปราศจากอากาศ | % | 1.6 |
| 6 | ความต้านแรงอัดเฉลี่ย 3 แห่งที่อายุ 7 วัน | % | 7.5 |

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9

6.3 ความต้านแรงอัด

คอนกรีตแต่ละชั้นคุณภาพต้องมีความต้านแรงอัดตามตารางที่ 1

การออกแบบค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต แนะนำให้เป็นไปตามภาคผนวก ข

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.409 การชักตัวอย่างให้เป็นไปตาม มอก.1736 เล่ม 1 การหล่อและการบ่มให้เป็นไปตาม มอก.1736 เล่ม 2

7. เครื่องหมายและฉลาก

- 7.1 ที่รถกวนหรือรถผสมหรือเครื่องผสมคอนกรีตที่ใช้ผสมคอนกรีตอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย และชัดเจน
- (1) ความจุทั้งหมดของรถกวนหรือรถผสมหรือเครื่องผสมคอนกรีตที่ใช้ผสมคอนกรีต เป็นลูกบาศก์เมตร
 - (2) เลขที่รถกวนหรือรถผสมหรือรถขนส่ง
 - (3) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- 7.2 ที่เอกสารสำหรับส่งมอบให้กับผู้ซื้อ อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมาย แสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นอย่างชัดเจน
- (1) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
 - (2) ลำดับที่ของใบส่งของ
 - (3) เลขที่รถกวนหรือรถผสมหรือรถขนส่ง
 - (4) ชื่อผู้ซื้อ
 - (5) ชื่องานและสถานที่
 - (6) ชนิด ประเภทและชั้นคุณภาพ
 - (7) ปริมาณคอนกรีต
 - (8) เวลาที่เริ่มผสมและเวลาที่ถ่ายคอนกรีตออกจนหมด
 - (9) ความยุบตัว
 - (10) ขนาดที่ใหญ่ที่สุดของมวลรวม
 - (11) สารผสมเพิ่ม
 - (12) เวลาถ่ายคอนกรีตออกจากเครื่องผสมคอนกรีตจนหมดหลังจากเริ่มผสม
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

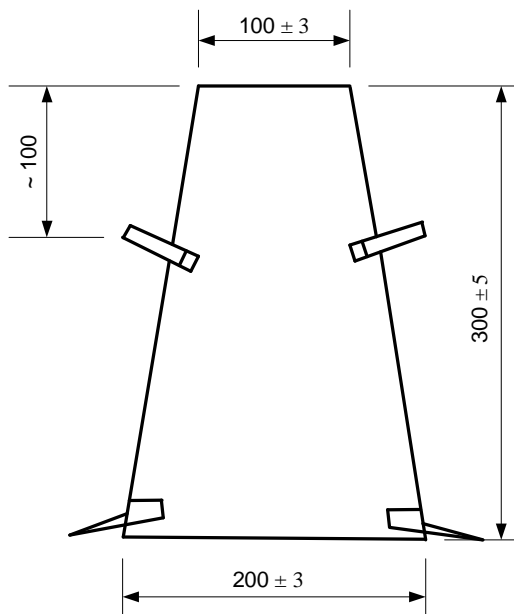
- 8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

9. การทดสอบ

- 9.1 มวลต่อลูกบาศก์เมตรของคอนกรีตที่ปราศจากอากาศ
ให้เป็นไปตาม ASTM C 138/C138M
- 9.2 ความยุบตัว
- 9.2.1 เครื่องมือ
- 9.2.1.1 กรวยเหล็กต้องมีความหนาพอที่จะไม่บิดเบี้ยวเสียรูป มีรูปร่างและขนาดตามรูปที่ 1
 - 9.2.1.2 แท่งเหล็กกลมสำหรับกระทุ้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร ปลายด้านที่ใช้กระทุ้ง เป็นรูปมน

