

มาตรฐานการทดสอบ ความคงตัวของมวลรวมโดยใช้โซเดียมซัลเฟต

1. ขอบข่าย

เป็นวิธีการทดสอบเพื่อคาดคะเนความคงตัว (Soundness) ของมวลรวม เมื่อใช้ในงานคอนกรีต หรืองานอื่นๆ ที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเผชิญกับอิทธิพลของสภาพอากาศ ด้วยการหาส่วนสูญหายเมื่อแช่มวลรวมในสารละลายโซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulfate Solution) จำนวน 5 รอบ

2. เครื่องมือ

2.1 เครื่องชั่ง (Balance) มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1 กรัม สำหรับทดสอบมวลรวมละเอียด และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1 กรัม สำหรับทดสอบมวลรวมหยาบ

2.2 ตะแกรงมาตรฐาน (Standard Sieve) ขนาดช่องเปิด 150 ไมโครเมตร (เบอร์ 100), 300 ไมโครเมตร (เบอร์ 50), 600 ไมโครเมตร (เบอร์ 30), 1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16), 2.36 มิลลิเมตร (เบอร์ 8), 4.00 มิลลิเมตร (เบอร์ 5), 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4), 8.0 มิลลิเมตร ($\frac{5}{16}$ นิ้ว), 9.5 มิลลิเมตร ($\frac{3}{8}$ นิ้ว), 12.5 มิลลิเมตร ($\frac{1}{2}$ นิ้ว), 16.0 มิลลิเมตร ($\frac{5}{16}$ นิ้ว), 19.0 มิลลิเมตร ($\frac{3}{4}$ นิ้ว), 25.0 มิลลิเมตร (1 นิ้ว), 31.5 มิลลิเมตร ($1\frac{1}{4}$ นิ้ว), 37.5 มิลลิเมตร ($1\frac{1}{2}$ นิ้ว), 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว), 63 มิลลิเมตร ($2\frac{1}{2}$ นิ้ว) และตะแกรงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นทุก 12.5 มิลลิเมตร ($\frac{1}{2}$ นิ้ว)

2.3 ภาชนะใส่ตัวอย่าง (Container) เป็นภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างมวลรวมแช่ในสารละลาย โดยยอมให้สารละลายเข้าถึงตัวอย่างมวลรวมได้อย่างทั่วถึง และสามารถแยกตัวอย่างมวลรวมออกจากสารละลายได้

2.4 ตู้อบ สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียสได้

2.5 ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) มีความละเอียด 0.001 ใช้สำหรับวัดค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย

2.6 สารละลายโซเดียมซัลเฟต เตรียมได้โดยละลายโซเดียมซัลเฟตที่ไม่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ (Anhydrous Na_2SO_4) หรือโซเดียมซัลเฟตที่อยู่ในรูปผลึกและมีน้ำเป็นองค์ประกอบ (Crystalline $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ในน้ำจนอิ่มตัว เมื่อวัดด้วยไฮโดรมิเตอร์แล้วมีค่า

ความถ่วงจำเพาะระหว่าง 1.151 ถึง 1.174 (ใช้โซเดียมซัลเฟตที่ไม่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 350 กรัม หรือใช้โซเดียมซัลเฟตที่อยู่ในรูปผลึกและมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 750 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร) โดยสารละลายต้องเตรียมไว้ก่อนการทดสอบเป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง นอกจากนี้ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ทดสอบต้องมีปริมาตรอย่างน้อย 5 เท่า ของปริมาตรเนื้อแท้ (Solid Volume) ของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

2.7 สารละลายแบเรียมคลอไรด์ (Barium Chloride Solution) ความเข้มข้นร้อยละ 5 เตรียมได้โดยละลายแบเรียมคลอไรด์ (BaCl_2) 5 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร



รูปที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

3. วิธีการทดลอง

3.1 ตัวอย่างทดสอบ

3.1.1 มวลรวมละเอียด

มวลรวมละเอียดที่ใช้ทดสอบเป็นมวลรวมที่ผ่านตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร ($\frac{3}{8}$ นิ้ว) โดยมวลรวมละเอียดที่ใช้ทดสอบแต่ละชุดจะต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 100 กรัม กรณีที่แต่ละชุดมีปริมาณไม่ถึงร้อยละ 5 ของทุกชุดรวมกัน ชุดนั้นๆ ไม่ต้องนำมาทดสอบ

