

บทที่ 13

การทดสอบระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต (Setting Time of Concrete)

บทนำ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต (Setting Time of Concrete) ซึ่งมีประโยชน์เพราะทำให้ทราบว่า เมื่อระยะเวลาเท่าใดที่ยังสามารถผสม เท อัดแน่น แต่งผิวคอนกรีต และระยะเวลาที่คอนกรีตสามารถเริ่มรับกำลังได้ ทำให้สามารถวางแผนการทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างคอนกรีตได้ถูกต้อง

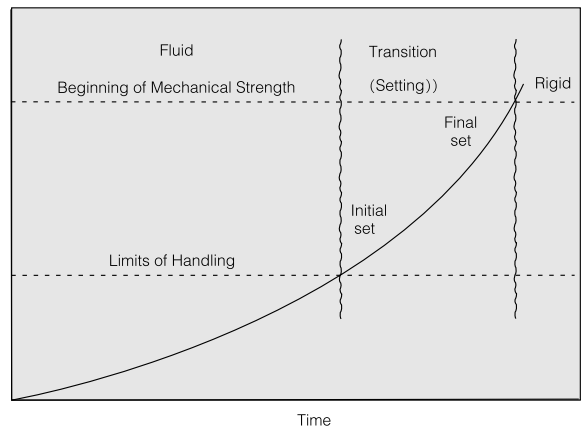
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การก่อตัว (Setting) และการแข็งตัว (Hardening) ถือเป็นลักษณะทางกายภาพที่แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของปูนซีเมนต์ ซึ่งการก่อตัวของคอนกรีต คือ กระบวนการเริ่มแข็งตัวของคอนกรีตสด โดยมีระยะเวลาที่สำคัญอยู่ 2 ช่วง ดังรูปคือ

1. ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น (Initial Setting Time) เป็นระยะเวลาที่บอกให้ทราบว่าภายในช่วงเวลาดังกล่าวนี้คอนกรีตยังสามารถที่จะผสม เท อัดแน่น และแต่งผิวได้ (Limit of Handling)

2. ระยะเวลาการก่อตัวสุดท้าย (Final Setting Time) เป็นระยะเวลาที่คอนกรีตเริ่มเข้าสู่สภาพการแข็งตัวและเริ่มพัฒนากำลังอัด (Beginning of Mechanical Strength)

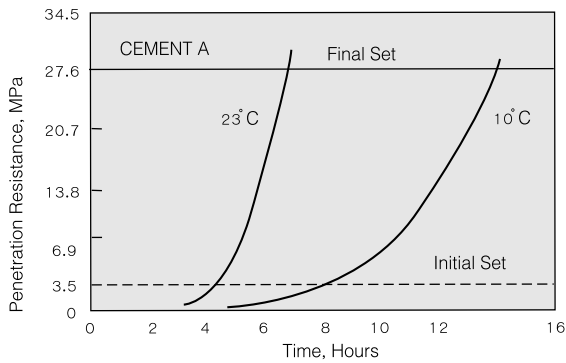
ค่าทั้งสองนี้เป็นค่าที่ถูกตั้งขึ้นโดยการทดสอบหาความต้านทานการกด (Penetration Resistance) ของมอร์ต้าที่ได้จากการร่อนคอนกรีตผ่านตะแกรงมาตรฐาน ซึ่งการทดสอบทำโดย การเทมอร์ต้าลงในภาชนะมาตรฐานทรงลูกบาศก์ แล้ววัดแรงที่ใช้ในการกดหัวกดให้จมลงไปใคอนกรีต 2.5 ซม. ต่อจากนั้นคำนวณหาค่าแรงกดต่อพื้นที่เพื่อนำมาเขียนกราฟ ระหว่างแรงต้านของเนื้อมอร์ต้าต่อพื้นที่กับระยะเวลาหลังผสม ซึ่งระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น (Initial Setting Time) และ



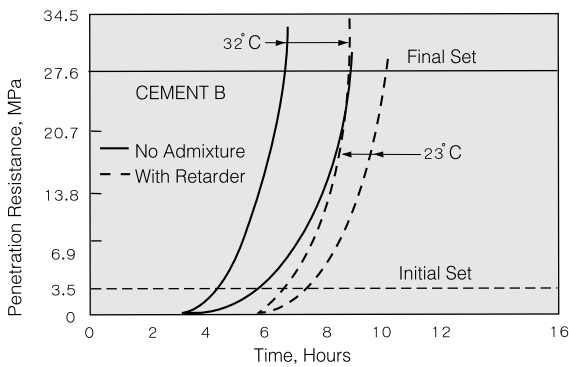
รูปที่ 1 ขั้นตอนการก่อตัวและการแข็งตัว (จากหนังสือ Concrete Structure, Properties, and Materials; Mehta & Monteiro)

ระยะเวลาการก่อตัวสุดท้าย (Final Setting Time) คือ ระยะเวลาที่แรงต้านทานต่อพื้นที่เท่ากับ 500 ปอนด์/ตร.นิ้ว (3.5 MPa) และ 4,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว (27.6 MPa) ตามลำดับ

ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อระยะเวลาการก่อตัว เมื่ออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ของคอนกรีตเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการก่อตัวก็จะเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ชนิดของปูนซีเมนต์ อุณหภูมิ และน้ำยาผสมคอนกรีตก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระยะเวลาการก่อตัวด้วยเช่นกัน



รูปที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต (จากหนังสือ Concrete Structure, Properties, and Materials; Mehta & Monteiro)



รูปที่ 3 ผลของน้ำยาหน่วงการก่อตัวต่อระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต (จากหนังสือ Concrete Structure, Properties, and Materials; Mehta & Monteiro)

