

บทที่ 14

การทดสอบการเยิ้ม (Bleeding)

บทนำ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าการเยิ้มของคอนกรีต การเยิ้มของคอนกรีตมีผลต่อความแข็งแรงของผิวด้านบนของคอนกรีต กำลังอัด และความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในคอนกรีต

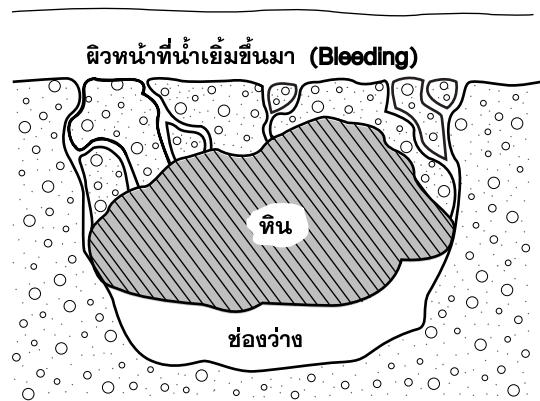
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเยิ้ม (Bleeding) คือ การคายน้ำจากส่วนผสมคอนกรีตที่มีเหลือจากการทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ โดยปรากฏการณ์นี้มีลักษณะที่สำคัญคือ น้ำบางส่วน (ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เบาที่สุดของส่วนผสม) จะถูกดันให้ลอยตัวขึ้นมาบนผิวหน้าของคอนกรีต อันเนื่องมาจากการจมลงของมวลรวม (องค์ประกอบที่หนักกว่า) โดยการเยิ้มเป็นรูปแบบหนึ่งของการแยกตัว ซึ่งมีสาเหตุมาจากความสามารถของส่วนผสม ที่จะกักน้ำที่แผ่กระจายอยู่เอาไว้ขณะที่มวลรวมจมลง และการเยิ้มจะหยุดเมื่อซีเมนต์เพสต์แข็งตัวพอที่จะหยุดกระบวนการจมลงของมวลรวม

การเยิ้มจะส่งผลต่อคุณภาพของคอนกรีตใน 2 ลักษณะ

1. การเยิ้มจะส่งผลให้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่บริเวณผิวสูงขึ้น กำลังอัดและความทนทานจะลดลง นอกจากนี้ถ้า น้ำที่ลอยขึ้นมา นั้นพามวลรวมละเอียดขึ้นมาด้วย จะทำให้เกิดชั้นของส่วนละเอียดบนผิวหน้า (Laitance) ซึ่งเป็นรูปพรุนไม่แข็งแรง และมีความต้านทานต่อการเสียดสีต่ำ เมื่อถูกเสียดสีจะแตกเป็นฝุ่น (Dusting) ในที่สุด ดังนั้นถ้าเกิดส่วนละเอียดบนผิวหน้า (Laitance) ก่อนการเทคอนกรีตชั้นต่อไปจะต้องสกัดและล้างผิวหน้าที่เสียออกให้หมดเสียก่อน
2. นอกจากน้ำที่ลอยขึ้นมาแล้วน้ำบางส่วนจะถูกกักไว้ได้มวลรวมหยาบหรือเหล็กเสริม ทำให้แรงยึดเหนี่ยว

ระหว่างซีเมนต์เพสต์กับมวลรวม หรือเหล็กเสริมลดลงอย่างมาก และเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจะเกิดช่องว่างที่น้ำซึมผ่าน (Capillary pores) ที่เรียงตัวในทิศทางเดียว ทำให้การซึมผ่านของน้ำในคอนกรีตเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นโพรงอากาศเหล่านี้ยังทำให้ความสามารถในการรับแรงของคอนกรีตในโครงสร้างต่ำลง



รูปที่ 1 การเยิ้มของคอนกรีตก่อให้เกิดช่องว่างเรียงตัวในทิศทางเดียว

การเยิ้มไม่ได้ก่อให้เกิดผลเสียต่อคอนกรีตเสมอไป เพราะถ้าอัตราที่น้ำเยิ้มขึ้นมาเท่ากับอัตราการระเหยแล้วจะทำให้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ลดลง ซึ่งจะส่งผลให้กำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มขึ้น ยกเว้นถ้าอัตราการระเหยมากกว่าอัตราการเยิ้ม อาจก่อให้เกิดการแตกร้าวอันเนื่องมาจากการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วได้ (Plastic Shrinkage Crack)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเยิ้ม (Bleeding)

1. คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ การเยิ้มจะลดลงเมื่อใช้ปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้น
2. องค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ที่เป็นต่างมาก หรือมี C_3A มาก จะมีการเยิ้มน้อย