ตารางที่ 1 ขนาดมวลรวมละเอียดและน้ำหนักที่ใช้ทดสอบ

ชุดที่	ตะแกรง ผ่าน – ค้าง	น้ำหนัก กรัม
1	3/8 นิ้ว – เบอร์ 4	100±0.5
2	เบอร์ 4 – เบอร์ 8	100±0.5
3	เบอร์ 8 – เบอร์ 16	100±0.5
4	เบอร์ 16 – เบอร์ 30	100±0.5
5	เบอร์ 30 – เบอร์ 50	100±0.5

3.1.2 มวลรวมหยาบ

มวลรวมหยาบที่ใช้ทดสอบเป็นมวลรวมที่ร่อนส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ออกหมดแล้ว ซึ่งมวลรวมหยาบที่นำมาทดสอบแต่ละชุดจะต้องมีปริมาณคิดเป็นร้อยละ 5 หรือมากกว่า

ตารางที่ 2 ขนาดมวลรวมหยาบและน้ำหนักที่ใช้ทดสอบ

ชุดที่	ตะแกรง ผ่าน – ค้าง	น้ำหนัก กรัม
1	2 1/2 นิ้ว – 1 1/2 นิ้ว ประกอบด้วย	5,000±300
	2 1/2 นิ้ว – 2 นิ้ว	3,000±300
	2 นิ้ว – 1 1/2 นิ้ว	2,000±200
2	1 1/2 นิ้ว - 3/4 นิ้ว ประกอบด้วย	1,500±50
	1 1/2 นิ้ว – 1 นิ้ว	1,000±50
	1 นิ้ว – 3/4 นิ้ว	500±30
3	3/4 นิ้ว - 3/8 นิ้ว ประกอบด้วย	1,000±10
	3/4 นิ้ว – 1/2 นิ้ว	670±10
	1/2 นิ้ว – 3/8 นิ้ว	330±5
4	3/8 นิ้ว – เบอร์ 4	300±5

หมายเหตุ กรณีที่มวลรวมหยาบมีขนาดใหญ่กว่า $2\frac{1}{2}$ นิ้ว ทำการทดสอบโดยให้มวลรวมหยาบในชุดตัวอย่างถัดไปมีขนาดต่างกัน 1 นิ้ว และใช้น้ำหนักในการทดสอบ 7,000±1,000 กรัม

3.2 การเตรียมตัวอย่าง

3.2.1 มวลรวมละเอียด

ล้างตัวอย่างมวลรวมละเอียดที่ใช้ทดสอบผ่านตะแกรงเบอร์ 50 อบตัวอย่างให้แห้งจนมีน้ำหนักคงที่ แยกตัวอย่างมวลรวมละเอียดออกเป็นชุดๆ ให้มีน้ำหนักตามตารางที่ 1 ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อรอการทดสอบต่อไป

3.2.2 มวลรวมหยาบ

ล้างตัวอย่างมวลรวมหยาบที่ใช้ทดสอบ อบตัวอย่างให้แห้งจนมีน้ำหนักคงที่ แยกตัวอย่างมวลรวมหยาบให้มีขนาดและน้ำหนักตามตารางที่ 2 บันทึกน้ำหนักตัวอย่างแต่ละชุดไว้ แยกตัวอย่างแต่ละขนาดใส่ลงในภาชนะใส่ตัวอย่างเพื่อรอการทดสอบต่อไป

3.3 การทดสอบ

3.3.1 แช่ตัวอย่างในสารละลาย นำตัวอย่างทดสอบแช่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟตที่เตรียมไว้ โดยให้ผิวของสารละลายอยู่เหนือตัวอย่างทดสอบอย่างน้อย $\frac{1}{2}$ นิ้ว เป็นเวลา 16 ถึง 18 ชั่วโมง โดยปิดฝาให้มิดชิดเพื่อป้องกันการระเหย หรือสิ่งแปลกปลอมตกลงไป



รูปที่ 2 แช่ตัวอย่างในสารละลายโซเดียมซัลเฟต

3.3.2 ทำตัวอย่างให้แห้ง หลังจากแช่ตัวอย่างในสารละลายครบตามเวลาที่กำหนด ให้แยกสารละลายและตัวอย่างออกจากกันให้หมดภายในเวลา 15 ± 5 นาที จากนั้นนำตัวอย่างเข้าตู้อบที่มีอุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส อบตัวอย่างจนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ (ใช้เวลา 2 ถึง 4 ชั่วโมง) แล้วปล่อยตัวอย่างให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