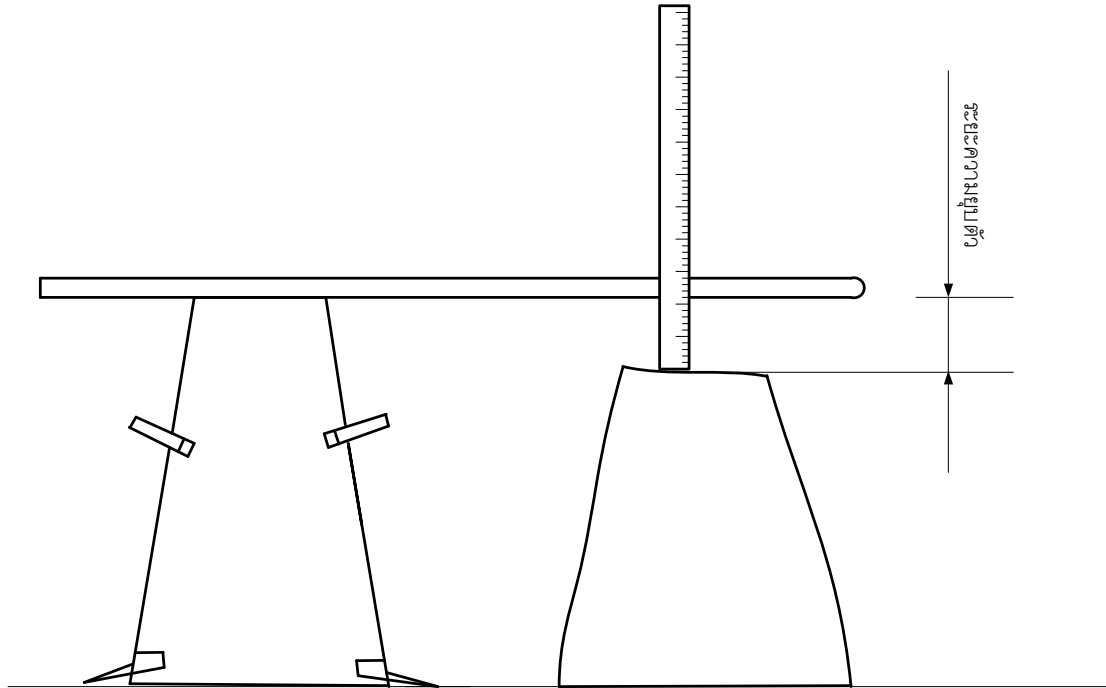
9.2.2 วิธีทดสอบ

วางกรวยเหล็กบนพื้นราบและเรียบที่ไม่ดูดซึมน้ำ ใส่คอนกรีตประมาณ 1 ใน 3 ของความสูงของกรวย ใช้แท่งเหล็กกระทุ้งให้ทั่ว 25 ครั้ง เติมคอนกรีตครั้งที่สองลงไปให้ได้ประมาณ 2 ใน 3 ของความสูงของกรวย แล้วใช้แท่งเหล็กกระทุ้งให้ทั่วกันอีก 25 ครั้ง เติมคอนกรีตครั้งสุดท้ายให้เต็มจนล้นกรวย แล้วกระทุ้งให้ทั่วกัน อีก 25 ครั้ง จากนั้นใช้แท่งเหล็กปาดขอบบนของกรวยให้คอนกรีตส่วนที่เกินหลุดออกไป ยกกรวย ขึ้นตรง ๆ ช้า ๆ ระวังอย่าให้กระทบเนื้อคอนกรีตภายในกรวย วัดระยะความยุบตัวของคอนกรีต ตามรูปที่ 2



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 1 กรวยเหล็ก
(ข้อ 9.2.1.1)



รูปที่ 2 การวัดระยะความยวบตัว
(ข้อ 9.2.2)

9.3 ปริมาตรอากาศในคอนกรีต

ให้ปฏิบัติตาม ASTM C 173/C 173M หรือ ASTM C 231

9.4 ปริมาณมวลรวมหยาบในคอนกรีตและหน่วยน้ำหนักของมอร์ตาร์ที่ปราศจากอากาศ

9.4.1 เครื่องมือ

9.4.1.1 ภาชนะที่มีปริมาตรไม่น้อยกว่าปริมาตรของลูกบาศก์ขนาด 150 มิลลิเมตร \times 150 มิลลิเมตร \times 150 มิลลิเมตร และปราศจากรูรั่ว

