

กรมทางหลวง

วิธีการทดลองหาปริมาณการขยายตัวของวัสดุมวลรวมที่เกิดจากปฏิกิริยา Hydration

* * * * *

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อหาปริมาณการขยายตัวของวัสดุมวลรวมที่บดอัดแน่น เนื่องจากองค์ประกอบที่ไวต่อปฏิกิริยา Hydration ทำให้ปริมาตรของวัสดุมวลรวมเพิ่มขึ้น

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 แบบ (Mold) ทำด้วยโลหะแข็งและเหนียว เป็นรูปทรงกระบอกกลวง มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 152.4 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) สูง 177.8 มิลลิเมตร (7 นิ้ว) มีปลอก (Collar) ขนาดเดียวกันสูง 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และมีแผ่นฐาน (Base Plate) เจาะรูพูน

2.1.2 แท่งรอง (Spacer Disc) ทำด้วยโลหะเป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150.8 มิลลิเมตร (5 15/16 นิ้ว) สูง 61.37 มิลลิเมตร (2.416 นิ้ว) ซึ่งเมื่อใช้กับแบบตามข้อ 2.1.1 แล้วจะเหลือเป็นตัวอย่างสูงประมาณ 116.4 มิลลิเมตร (4.584 นิ้ว)

2.1.3 ค้อน (Hammer) ทำด้วยโลหะ เป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) มีมวลรวมทั้งด้ามถือ 2 494 กรัม (5.5 ปอนด์) ต้องมีปลอกเป็นตัวบังคับให้ระยะตกเท่ากับ 304.8 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) เหนือระดับวัสดุที่ต้องการบดอัด ต้องมีระบุบายอากาศอย่างน้อย 4 รู แต่ละรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มิลลิเมตร เจาะห่างจากปลายของปลอกทั้ง 2 ข้างประมาณ 19.0 มิลลิเมตร

2.1.4 เครื่องมือวัดการขยายตัว (Expansion Measuring Apparatus) ประกอบด้วย

(1) แผ่นวัดการขยายตัว (Swell Plate) ทำด้วยโลหะเป็นแผ่นกลมเจาะรูพูน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 149.2 มิลลิเมตร (5 7/8 นิ้ว) และมีก้านที่สามารถปรับให้สูงหรือต่ำได้

(2) สามขา (Tripod) มีลักษณะเป็นสามขา ติดด้วย Dial Gauge เพื่อวัดการขยายตัวได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร วัดได้ 25 มิลลิเมตร (หรือจะใช้ Dial Gauge วัดได้ละเอียด 0.001 นิ้ว วัดได้ 1 นิ้ว แทนก็ได้)

2.1.5 แผ่นถ่วงน้ำหนัก (Surcharge Weight) เป็นเหล็กทรงกระบอกแบน เส้นผ่านศูนย์กลาง 149.2 มิลลิเมตร (5 7/8 นิ้ว) มีรูกลวง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 54.0 มิลลิเมตร (2 1/8 นิ้ว) โดยมีมวลเท่ากับ 2 268 กรัม (5 ปอนด์) แผ่นถ่วงน้ำหนักนี้อาจเป็นแบบผ่าครึ่งเป็นสองซีก หรือผ่าเป็นร่องก็ได้

2.1.6 อ่างน้ำปรับอุณหภูมิ (Water Bath) สามารถปรับอุณหภูมิให้คงที่ได้ 70 ± 3 องศาเซลเซียส และต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะแช่ชุดตัวอย่างให้จมอยู่ในน้ำทั้งหมด

2.1.7 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample Extruder) เป็นเครื่องดันวัสดุออกจากแบบภายหลังเมื่อทดลองเสร็จแล้ว ประกอบด้วยแม่แรงทำหน้าที่เป็นตัวดัน และโครงเหล็กทำหน้าที่เป็นตัวจับแบบ ในกรณีที่ไม่มีใช้ ให้ใช้ลิ้วหรือเครื่องมืออย่างอื่นแคะตัวอย่างออกจากแบบ

2.1.8 เครื่องชั่ง สามารถชั่งได้ไม่น้อยกว่า 16 กิโลกรัม ชั่งได้ละเอียดถึง 0.001 กิโลกรัม

2.1.9 เครื่องชั่ง สามารถชั่งได้ไม่น้อยกว่า 1 000 กรัม ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

2.1.10 เตาอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ 100 ± 5 องศาเซลเซียส

2.1.11 เหล็กปาด (Straight Edge) เป็นเหล็กคล้ายไม้บรรทัด หนาและแข็งเพียงพอในการตัดแต่งตัวอย่างที่ส่วนบนของแบบ มีความยาวประมาณ 300 มิลลิเมตร และหนาประมาณ 3.0 มิลลิเมตร

2.1.12 เครื่องแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

2.1.13 ตะแกรงช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดช่องผ่าน 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) และ 4.75 มิลลิเมตร (ตะแกรงเบอร์ 4)

2.1.14 เครื่องมือผสม เป็นอุปกรณ์จำเป็นต่าง ๆ ที่ผสมตัวอย่างกับน้ำ ได้แก่ ถาด, ช้อน, พลั่ว, เกรียง, ค้อนยาง, ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ หรือจะใช้เครื่องผสมแบบ Mechanical Mixer ก็ได้