3.3.3 ทำซ้ำข้อ 3.3.1 และ 3.3.2 อีกจนครบ 5 รอบ

3.3.4 หลังจากครบ 5 รอบ และตัวอย่างเย็นลงแล้ว ล้างตัวอย่างให้สะอาด ปราศจากโซเดียมซัลเฟตเกาะด้วยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 43 ± 6 องศาเซลเซียส ซึ่งการทดสอบว่าตัวอย่างสะอาดแล้วหรือไม่ ให้ทดสอบโดยหยดสารละลายแบเรียมคลอไรด์ที่เตรียมไว้ลงในน้ำล้างตัวอย่าง หากยังขุ่นอยู่แสดงว่ายังล้างตัวอย่างไม่สะอาด



รูปที่ 3 ล้างตัวอย่างให้สะอาด

3.3.5 หลังจากล้างโซเดียมซัลเฟตออกหมดแล้ว อบตัวอย่างให้แห้งจนมีน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำตัวอย่างไปร่อนผ่านตะแกรง โดยตัวอย่างมวลรวมหยาบให้ร่อนผ่านตะแกรงโดยใช้มือเขย่า ซึ่งขนาดของตะแกรงที่ใช้ร่อนเป็นดังนี้

3.3.5.1 มวลรวมละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาดเดิมตามตารางที่ 1

3.3.5.2 มวลรวมหยาบร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขนาดตะแกรงที่ใช้ร่อนมวลรวมหยาบ

ชุดที่	ขนาดมวลรวมหยาบ	ขนาดตะแกรงที่ใช้ร่อน
1	2 1/2 นิ้ว – 1 1/2 นิ้ว	1 1/4 นิ้ว
2	1 1/2 นิ้ว – 3/4 นิ้ว	5/8 นิ้ว
3	3/4 นิ้ว – 3/8 นิ้ว	5/16 นิ้ว
4	3/8 นิ้ว – เบอร์ 4	เบอร์ 5

นำตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดไปชั่งหาน้ำหนัก โดยผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดสอบกับน้ำหนักหลังการทดสอบคือน้ำหนักที่หายไป บันทึกค่าไว้

3.3.6 ในบางครั้งตัวอย่างมวลรวมบางชุดมีจำนวนน้อยไม่สามารถร่อนให้มีน้ำหนักตามที่ระบุในตารางที่ 1 และ 2 ได้ ดังนั้นเพื่อให้การทดสอบส่วนสูญหายเมื่อทดลองด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟตดำเนินต่อไปได้และเป็นทิศทางเดียวกัน ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำดังนี้

3.3.6.1 สำหรับการทดสอบตัวอย่างมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ หากตัวอย่างชุดบนสุดหรือชุดล่างสุดที่มีวัสดุค้างอยู่และมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ไม่ต้องทดสอบตัวอย่างชุดนั้น แต่ในการคำนวณร้อยละส่วนสูญหายให้ใช้ค่าเท่ากับร้อยละส่วนสูญหายของชุดติดกัน

3.3.6.2 สำหรับการทดสอบตัวอย่างมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ หากตัวอย่างชุดใดที่ไม่ใช่ชุดบนสุดหรือชุดล่างสุดที่มีวัสดุค้างอยู่และมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ไม่ต้องทดสอบตัวอย่างชุดนั้น แต่ในการคำนวณร้อยละส่วนสูญหายให้ใช้ค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยร้อยละส่วนสูญหายของชุดที่อยู่สูงกว่าและต่ำกว่า

3.3.6.3 สำหรับการทดสอบตัวอย่างมวลรวมหยาบ หากตัวอย่างชุดใดถึงแม้จะมีปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 แต่น้ำหนักของวัสดุที่ค้างบนตะแกรงหนึ่งมีน้อยกว่าที่กำหนดไว้ ให้ทดสอบตัวอย่างชุดนั้นด้วย โดยให้เพิ่มน้ำหนักที่ค้างอีกตะแกรงหนึ่งจนน้ำหนักรวมของตัวอย่างชุดนั้นเป็นไปตามข้อกำหนด แล้วดำเนินการทดสอบต่อไป

4. การคำนวณ

$$\text{ส่วนสูญหาย} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนการทดสอบ} - \text{น้ำหนักหลังการทดสอบ})}{\text{น้ำหนักก่อนการทดสอบ}} \times 100$$