3. อุณหภูมิสูงจะเพิ่มอัตราการเยิ้มแต่ไม่กระทบต่อปริมาณน้ำที่เยิ้มรวม
4. สัดส่วนของคอนกรีตที่มีปริมาณมวลรวมละเอียดที่มีขนาดเล็กกว่า 150 มม. (#100) และปริมาณปูนซีเมนต์มากจะมีแนวโน้มเกิดการเยิ้มน้อยกว่า
5. สารกักกระจายฟองอากาศ และสารปอซโซลานจะช่วยลดการเยิ้ม

การทดสอบการเยิ้มของคอนกรีต

มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 232

Standard Test Method for Bleeding of Concrete

อุปกรณ์

1. ภาชนะเหล็กใส่คอนกรีตมีปริมาตรประมาณ 0.5 ลบ.ฟุต โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในประมาณ $10 \pm 1/4$ " (25.1 ± 0.64 ซม.) และสูงประมาณ $11 \pm 1/4$ " (27.9 ± 0.64 ซม.)
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. กระบอแก้วที่มีความจุประมาณ 100 มล.
4. ลูกยาง
5. เหล็กดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 ซม.
6. ค้อนยาง เกรียงเหล็ก และช้อนตัก



รูปที่ 2 อุปกรณ์ทดสอบค่าการเยิ้ม

วิธีทดสอบ

1. ตักคอนกรีตใส่ลงในภาชนะโดยแบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นต่า 25 ครั้งและเคาะด้านข้างด้วยค้อนยาง 10-15 ครั้ง
2. ปรับระดับผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบโดยพยายามใช้เกรียงให้น้อยที่สุด ผิวบนสุดควรต่ำกว่าขอบของภาชนะ 3 ± 0.3 ซม. ชั่งน้ำหนักคอนกรีตในภาชนะ S
3. หลังจากปาดผิวเรียบแล้ว เริ่มจับเวลาและวัดอุณหภูมิคอนกรีต
4. ใช้ Pipet ตูดน้ำที่เยิ้มออกมาทุก 10 นาที ในช่วงเวลา 40 นาทีแรก แล้วหลังจากนั้นทุกๆ 30 นาที จนกระทั่งไม่มีการเยิ้มออกมาอีก
5. คำนวณค่าปริมาตรการเยิ้มต่อพื้นที่ผิวหน้าคอนกรีต

$$\text{ปริมาตรการเยิ้ม} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำทั้งหมดที่เยิ้มออกมา}}{\text{พื้นที่ผิวหน้าของคอนกรีตในภาชนะ}}$$

6. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่เยิ้มต่อน้ำที่ใช้ในการผสม

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเยิ้ม} = \frac{WD \times 100}{wS}$$

W = น้ำหนักของคอนกรีตที่ใช้ผสม (กก.)

w = น้ำหนักของน้ำที่ใช้ผสม (กก.)

D = น้ำหนักของน้ำที่เยิ้มออกมาจากคอนกรีต (กรัม)

S = น้ำหนักของคอนกรีตในภาชนะทรงกระบอ (กรัม)

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณหาค่าการเอี่ยม

เวลา (นาที)	ปริมาตร (มล.)	น้ำหนัก, D (กรัม)	ปริมาตรการเอี่ยมต่อพื้นที่ผิวหน้า (มล./ตร.ซม.)	เปอร์เซ็นต์การเอี่ยม
10	7.6	7.6	43.41×10^{-3}	1.21
20	25.3	25.3	144.51×10^{-3}	4.04
30	30.5	30.5	174.22×10^{-3}	4.87
40	31.2	31.2	178.21×10^{-3}	4.98

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภาชนะทรงกระบอก	= 14.43 ซม.
พื้นที่ผิวหน้าคอนกรีตในภาชนะ	= 175.07 ตร.ซม.
น้ำหนักของคอนกรีตที่ใช้ผสม (W)	= 73.08 กก.
น้ำหนักของน้ำที่ใช้ผสม (w)	= 6.70 กก.
น้ำหนักของคอนกรีตในภาชนะทรงกระบอก (S)	= 6,800 กรัม

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรการเอี่ยมต่อพื้นที่ผิวหน้า ที่เวลา 10 นาที} &= \frac{7.6}{175.07} \\ &= 43.41 \times 10^{-3} \text{ มล./ตร.ซม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์การเอี่ยม ที่เวลา 10 นาที} &= \frac{WD}{wS} \times 100 \\ &= \frac{73.08 \times 7.6 \times 100}{6.7 \times 6,800} \\ &= 1.21 \% \end{aligned}$$