

การทดลองที่ 6

การทดสอบหาค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ซีเมนต์ (Compressive Strength of Cement Mortar)

1. บทนำ

การทดสอบหาค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ เป็นอีกวิธีการหนึ่ง ในการตรวจสอบคุณภาพของซีเมนต์ ที่จะนำมาใช้งานว่ามีคุณภาพมาตรฐานหรือไม่

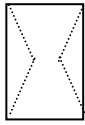
เกณฑ์กำหนดค่ากำลังอัดของก้อนลูกบาศก์ซีเมนต์ตามมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายมาตรฐาน 2.75 ส่วน และทดสอบตามวิธีมาตรฐานจะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางท้ายนี้

เกณฑ์กำหนดค่ากำลังอัดของก้อนลูกบาศก์มอร์ตาร์มาตรฐาน
(มอก. 15 เล่ม 12 2528)

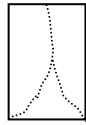
อายุการบ่ม	กำลังอัด(กก./ตร.ซม.)				
	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5
1 วันในอากาศชื้น	-		120	-	-
1 วันในอากาศชื้น 2 วันในน้ำ	85	70	210	-	-
1 วันในอากาศชื้น 6 วันในน้ำ	150	130	-	55	65
1 วันในอากาศชื้น 27 วันในน้ำ	245	245	-	140	210

ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมนี้จะได้จากการทดสอบโดยใช้โต๊ะการไหล(Flow Table) ถ้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนผสมที่ทดสอบบนโต๊ะการไหลนี้เพิ่มขึ้นประมาณ 100-115% ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเดิม ปริมาณน้ำที่ใช้ก็จะถือว่าอยู่ในช่วงที่ใช้ได้โดยทำให้ส่วนผสมอยู่ ณ สภาพเหลว(Plastic Consistency) พบว่าปริมาณน้ำที่ใช้ทดลองนี้ ปกติเริ่มใช้ตั้งแต่ 47-49% โดยน้ำหนักของซีเมนต์ หลังจากหล่อแบบและบ่มตามเกณฑ์กำหนดก็นำมาทดสอบเมื่อลูกปูนมีอายุ 3, 7 และ 28 วัน

ลักษณะการแตกในรูปแบบต่างๆ



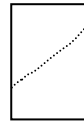
Cone



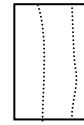
Cone & Split



Cone & Shear



Shear



Column

2. จุดประสงค์

เพื่อหาค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ซีเมนต์ รูปลูกบาศก์ ขนาด 5 เซนติเมตร

3. เครื่องมือทดสอบและวัสดุทดสอบ

เครื่องมือทดสอบ



1. แบบหล่อตัวอย่างลูกบาศก์ ขนาด 5 x 5 x 5 ซม.



2. เครื่องชั่ง อ่านค่าละเอียดได้ถึง 1 กรัม และมีความผิดพลาดได้ไม่เกิน 0.001 กรัม



3. ตะแกรง เบอร์ 100 , 50 , 30 และ 16



4. กระบองตวง ขนาด 500 ลบ.ซม. ที่ 20 °C



5. โตะและแบบหล่อทดสอบการไหล



6. แท่งกระทัน



7. เครื่องผสม



8. เครื่องเหล็ก



9. ถุงมือยาง

วัสดุทดลอง

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
2. ทรายมาตรฐาน ใช้ทรายซิลิกาธรรมชาติจากเมืองออตตาวา มลรัฐอิลลินอยส์ (Standard Ottawa Sand) หรือเทียบได้กับทรายดังกล่าว และมีขนาดคละดังตาราง

