

บทที่ 6

การทดสอบความต้านทานการสึกกร่อน ของหินโดยเครื่องทดสอบลอสแอนเจลีส (Abrasion Test by Los Angeles Machine)

บทนำ

การทดสอบนี้เพื่อศึกษาความต้านทานการสึกกร่อนของหินโดยเครื่องทดสอบลอสแอนเจลีส ค่าดังกล่าวเป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงคุณภาพของหินในการต้านทานการสึกกร่อน และการกระแทก

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

คอนกรีตนอกจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้างอาคาร เช่น เสา คาน กำแพงรับแรงเฉือน (Shear wall) และเสาเข็มแล้ว ยังนำไปใช้ในงานถนนลานจอดรถ พื้นโรงงาน พื้นสนามบินอีกด้วย

ผิวหน้าของคอนกรีต นอกจากทำหน้าที่รับน้ำหนักจากล้อยานพาหนะ เพื่อถ่ายลงสู่พื้นทางแล้วยังต้องมีความสามารถรับแรงเสียดสีและแรงกระแทกจากล้อยานพาหนะที่กระทำอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความสามารถของหินในการต้านทานการสึกกร่อนจึงเป็นค่าที่สำคัญอีกค่าหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง เพื่อให้คอนกรีตมีความทนทานสูงและมีอายุการใช้งานยาวนาน

การทดสอบความต้านทานการสึกกร่อนของหินโดยเครื่องทดสอบลอสแอนเจลีสทำได้จาก การวัดค่าความสึกกร่อนที่เกิดขึ้นกับมวลรวม จากการกระแทกและการเสียดสีกับลูกเหล็กกลม ซึ่งมีขนาดตามที่กำหนด และมีจำนวนขึ้นอยู่กับขนาดผลของตัวอย่างทดสอบ ในขณะที่ถึงหมรอบตัวเองจะมีแผ่นเหล็กที่ตั้งฉากกับผนังของถัง จะพาตัวอย่างทดสอบและลูกเหล็กกลมขึ้นไปพร้อมๆ กัน เมื่อตัวอย่างทดสอบกับลูกเหล็กกลมอยู่สูงขึ้นไปจะตกลงมากระทบกับผนังด้านตรงข้ามในถังเหล็ก กระบวนการนี้จะทำซ้ำกันไปเรื่อยๆ จนครบจำนวนรอบที่กำหนด จากนั้นจึงนำตัวอย่างทดสอบออกจากถัง แล้วนำมาแยกขนาดด้วยตะแกรงเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การสึกกร่อน

จากมาตรฐาน ASTM C 33 หินที่ใช้ในงานคอนกรีตที่ต้องรับแรงเสียดทานมากเช่น งานถนน เมื่อผ่านการทดสอบโดยเครื่องลอสแอนเจลีสแล้วจะต้องมีส่วนที่สึกกร่อนไปไม่เกิน 35% ของน้ำหนักเดิม จึงเหมาะสมกับการนำมาผสมเพื่อทำคอนกรีต

ถ้ามวลรวมหยาบมีความต้านทานต่อการสึกกร่อนที่ต่ำแล้ว ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตเพื่อให้มีคุณสมบัติในการรับแรงเสียดสีและแรงกระแทกตามความต้องการนั้น จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณมวลรวมละเอียดซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำและปูนซีเมนต์ โดยจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองมากขึ้น

นอกจากความต้านทานการสึกกร่อนของหินที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อความต้านทานการสึกกร่อนของคอนกรีตแล้วยังมีปัจจัยสำคัญอื่นๆ ที่ควรพิจารณาดังนี้คือ

1. กำลังอัดของคอนกรีต

การเพิ่มความสามารถในการต้านทานการเสียดสีสามารถทำได้โดยการเพิ่มกำลังอัดคอนกรีต จากการศึกษพบว่าคอนกรีตที่มีกำลังอัด 140 กก./ตร.ซม. ทรงลูกบาศก์จะมีอัตราเสียหายประมาณ 5 เท่า ของคอนกรีตที่มีกำลังอัด 280 กก./ตร.ซม. ทรงลูกบาศก์ ส่วนคอนกรีตที่มีกำลังอัดระหว่าง 280-420 กก./ตร.ซม. ทรงลูกบาศก์ จะมีความต้านทานการเสียดสีที่ดีมาก

2. อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์

บริเวณผิวคอนกรีตด้านบนที่มีการสัมผัสจะมีความอ่อนแอที่สุด ดังนั้นการลดอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ไม่ให้เกิน 0.45-0.50 จะช่วยลดการสัมผัสและเพิ่มความทนทานต่อการสึกกร่อนบริเวณผิวหน้าของคอนกรีต

3. หินและทราย

นอกจากการเลือกใช้หินและทรายที่มีความแข็งแรงแล้ว ยังสามารถเพิ่มความต้านทานการสึกกร่อนได้โดยการเลือกใช้หินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