2.1.15 กระป๋องอบวัสดุ สำหรับใส่ตัวอย่างวัสดุเพื่ออบหาปริมาณน้ำในวัสดุ

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 กระดาษกรองอย่างหยาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152.4 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

2.2.2 น้ำสะอาด

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.217

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่าง คือ วัสดุรวมรวมตะกอนเหล็กไมหรือวัสดุอื่นใดที่ต้องการทดลอง ให้ดำเนินการดังนี้

2.4.1 นำตัวอย่างมาทำให้แห้งโดยวิธีตากแห้ง และทำการแบ่งตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างหรือโดยวิธี Quartering นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ให้ทิ้งไปและแทนที่ด้วยตัวอย่างที่มีขนาดระหว่าง 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ถึงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (ตะแกรงเบอร์ 4) ด้วยมวลที่เท่ากัน

2.4.2 เตรียมตัวอย่างให้เพียงพอสำหรับการทดลอง 3 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีมวลประมาณ 6 000 กรัม

2.5 การทดลอง

2.5.1 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้จากข้อ 2.4 มาคลุกเคล้าจนเข้ากันดี เติมน้ำให้ปริมาณน้ำมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำที่ค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Optimum Moisture Content) จากการทดลอง Compaction Test ตาม ทล.-ท.107 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบมาตรฐาน” วิธี ข.

2.5.2 นำแท่งรองลงในแบบที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว และใส่กระดาษกรองลงบนแท่งรอง

2.5.3 แบ่งตัวอย่างลงในแบบ ให้ตัวอย่างแต่ละชั้นเมื่อบดอัดแล้วมีความสูงประมาณ 1 ใน 5 ของ 127.0 มิลลิเมตร (5 นิ้ว)

2.5.4 ทำการบดอัดโดยใช้ค้อน จำนวน 25 ครั้ง ให้สม่ำเสมอเต็มหน้า

2.5.5 ดำเนินการบดอัดจนได้ตัวอย่างที่ทำการบดอัดแล้วเป็นชั้น ๆ จำนวน 5 ชั้น มีความสูงประมาณ 127.0 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) หรือสูงกว่าแบบประมาณ 10.0 มิลลิเมตร

2.5.6 ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดแต่งหน้าให้เรียบเท่าระดับตอนบนของแบบ กรณีมีหลุมบนหน้าให้เติมตัวอย่าง ใช้เหล็กปาดวางทับแล้วใช้ค้อนยางทุบจนกระทั่งเหล็กปาดยุบลงถึงขอบแบบ

2.5.7 คลายสกรูที่ยึดระหว่างแผ่นฐานและแบบ ยกแบบพร้อมตัวอย่างที่บดอัดแล้วออก นำแท่งรองออกจากแผ่นฐาน วางกระดาษกรองแผ่นใหม่ลงบนแผ่นฐาน พลิกแบบโดยให้ด้านล่างของแบบอยู่ด้านบน นำเข้าประกอบกับแผ่นฐาน ชั้นสกรู และใส่ปลอกเข้าแบบตามเดิม

2.5.8 นำแผ่นวัดการขยายตัวพร้อมแผ่นถ่วงน้ำหนักจำนวน 2 อัน วางบนตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วตามข้อ 2.5.7 ให้แนบสนิทกับตัวอย่างโดยขยับไปมา แล้วนำลงแช่ในอ่างน้ำที่ปรับอุณหภูมิ 70 ± 3 องศาเซลเซียส ให้น้ำท่วมตัวอย่าง

2.5.9 วางสามขาของบนปลอกของแบบ จัดให้ก้านของ Dial Gauge อยู่กึ่งกลางบนก้านของแผ่นวัดการขยายตัว บันทึกค่าเริ่มต้น (Initial Reading) ที่อ่านได้จาก Dial Gauge หลังจากที่ได้ทำการแช่ตัวอย่างในน้ำที่มีอุณหภูมิ 70 ± 3 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที บันทึกวันและเวลาที่อ่าน

2.5.10 บันทึกค่าที่อ่านได้จาก Dial Gauge ในแต่ละวัน (Daily Reading) เป็นเวลาติดต่อกัน 7 วัน

3. การคำนวณ

คำนวณหาปริมาณการขยายตัวของวัสดุมวลรวมที่เกิดจากปฏิกิริยา Hydration ได้ดังนี้

$$E = \left(\frac{\Delta H}{H} \right) \times 100$$

เมื่อ	E	=	ปริมาณร้อยละการขยายตัวของวัสดุมวลรวม
	ΔH	=	ผลต่างระหว่างค่าเริ่มต้น (Initial Reading) กับค่าที่อ่านได้ในแต่ละวัน (Daily Reading) หน่วยเป็นมิลลิเมตร
	H	=	ความสูงเริ่มต้น (Initial Height) ของตัวอย่าง หน่วยเป็นมิลลิเมตร

4. การรายงาน

ให้รายงานค่าการขยายตัวแต่ละตัวอย่าง และค่าเฉลี่ยของทุกตัวอย่างที่ทดลองได้ในแต่ละวัน

5. ข้อควรระวัง

ต้องเว้นระยะเวลาก่อนทำการอ่านค่าบน Dial Gauge ทุกครั้งที่ทำการเติมน้ำอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

6. หนังสืออ้างอิง

- American Society for Testing and Materials. Standard test Method for Potential Expansion of Aggregates from Hydration Reaction. In Annual book of ASTM Standard: ASTM Designation: D 4792-95

* * * * *