ตะแกรงเบอร์	% ทรายที่ค้างบนตะแกรง
100	98 ± 2
50	72 ± 5
30	2 ± 5
16	0

อุณหภูมิและความชื้น

1. อุณหภูมิในห้องทดลองจะต้องอยู่ระหว่าง 20 °C – 27.5 °C
2. อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม ห้องบ่มความชื้น และน้ำที่ใช้บ่มตัวอย่างควรอยู่ระหว่าง 23 ± 1.7 °C
3. ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องทดลองไม่ควรน้อยกว่า 50 % และไม่ต่ำกว่า 90 % สำหรับห้องบ่มความชื้น

4.วิธีการทดลอง

ทดลองการไหลแผ่เพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม

1. เตรียมส่วนผสมมอร์ตาร์ โดยใช้ปูนซีเมนต์กับทรายมาตรฐานในอัตราส่วน 1 : 2.75 โดยน้ำหนัก สำหรับการทดสอบการไหลแผ่นี้ใช้ปูนซีเมนต์หนัก 260 กรัม ทรายมาตรฐาน 715 กรัม และน้ำ 130 กรัม (W/C = 0.5) ทำด้วยการผสมด้วยเครื่องตามวิธีมาตรฐาน (ใน C-5)
2. เช็ดผิวหน้าแท่นทดลองให้สะอาดและแห้ง แล้วเอาแบบหล่อวางให้อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของแท่น เอามอร์ตาร์ใส่แบบหล่อให้ได้ความหนาประมาณ 25 มม. แล้วกระทุ้งด้วยแท่งกระทุ้ง 20 ครั้ง ให้สม่ำเสมอทั่วพื้นที่แบบหล่อ จากนั้นให้ใส่มอร์ตาร์จนล้นแบบและกระทุ้งอีก 20 ครั้ง

เช่นเดียวกับครั้งแรก ใช้เกรียงเหล็กปาดผิวหน้าให้เรียบ ทำความสะอาดแท่นและขอบด้านนอกแบบหล่ออีกครั้งหนึ่ง หลังจากผสมเสร็จแล้ว 1 นาที ให้ยกแบบหล่อขึ้นจากมอร์ตาร์ และทำการหมุนให้แท่นตกกระแทกในแนวตั้ง สูง 12.7 มม. เป็นจำนวน 25 ครั้งใน 15 วินาที เสร็จแล้ววัดเส้นผ่านศูนย์กลางของมอร์ตาร์ที่กระจายบนแท่น โดยค่าเฉลี่ยจากการวัด 4 ครั้ง ในช่วงห่างเท่า ๆ กัน

การเตรียมมอร์ตาร์สำหรับหล่อตัวอย่าง

1. สำหรับก้อนทดสอบก้อนทดสอบ 6 ก้อน ใช้ปูนซีเมนต์ 500 กรัม ทราชมাত্রฐาน 1375 กรัม ใช้น้ำผสมตามเปอร์เซ็นต์ (W/C) ที่ได้จากการทดสอบการไหลแผ่ ทำการผสมมอร์ตาร์ด้วยมือหรือเครื่องผสม ตามวิธีมาตรฐานใน (C-5)
2. เมื่อผสมเสร็จแล้วให้ทิ้งส่วนผสมไว้ในอ่างผสม 90 นาที แล้วผสมต่อด้วยความเร็วปานกลาง 15 วินาที จากนั้นให้รับนำส่วนผสมไปใส่แบบหล่อที่เตรียมไว้

การหล่อแบบตัวอย่าง

1. ทำความสะอาดแบบหล่อ และทาน้ำมันบาง ๆ ไว้ให้เรียบร้อยก่อนทำการผสมมอร์ตาร์
2. การหล่อแบบตัวอย่างทดสอบ จะต้องทำให้เสร็จภายในเวลา 2 ½ นาที หลังจากผสมมอร์ตาร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว
3. เอามอร์ตาร์ใส่ในช่องแบบหล่อทุกช่องหนาประมาณ 25 มม. กระทุ้งด้วยแท่งกระทุ้งช่องละ 32 ครั้ง ภายใน 10 วินาที โดยกระทุ้งเป็น 4 รอบ แต่ละรอบกระทุ้งให้ตั้งฉากไปทั่วแบบหล่อ เมื่อกระทุ้งครบ 4 รอบ แล้วให้กระทุ้งช่องต่อไปจนครบ