5. การรายงานผล

ส่วนสูญหายเมื่อทดลองด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟตเป็นร้อยละ โดยมีความละเอียดเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง

6. เอกสารอ้างอิง

6.1 American Society of Testing and Materials; ASTM Standard : C 88 – 99a

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

สวพ.ทล.207/2551

Project _____	Feature _____
Laboratory No. _____	Source _____
Tested by _____	Date _____
Checked by _____	Date _____

สารละลาย				โซเดียมซัลเฟต (Na ₂ SO ₄)					
ชุดที่	ขนาดตะแกรงผ่าน - ค้าง	ร้อยละ		น้ำหนักตัวอย่าง			น้ำหนักที่หายไป	ส่วนสูญหาย	
		ที่ค้างบนตะแกรง		ก่อนทดสอบ	แต่ละชุด	หลังทดสอบ		แต่ละชุด	รวม
		แต่ละตะแกรง	แต่ละชุด						
1	2 1/2 นิ้ว – 2 นิ้ว	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 นิ้ว – 1 1/2 นิ้ว	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1 1/2 นิ้ว – 1 นิ้ว	1.1*	49.0	85.1	1501.4	1485.9	15.5	1.03	0.50
	1 นิ้ว – 3/4 นิ้ว	47.9		1416.3					
3	3/4 นิ้ว – 1/2 นิ้ว	33.6	45.7	671.1	1002.0	985.3	16.7	1.67	0.76
	1/2 นิ้ว – 3/8 นิ้ว	12.1		330.9					
4	3/8 นิ้ว – เบอร์ 4	5.3	5.3	298.8	298.8	295.2	3.6	1.20	0.06
	รวม	100	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนสูญหายเมื่อทดลองด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟต (ร้อยละ)									1.3

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

สวพ.ทล.207/2551

Project _____	Feature _____
Laboratory No. _____	Source _____
Tested by _____	Date _____
Checked by _____	Date _____

สารละลาย		โซเดียมซัลเฟต				
ขนาดตะแกรง ผ่าน - ค้าง	ร้อยละ ที่ค้างบน ตะแกรง	น้ำหนักตัวอย่าง		น้ำหนัก ที่หายไป กรัม	ส่วนสูญหาย	
		ก่อนทดสอบ กรัม	หลังทดสอบ กรัม		แยก ร้อยละ	รวม ร้อยละ
1 1/2 นิ้ว – 1 นิ้ว	6.1	1011.1	988.1	23.0	2.3	0.1
1 นิ้ว – 3/4 นิ้ว	44.9	502.3	490.8	11.5	2.3	1.0
3/4 นิ้ว – 1/2 นิ้ว	33.6	671.1	662.2	8.9	1.3	0.4
1/2 นิ้ว – 3/8 นิ้ว	12.1	330.9	323.3	7.6	2.3	0.3
3/8 นิ้ว – เบอร์ 4	3.3	-	-	-	2.3*	0.1
รวม	100	-	-	-	-	1.9
ส่วนสูญหายเมื่อทดลองด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟต				1.9	%	

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

สวพ.ทล.207/2551

Project _____	Feature _____
Laboratory No. _____	Source _____
Tested by _____	Date _____
Checked by _____	Date _____

สารละลาย		โซเดียมซัลเฟต				
ขนาดตะแกรง ผ่าน - ค้าง	ร้อยละ ที่ค้างบน ตะแกรง	น้ำหนักตัวอย่าง		น้ำหนัก ที่หายไป กรัม	ส่วนสูญหาย	
		ก่อนทดสอบ กรัม	หลังทดสอบ กรัม		แยก ร้อยละ	รวม ร้อยละ
3/8 นิ้ว – เบอร์ 4	1.0	100.0	98.8	1.2	1.2	0.0
เบอร์ 4 – เบอร์ 8	14.8	100.0	97.1	2.9	2.9	0.4
เบอร์ 8 – เบอร์ 16	34.4	100.0	99.0	1.0	1.0	0.3
เบอร์ 16 – เบอร์ 30	3.8	-	-	-	1.2*	0.0
เบอร์ 30 – เบอร์ 50	23.5	100.0	98.6	1.4	1.4	0.3
เบอร์ 50 – เบอร์ 100	19.6	-	-	-	-	-
เบอร์ 100 หรือเล็กกว่า	2.9	-	-	-	-	-
รวม	100	-	-	-	-	1.0
ส่วนสูญหายเมื่อทดลองด้วยสารละลายโซเดียมซัลเฟต				1.0		%