การทดสอบระยะเวลาการก่อตัว

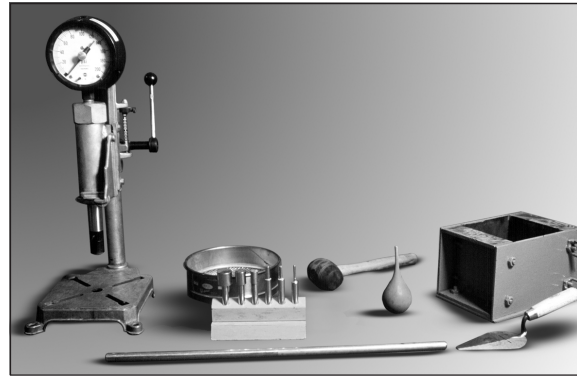
มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 403

Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixture by Penetration Resistance

อุปกรณ์

1. เครื่องมือหาเวลาการก่อตัวของคอนกรีต
2. ตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4
3. เหล็กต๋าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม.
4. แบบรูปทรงลูกบาศก์ 15 x 15 x 15 ซม.
5. ค้อนยาง ลูกยาง เทอร์โมมิเตอร์ เกรียงเหล็ก



รูปที่ 4 อุปกรณ์ทดสอบระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต

วิธีทดสอบ

1. นำคอนกรีตร้อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4
2. นำส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เทลงแบบลูกบาศก์ที่เตรียมไว้ โดยใส่ให้ความสูงต่ำกว่าขอบแบบประมาณครึ่งซม.
3. ใช้เหล็กต๋าให้ทั่วพื้นที่ ใช้ค้อนยางเคาะด้านข้างแบบเพื่อไล่ฟองอากาศออกจากส่วนผสม
4. วัดอุณหภูมิ
5. ปาดผิวหน้าให้เรียบ
6. วางทิ้งไว้เมื่อมีน้ำลอยขึ้นมาให้ ใช้ลูกยางดูดน้ำออก
7. ยกแบบวางบนเครื่องทดสอบที่ใส่หั่วกดไว้เรียบร้อยแล้ว แล้วกดให้หั่วกดจมในเนื้อคอนกรีต 2.5 ซม. จดค่าน้ำหนักที่ขึ้นบนสเกล เวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนถึงเวลากดและขนาดของหั่วกด หั่วกดที่ใช้มีให้เลือกตั้งแต่ขนาดพื้นที่ 1 1/2 1/4 1/10 1/20 1/40 ตร.นิ้ว ในการทดสอบจะเลือกหั่วกดให้เหมาะสมกับสภาพคอนกรีต โดยในช่วงแรกจะใช้หั่วกดขนาดใหญ่ และเมื่อเวลาผ่านไปคอนกรีตยิ่งแข็งตัว จะเลือกหั่วกดขนาดเล็กลง ในการทดสอบต้องหาแรงต้านทานอย่างน้อย 6 จุด เพื่อนำมาเขียนกราฟ

การคำนวณ

$$\text{แรงต้านทาน} = \frac{\text{น้ำหนักที่อ่านได้จากสเกล}}{\text{พื้นที่หั่วกด}}$$

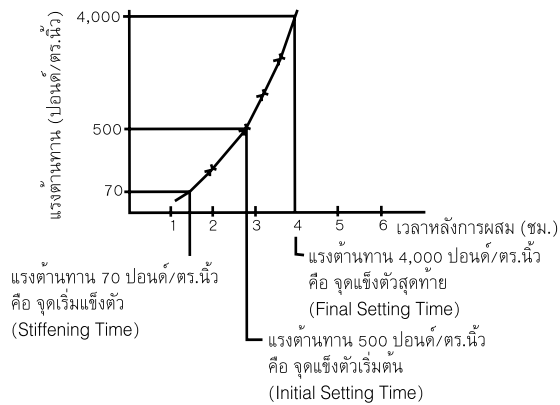
การเขียนกราฟ

เมื่อได้ค่าแรงต้านทานและเวลาหลังจากการผสม นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟ

แกนนอน คือ เวลาหลังจากการผสมคอนกรีต หน่วยเป็น ชม.

แกนตั้ง คือ ค่าแรงต้านทาน หน่วยเป็นปอนด์/ตร.นิ้ว หรือ กก./ตร.ซม.

ลงจุดที่ได้และลากเส้นกราฟ จากนั้นนำกราฟมาหาค่าเวลาการก่อดัวของคอนกรีต

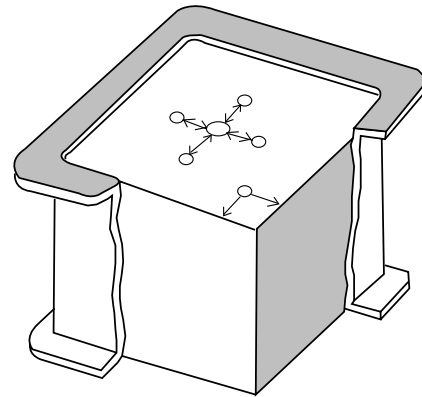


รูปที่ 5 กราฟแสดงวิธีการหาเวลาการก่อดัวของคอนกรีต

ข้อควรระวัง

1. ในการใช้หวักดคอนกรีต ระยะระหว่างช่องที่กด ต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของหวักดที่ใช้ และต้องไม่น้อยกว่า 1/2"

2. จุดที่กดจะต้องห่างจากขอบไม่น้อยกว่า 1"



รูปที่ 6 ระยะช่องว่างของการทดสอบเวลาการก่อดัว