4	5
3	6
2	7
1	8

รอบที่ 1 และ 3

5	6	7	8
4	3	2	1

รอบที่ 2 และ 4

4. ใส่มอร์ตาร์ที่เหลือในช่องแบบหล่อทุกช่องให้สูงสูงกว่าขอบ แล้วกระทุ้งเช่นเดียวกับชั้นแรก เมื่อกระทุ้งเสร็จแล้วมอร์ตาร์ควรสูงกว่าขอบเล็กน้อย

5. ใช้เกรียงปาดมอร์ตาร์ที่สันตึคขอบแบบลงมาในแบบ แล้วปาดผิวให้ผยอเกรียงด้านหน้าเล็กน้อย ไปทางขวาของแบบหล่อแต่ละช่วงเพียงครั้งเดียว

6. เพื่อให้ผิวหน้าแบบหล่อเรียบดียิ่งขึ้นให้ใช้เกรียงปาดเบาๆอีก 1 ครั้งตลอดความยาวของแบบหล่อ โดยใช้ขอบเกรียงวางทำมุมเล็กน้อย แล้วขยับเกรียงไปมาตลอดความยาวของแบบหล่อ

7. หลังจากหล่อแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำไปเก็บไว้ในห้องบ่มชื้น หรือใช้ผ้าชุบน้ำคลุมไว้จนครบ 24 ชั่วโมง ทำการถอดแบบ แล้วนำไปแช่ในน้ำสะอาดจนครบระยะเวลาที่ต้องการ

การทดสอบกำลังอัด

1. การทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์ลูกบาศก์ ตามอายุที่กำหนดโดยอนุญาติให้มีความคลาดเคลื่อนได้ดังนี้

อายุทดสอบ	ความคลาดเคลื่อนได้
1 วัน	± 2 ชม.
3 วัน	± 1 ชม.
7 วัน	± 3 ชม.
28 วัน	± 12 ชม.

2. นำตัวอย่างออกจากห้องบ่ม ให้ความสะอาดปิดเม็ดทราย และสะเก็ดที่ติดผิวออกให้หมด เช็ดผิวให้แห้งแล้วทดสอบกำลังอัดทันที

3. วัดขนาดและชั่งน้ำหนักของตัวอย่างแต่ละก้อน ห้ามใช้ด้านข้างของตัวอย่างรับแรงกด ถ้าด้านบนและด้านล่างก้อนตัวอย่างไม่เรียบให้ฝนให้เรียบและขนานกัน

4. นำก้อนทดสอบไปวางให้อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของแป้นทดสอบ และเคลื่อนแป้นกดให้สัมผัสกับผิวก้อนตัวอย่าง จากนั้นให้เพิ่มแรงอัดด้วยที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ โดยใช้เวลาทดสอบระหว่าง 20 – 80 วินาที

5. การคำนวณ

คำนวณการไหลแฝง

$$\text{การไหลแฝง(\%)} = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100$$

D_0 = เส้นผ่าศูนย์กลางพื้นฐานของแบบ

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของมอร์ตาร์ที่กระจายบนแผ่น

ให้ทำการทดลองซ้ำอีก โดยเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้จนกระทั่งได้การไหลแฝง 100–115 % เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้ก็คือปริมาณน้ำที่เหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในการผสมมอร์ตาร์ซีเมนต์เพื่อทดสอบหาแรงกดต่อไป