9.4.1.2 เครื่องชั่ง ความละเอียดถึงร้อยละ 0.1

9.4.1.3 เครื่องอบอุณหภูมิคงที่ ที่ (110 ± 5) องศาเซลเซียส

9.4.2 วิธีทดสอบ

ใช้ตัวอย่างคอนกรีตประมาณ 7.5 กิโลกรัม ใส่ในภาชนะอัดให้แน่นปาดหน้าให้เรียบเสมอขอบบน จะได้ปริมาตร คอนกรีตซึ่งคำนวณได้จากขนาดภายในของภาชนะ (เป็นค่า V) ชั่งน้ำหนักคอนกรีต (เป็นค่า b) แล้วนำไป ล้างในน้ำสะอาดทันที เพื่อแยกมวลรวมจากซีเมนต์ แล้วนำมวลรวมไปร่อนในร่อน ขนาด 4.75 มิลลิเมตร นำมวลรวมที่ค้างอยู่บนร่อนไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งอีกครั้งหนึ่ง (เป็นค่า c)

9.4.3 การคำนวณ

9.4.3.1 ปริมาณมวลรวมหยาบในคอนกรีต

ปริมาณมวลรวมหยาบในคอนกรีต คำนวณได้จากสูตร

$$W = \frac{c}{b} \times 100$$

เมื่อ W คือ ปริมาณมวลรวมหยาบในคอนกรีต สัดส่วนโดยน้ำหนักเป็นร้อยละ

c คือ น้ำหนัก (ในอากาศ) ของมวลรวมหยาบอบแห้งที่ค้างอยู่บนแรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เป็นกิโลกรัม

b คือ น้ำหนักตัวอย่างคอนกรีต เป็นกิโลกรัม

9.4.3.2 มวลต่อปริมาตรของมอร์ตาร์ที่ปราศจากอากาศ

มวลต่อปริมาตรของมอร์ตาร์ที่ปราศจากอากาศ คำนวณได้จากสูตร

$$M = \frac{b-c}{V - \left(\frac{V \times A}{100} + \frac{c}{1000G} \right)}$$

เมื่อ M คือ มวลต่อปริมาตรของมอร์ตาร์ เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

b คือ น้ำหนักตัวอย่างคอนกรีต เป็นกิโลกรัม

c คือ น้ำหนัก (ในอากาศ) ของมวลรวมอบแห้งที่ค้างอยู่ในแรงขนาด 4.75 mm เป็นกิโลกรัม

V คือ ปริมาตรของตัวอย่างคอนกรีต เป็นลูกบาศก์เมตร

A คือ ปริมาตรอากาศในคอนกรีต (ที่หาได้ในข้อ 9.3) เป็นร้อยละ

G คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของมวลรวมหยาบ

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 8.1)