4. การเทและการแต่งผิวหน้า

ควรพิจารณาคอนกรีตให้แน่นอนอย่างสม่ำเสมอในแบบหล่อรวมทั้งต้องแต่งผิวหน้าให้เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้คอนกรีตที่ได้มีคุณภาพที่ผิวดี และช่วยลดปริมาณฟองอากาศในคอนกรีต

5. การบ่ม

ควรบ่มคอนกรีตด้วยวิธีการที่เหมาะสมและมีระยะเวลาการบ่มที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันที่สมบูรณ์ที่สุด

6. ลักษณะผิวคอนกรีต

ในกรณีที่มีการเสียดสีอย่างมาก จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดสูงมาก หรือใช้วัสดุอื่นเคลือบผิวหรือในบางโครงสร้างอาจจะต้องทำให้ผิวคอนกรีตเรียบมากๆ

7. รอยต่อ (Joint)

ควรออกแบบและก่อสร้างรอยต่อให้เหมาะสมเพื่อลดการกระแทก

การทดสอบความต้านทานต่อการสึกกร่อนของมวลรวมหยาบโดยเครื่องลอสแอนเจลีส

มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 131

Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in The Los Angeles Machine

อุปกรณ์

1. เครื่องทดสอบลอสแอนเจลีส
2. ตะแกรงร่อนมาตรฐาน (แสดงไว้ในตารางที่ 1)
3. เครื่องชั่งที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1% ของน้ำหนัก

มวลรวมที่ใช้ทดสอบ

4. ลูกเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.8 มม. มีน้ำหนักลูกละ 390-445 กรัม



รูปที่ 1 เครื่องทดสอบลอสแอนเจลีส

วิธีทดสอบ

1. เตรียมตัวอย่างทดสอบ โดยนำมวลรวมหยาบมาล้างและอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำมาร่อนแยกขนาดด้วยตะแกรงมาตรฐาน จากนั้นรวมหินขนาดต่างๆ ใหม่อีกครั้งตามเกรดที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 ถ้ามวลรวมมีช่วงของขนาดคละกว้าง ให้เลือกใช้เกรดของตารางที่ใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการใช้งานมากที่สุด

ตารางที่ 1 ขนาดของตัวอย่างทดสอบ

ขนาดตะแกรงร่อน		น้ำหนักมวลรวม (กรัม) ตามขนาดของมวลรวมหยาบ			
ผ่าน (มม.)	ค้าง (มม.)	A	B	C	D
37.50 (1½")	25.00 (1")	1,250 ± 25	-	-	-
25.00 (1")	19.00 (¾")	1,250 ± 25	-	-	-
19.00 (¾")	12.50 (½")	1,250 ± 10	2,500 ± 10	-	-
12.50 (½")	9.50 (⅜")	1,250 ± 10	2,500 ± 10	-	-
9.50 (⅜")	6.30 (¼")	-	-	2,500 ± 10	-
6.30 (¼")	4.75 (#4)	-	-	2,500 ± 10	-
4.75 (#4)	2.36 (#8)	-	-	-	5,000 ± 10
รวม		5,000 ± 10	5,000 ± 10	5,000 ± 10	5,000 ± 10

2. ใส่ตัวอย่างทดสอบในเครื่องทดสอบลอสเองเจลีส แล้วใส่จำนวนลูกเหล็กให้สอดคล้องตามขนาดของมวลรวมหยาบ (Grade) ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนลูกเหล็กตามขนาดของมวลรวม (Grade)

ขนาดมวลรวมหยาบ	จำนวนลูกเหล็ก (ลูก)	น้ำหนักลูกเหล็ก (กรัม)
A	12	5,000 ± 25
B	11	4,584 ± 25
C	8	3,330 ± 10
D	6	2,500 ± 10

3. เปิดเครื่องทดสอบลอสเองเจลีสซึ่งหมุนด้วยอัตรา 30-33 รอบ/นาที ตั้งเครื่องให้หมุน 500 รอบ

4. หลังจากเครื่องหยุด นำตัวอย่างทดสอบออกมาแยกอย่างคร่าวๆ ด้วยตะแกรงใหญ่กว่าเบอร์ 12

5. นำส่วนที่ผ่านตะแกรงมาร่อนด้วยตะแกรงเบอร์ 12

6. นำตัวอย่างทดสอบส่วนที่ใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์

12 มาล้างและอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ซึ่งน้ำหนัก B



รูปที่ 2 อุปกรณ์ทดสอบความต้านทานการสึกกร่อน

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} = \frac{(A - B) \times 100}{A}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดก่อนทดสอบ (มีค่าประมาณ 5,000 ± 10 กรัม)

B = น้ำหนักตัวอย่างภายหลังการทดสอบที่มีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 12

ค่าตัวอย่าง

A = 5,000.9 กรัม

B = 3,583.3 กรัม

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} &= \frac{(5,000.9 - 3,583.3) \times 100}{5,000.9} \\ &= 28.35 \% \end{aligned}$$