คำนวณแรงอัดสูงสุด

- บันทึกค่าแรงอัดสูงสุดที่อ่านได้จากเครื่องทดสอบ คำนวณหาค่ากำลังอัดเป็น กิโลกรัม/ตร.ซม. ถ้าพื้นที่หน้าตัดจริงของก้อนทดสอบแตกต่างจากพื้นที่หน้าปัดเกินกว่า $\pm 1.5\%$ ให้ใช้พื้นที่หน้าตัดที่วัดได้จริงในการคำนวณ
- ถ้าค่ากำลังอัดของแต่ละตัวอย่างแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยของผลทดลองทั้งหมดเกินกว่า 10 % แล้ว ถือว่าค่านั้นใช้ไม่ได้

6. ตัวอย่างข้อมูลและผลการทดลอง

ปูนซีเมนต์	: ทีพีไอ(แดง) Type I
อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)	: 0.69 (ใช้น้ำ 180 กรัม , ปูนซีเมนต์ 260 กรัม)
เปอร์เซ็นต์การไหลแผ่	: 112.38
วันที่หล่อตัวอย่าง	: 20 ก.ค. 46 เวลา 16.00 น.
อุณหภูมิห้องทดลอง	: 32.5 °C
วันที่ทดสอบ (7 วัน)	: 27 ก.ค. 46 เวลา 16.00 น.
วันที่ทดสอบ (28 วัน)	: 17 ส.ค. 46 เวลา 16.00 น.

ตัวอย่าง ที่	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	ความสูง (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	อายุ วัน	แรงกดประลัย (กก.)	หน่วยแรงกด (กก./ซม ²)	ค่าเฉลี่ย (กก./ซม.)
1.	5.11x5.07	5.08	276.40	7	5600	216.15	209.32
2.	5.10x5.07	5.05	273.32	7	5600	216.15	
3.	5.08x5.08	5.07	273.87	7	5050	195.68	
1.	5.075x5.07	5.075	269.9	28	8450	328.407	327.653
2.	5.100x5.11	5.05	269.8	28	8800	337.669	
3.	5.075x5.13	5.05	269.7	28	8250	316.884	

7.ตัวอย่างการคำนวณ

1. อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C)

W = น้ำที่ใช้ทดสอบ 180 กรัม

C = ปูนซีเมนต์ที่ใช้ 260 กรัม

$$\frac{W}{C} = \frac{180}{260} = 0.69$$

2. เปอร์เซ็นต์การไหลแผ่

$$\text{การไหลแผ่(\%)} = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100$$

D_0 = เส้นผ่าศูนย์กลางที่ฐานของแบบ (10.10 ซม.)

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของมอร์ตาร์ที่กระจายบนแผ่น (21.45 ซม.)

$$\text{การไหลแผ่(\%)} = \frac{21.45 - 10.10}{10.10} \times 100 = 112.38\%$$

3. หน่วยแรงกด

$$\text{หน่วยแรงกด} = \frac{\text{แรงกดประลัย(กิโลกรัม)}}{\text{พื้นที่หน้าตัด(ตร.ซม)}} = \dots\dots \frac{\text{กก}}{\text{ซม.}^2}$$

$$\text{หน่วยแรงกด} = \frac{8450}{5.075 \times 5.07} = 328.407 \frac{\text{กก}}{\text{ซม.}^2}$$

การทดลองที่ 6

การทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้า

ข้อมูลและผลการทดลอง

ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์..... ตรา.....

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C).....

เปอร์เซ็นต์การไหลแผ่.....

อุณหภูมิห้องทดลอง.....°C

วันที่หล่อตัวอย่าง..... เวลา.....น.

วันที่ทดสอบอายุ (7 วัน)..... เวลา.....น.

วันที่ทดสอบอายุ (28 วัน) เวลา.....น.

ตัวอย่างที่	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)	ความสูง (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	อายุ (วัน)	แรงกดประลัย (กก.)	หน่วยแรงกด (กก./ตร.ซม.)	ค่าเฉลี่ย (กก./ตร.ซม.)
1				7			
2				7			
3				7			
4				14			
5				14			
6				14			
7				28			
8				28			
9				28			

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....