- ก.1 รุ่นในที่นี้หมายถึง คอนกรีตชนิด ประเภท และชั้นคุณภาพเดียวกันที่มีส่วนผสมเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบ หรือซื้อขาย ในระยะเวลาเดียวกัน โดยมีปริมาตรไม่เกิน 115 ลูกบาศก์เมตร
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป ความสม่ำเสมอ และเครื่องหมายและฉลาก
- ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 2 ชุดตัวอย่าง ตัวอย่างละประมาณ 50 กิโลกรัม ชักตัวอย่างครั้งแรกเมื่อถ่ายคอนกรีตออกมาประมาณร้อยละ 15 ของปริมาณคอนกรีตใน 1 คัน ช่วงเวลาที่เก็บ ตัวอย่างแรกกับตัวอย่างหลังต้องไม่เกิน 20 นาที
- ก.2.1.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.1 ข้อ 6.2 และข้อ 7 ทุกข้อ จึงจะถือว่าคอนกรีตรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด
- ก.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 2 ชุดตัวอย่าง โดยชักตัวอย่างคอนกรีตที่อยู่ประมาณ $1/3$ $1/2$ และ $2/3$ ของปริมาณคอนกรีตใน 1 คัน ใช้ตัวอย่างทั้งหมดประมาณ 75 กิโลกรัม แล้วนำมาผสมรวมกันเป็น 1 ชุดตัวอย่าง ปริมาณคอนกรีตที่เก็บ 1 ชุดตัวอย่าง ต้องมากพอที่จะหล่อ แท่งตัวอย่างทดสอบอย่างน้อย 5 แท่ง ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างครั้งแรกกับครั้งสุดท้ายที่จะนำมาผสมกัน และหล่อเป็นแท่งตัวอย่างเสร็จต้องใช้เวลาไม่เกิน 15 นาที ในกรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่าง 3 ครั้งได้ตามเวลาที่กำหนด ให้ชักตัวอย่างคอนกรีตที่อยู่ประมาณ $1/2$ ถึง $2/3$ ของปริมาณคอนกรีตในรถ 1 คัน เป็น 1 ชุดตัวอย่างได้
- ก.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.3 ทุกแห่งจึงจะถือว่าคอนกรีตรุ่นนั้นเป็นไปตาม เกณฑ์ที่กำหนด ถ้าตัวอย่างทดสอบ 1 แท่งไม่เป็นไปตามข้อ 6.3 แต่ต้องสูงกว่าร้อยละ 85 ของเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 1 และตัวอย่างทั้งหมด มีค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยถึง 1.1 เท่าของความต้านแรงอัดที่กำหนด ในตารางที่ 1 ให้ถือว่าคอนกรีตรุ่น นั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าตัวอย่างทดสอบ 1 แท่งไม่เป็นไปตามข้อ 6.3 และต่ำกว่าร้อยละ 85 ของเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 1 หรือตัวอย่างทดสอบ 1 แท่งไม่เป็นไปตามข้อ 6.3 แต่สูงกว่าร้อยละ 85 ของเกณฑ์ที่กำหนด ในตารางที่ 1 และตัวอย่างทดสอบทั้งหมดที่ค่าความต้าน แรงอัดเฉลี่ยไม่ถึง 1.1 เท่าของความต้านแรงอัด ที่กำหนด ในตารางที่ 1 หรือมีตัวอย่างทดสอบไม่เป็นไปตามข้อ 6.3 ตั้งแต่ 2 แท่งขึ้นไป ให้ถือว่า คอนกรีตรุ่นนั้น ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.3 เกณฑ์ตัดสิน
- ตัวอย่างคอนกรีตต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 และข้อ ก.2.2.2 จึงจะถือว่าคอนกรีตรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข. (ข้อแนะนำ)

การออกแบบค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต

(ข้อ 6.3)

- ข.1 เนื่องจากความผันแปรของวัสดุ กระบวนการผลิต กระบวนการทดสอบ ความต้านแรงอัดเฉลี่ย เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดนี้จะต้องมีค่าสูงกว่าความต้านแรงอัดระบุที่มากพอควร ค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่จะสูงกว่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการทดสอบความต้านแรงอัด และความแม่นยำจากการทดสอบ
- ข.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้านแรงอัดเพื่อคำนวณความต้านแรงอัดในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตที่สูงกว่าความต้านแรงอัดระบุ ทำได้โดยเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อทดสอบความต้านแรงอัด 30 ตัวอย่างติดต่อกัน โดยใช้ส่วนผสมคอนกรีตที่ออกแบบไว้ และคำนวณค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ย จากตารางที่ ข.1
- กรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลเพื่อคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ ให้คำนวณค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ต้องการจากตารางที่ ข.2

ตารางที่ ข.1 ความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ต้องการ กรณีมีข้อมูลในการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(ข้อ ข.2)

| ความต้านแรงอัดระบุ f'_c | ความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ต้องการ f'_{cr} Mpa |
|--------------------------------------|--|
| เมื่อ f'_c เท่าหรือน้อยกว่า 35 MPa | $f'_{cr} = f'_c + 1.34s$ หรือ $f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 3.45$ ใช้ค่าที่มากกว่า |
| เมื่อ f'_c มากกว่า 35 MPa | $f'_{cr} = f'_c + 1.34s$ หรือ $f'_{cr} = 0.90 f'_c + 2.33s$ ใช้ค่าที่มากกว่า |

- เมื่อ f หมายถึง ความต้านแรงอัดระบุ
 f'_{cr} หมายถึง ความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ต้องการ
 s หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ข.2 ความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ต้องการ กรณีไม่มีข้อมูลในการคำนวณค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(ข้อ ข.2)

| ความต้านแรงอัดระบุ f'_c MPa | ความต้านแรงอัดเฉลี่ยที่ต้องการ f'_{cr} MPa |
|----------------------------------|---|
| น้อยกว่า 21 | $f'_c + 7.0$ |
| 21 ถึง 35 | $f'_c + 8.5$ |
| มากกว่า 35 | $1.10 f'_c + 5.0$ |